"Elevernes stemmer"

Fysikfaget, undervisningen og lærerroller, som eleverne opfatter det i det almene gymnasium i Danmark

Carl Angell
Fysisk institutt, Universitetet i Oslo

og

Albert Chr. Paulsen
IMFUFA, Roskilde Universitetscenter

IMFUFA - Roskilde Universitetscenter - Postboks 260 - DK 4000 Roskilde
Tlf: 46742263 Fax: 46743020 Mail: imfufa@ruc.dk

Carl Angell og Albert Chr. Paulsen: "Elevernes stemmer" - Fysikfaget, undervisningen og lærerroller, som eleverne opfatter det i det almene gymnasium i Danmark.

IMFUFA tekst nr. 413 34 sider ISBN 0106-6242

---

1 Abstrakt

Danmarks Evalueringsinstitut har gennemført en evaluering af fysik i det almene gymnasium i Danmark. Rapporten fra projektet, "*Fysik i skolen – skolen i fysik*" blev offentliggjort i oktober 2001.

Evalueringen baserer sig på et betydelig dokumentationsgrundlag. Herunder leverede de 15 udvalgte skoler, som deltog, omfattende selvevalueringsrapporter i tre dele: En fra skolens fysiklærere, en fra skolens ledelse og en fra en udvalgt gruppe af elever i fysik. En af de mest interessante evalueringsbidrag har været elevernes selvevalueringsrapporter, som bestod af tre fortællinger: En fortælling om det gode ved fysik, en fortælling om det dårlige ved fysik og en fortælling om, hvordan fysikfaget og undervisningen burde være.

Elevfortællinger som metode i et evalueringsprojekt viste sig at være meget frugtbart. Eleverne fik bearbejdet både deres negative og deres positive syn på faget, og det er elevernes "egne stemmer" som kommer frem i fortællingerne. Gennem disse fortællinger viste mange elever en høj grad af modenhed til at reflektere over fysikfaget og undervisningen i skolen.

Vi har i indledningen til denne tekst refereret til tidligere undersøgelser, og dernæst taget udgangspunkt i elevfortællingerne og derudfra givet en fremstilling af, hvordan eleverne opfatter fysikfaget, hvordan de opfatter undervisningen og de forskellige arbejdsformer, og hvordan de opfatter de forskellige lærerroller. I afslutningen er der derudover en kort omtale af det norske FUN projekt.

Indholdsfortegnelse.

Indledning. 4
Danmarks Evalueringsinstituts evaluering. 7
Elevfortællingerne 8
Fysikfaget 9
Hverdag og virkelighed *9*
Fysik og matematik. *11*
Det vanskelige ved fysik *12*
Undervisningen. 13
Variation *13*
Klasseundervisning med læreren som den centrale person oftest placeret ved tavlen *13*
Eleverne til tavlen. *15*
Gruppearbejde *15*
Det eksperimentelle arbejde *18*
Projektarbejde og tværfaglighed. *21*
IKT *22*
Elevernes indflydelse på undervisningen *24*
Lærerrollen. 26
Lærerengagement *26*
Læreren som inspirator *27*
Kommunikation *27*
Sprog. *28*
Lærernes tilbagemeldinger. *28*
Elevernes syn på lærernes efteruddannelse 29
Konklusion. 31
Afslutning 32
Litteratur 34

Indledning.

Danmarks Evalueringsinstitut har gennemført en evaluering af fysik i det almene gymnasium i Danmark. Rapporten fra projektet, "*Fysik i skolen – skolen i fysik*" blev offentliggjort i oktober 2001 (Fysik i skolen – skolen i fysik 2001). Rapporten er en af mange undersøgelser af fysikfaget i det danske gymnasium igennem de sidste ti år.

I 1982-85 kom GFI rapporterne fra Aarhus Universitet. Det var 6 rapporter på baggrund af undersøgelser af forskellige aspekter af gymnasiefysikken (GFI 1982-85). En spørgeskemaundersøgelse henvendte sig til elever i 1.gymnasieklasse i 1982/83 (10.klassetrin) og i 3.gymnasieklasse (12.klassetrin) 1985 i det såkaldte grengymnasium med en matematisk-naturfaglig (mN), en matematsik-samfundsfaglig (mS), en matematisk-fysisk gren (mF) og en sproglig gren. Den matematisk-fysiske gren havde således såvel matematik som fysik på højt niveau. Selvom gymnasiestrukturen og fysikfagets indhold var noget forskellig fra i dag, finder vi det relevant at nævne nogle få af dens resultater. Således finder mF eleverne ved slutningen af 1. gymnasieklasse fysikfaget svært men interessant, mens elever på mN- og mS- grenene ikke overraskende finder faget noget sværere og mindre interessant. Om undervisningen siges det:

> *"Læregennemgang ved tavle og elevforsøg er for eleverne at se de helt dominerende undervisningsformer, men samtidig også de undervisningsformer, eleverne tror de lærer mest af. Kollektive arbejdsformer benyttes ikke i større omfang og betragtes med betydelig skepsis".*

I resumeet af spørgeskema- og interviewundersøgelsen i 3.mF gymnasieklasse finder vi følgende om lærerrollen, undervisningen og faget:

> *"Læreren står helt centralt i elevernes billede af fysikundervisningen. Det handler ikke kun om undervisningsmetoder, men i endnu større grad om læreren som menneske: Hans holdning til eleverne i timerne og udenfor. Her synes fysiklæreren ikke at kunne klare sig i forhold til andre fags mere "menneskelige" lærere.*
>
> *Nøgleordene i elevernes krav til fysikundervisningen er forståelig, varieret og relevant undervisning. Dette må ses på baggrund af en "standardundervisning", som er lærebogscentreret snarere en emnecentreret, og som kun i ringe grad inddrager problemstillinger ud over de snævert faglige."*

I dag er det almene 3 årige danske gymnasium, som modtager ca. 40% af en ungdomsårgang, opdelt i en matematisk (ca. 55%) og en sproglig (ca. 45%) linie. Heraf har den matematiske linie obligatorisk fysik i de to første år og mulighed for at vælge fysik på højt niveau i det 3.år. Det gør ca. 19% af eleverne på den matematiske linie. Principielt er der ingen større forskel på målene for de to niveauer, men på det høje niveau lægger man mere vægt på videnskabsfaget og dets sprog herunder matematik. Der afholdes en mundtlig eksamen på obligatorisk niveau altså efter de første to år. Det høje niveau har både en mundtlig og en skriftlig eksamen. Det faglige stof, som forventes behersket til skriftlig eksamen på det høje niveau omfatter også stoffet fra det obligatoriske niveau. Dette har et åbenbart "backlash" på undervisningen i de to første år. De nedenfor refererede elevfortællinger skelner ikke mellem de to niveauer.

En ny undersøgelse i 1998-99 af gymnasiefysikken fra Aarhus Universitet, GFII-rapporten: "Undervisningsstil og læringsudbytte" (Krogh og Thomsen 2000), henvendte sig til eleverne i 1.gymnasieklasse. Den er blevet fulgt op af en undersøgelse i foråret 2000, som henvendte sig til elever i 2.gymnasieklasse, GFIII-rapporten: "Hvordan gik det så med fysikundervisningen og elevernes udbytte" (Krogh et al. 2001), hvorved det var muligt at finde indikationer for ændringer i de undersøgte parametre. Sammenfatningerne i GFIII er da også for en stor dels vedkommende relaterede til GFII. Her skal blot citeres nogle få relevante resultater. Om undervisningen siger GFII (side 64):

> *"Fysikundervisningen karakteriseres ved et meget begrænset udbud af arbejdsformer og aktiviteter, hvis hyppighed opleves forskelligt af elever og lærere. Dagligdagen består i alt væsentligt af lærermonolog/lærerstyret samtale, opgaveregning eller eksperimenter uden frihedsgrader for eleverne. Computere anvendes jævnligt i undervisningen".*

Herom siger så GFIII (side 38):

> *"Fysikundervisningen karakteriseres også i slutningen af det obligatoriske forløb af et relativt begrænset udbud af arbejdsformer og aktiviteter. Lærermonolog og lærerstyret klassesamtale, kombineret med opgaveregning og eksperimenteren dominerer ifølge eleverne hverdagen i fysiklokalet. Bemærkelsesværdig er dog den*

øgede hyppighed af projektarbejde. Desværre går det hyppige projektarbejde hånd i hånd med en mindre positiv elevoplevelse af projektarbejdet!".[1]

Om elevernes indflydelse på undervisningen siger GFII (side 65):

"Eleverne har – på dette tidspunkt i 1.g – meget lille indflydelse på undervisningen. Indhold, arbejdsformer og rammer for undervisningen fastlægges af læreren, dog med en hvis lydhørhed fx omkring deadlines for skriftlige arbejder".

Mens GFIII (side 38) om dette siger:

"Der er kun sket ubetydelig fremgang m.h.t. elevmedbestemmelse i forhold til undervisningen. Det er elevernes oplevelse, at undervisningen meget sjældent tager udgangspunkt i deres ideer, og at de sjældent er med i planlægningen og evaluering af undervisningen. Valget af arbejdsformer har de lidt større indflydelse på."

Som vi skal se nedenfor, så er der et åbenbart sammenfald mellem relevante resultater fra disse undersøgelser og de meninger og holdninger, som kommer til udtryk i Evalueringsinstituttets rapport.

På det eksperimentelle område gør det samme sig gældende men mere indirekte i rapporterne fra det EU støttede projekt: "Labwork in Science Education", der rummer resultater fra 6 europæiske lande herunder Danmark (Séré et.al.1998). Her viser spørgeskemaundersøgelse, at langt den overvejende del af forsøgsvejledningerne i de tre naturvidenskabelige fag biologi, fysik og kemi på højt niveau i i 3.gymnasieklasse udgøres af de såkaldte "kogebogsopskrifter".

"....the most frequent type of labwork is the same: student working in small groups, interacting with real material and/or equipment and following detailed instructions in a labwork sheet given by the teacher. Open-ended activities where students have a certain autonomy in the decisions are much less frequent particularly at secondary school level." (Séré et.al.1998, part 3, page 10)

[1] Det drejer sig her sandsynligvis om det i 1989 i undervisningsbetænknigen og vejledningen indførte 10 lektioners eksperimentelle projektarbejde.

For Danmarks vedkommende udgør "kogebogsopskrifterne" 80% af al praktisk arbejde (se Séré et.al. 1998, Working Papers 2).

Også rapporten fra TIMSS (Allerup et.al. 1998), pladserer dansk skolefysik i et større internationalt perspektiv, selvom dens resultater ikke umiddelbart kan relateres til de forhold, der skal omtales her.

Andre værdifulde bidrag til indsigt i dansk fysikundervisningen kan man få gennem ALF (At lære fysik 2001), AFU (Autentisk fysikundervisning) (Bangsgaard et.al.2001) og en Ph.d-afhandling af Jens Dolin (Dolin 2002). Disse projekter tager udgangspunkt i spørgsmålet om, hvad der er det svære ved fysik i skolen.

Danmarks Evalueringsinstituts evaluering.

De overordnede problemstillinger i Danmarks Evalueringsinstituts evaluering af gymnasiefysikken handler om progression i gymnasieuddannelsen og forudsætningerne for en videregående uddannelse. I rapporten bliver der givet en lang række anbefalinger rettet mod skoleejerne, undervisningsministeriet, fagkonsulenten, lærerne osv.

Evalueringen baserer sig på et betydeligt dokumentationsgrundlag. Hver af de 15 repræsentativt udvalgte skoler udarbejdede grundige selvevalueringsrapporter, som bestod af tre dele: En del fra skolens fysiklærere, en fra skolens ledelse og en fra udvalgte grupper af fysikelever. Som vejledning til selvevalueringsrapporterne var der udformet en række essentielle spørgsmål til lærerne, ledelse og elever.

Hver af skolerne blev efterfølgende besøgt af evalueringsgruppen, som på baggrund af selvevalueringsrapporterne gennemførte fokusinterviews med de tre grupper.

Derudover blev der på de 15 gymnasier gennemført en omfattende spørgeskemaundersøgelse blandt eleverne i 1. og 2. gymnasieklasse og blandt eleverne i 3. gymnasieklasse .

Endelig blev der foretaget en række fokusgruppeinterviews blandt studenter og undervisere fra relevante videregående uddannelsesinstitutioner

En af de mest interessante evalueringsredskaber var imidlertid elevernes selvevalueringsrapporter, som bestod af tre fortællinger: En fortælling om det gode ved fysik, en fortælling om det dårlige ved fysik og en fortælling om, hvordan fysikfaget og undervisningen burde være. Fortællingerne er blevet til på baggrund af diskussioner i en med hensyn til

klassetrin og køn repræsentativt udvalgt elevgruppe på typisk 6 elever. Elevfortællinger som metode i et evalueringsprojekt har vist sig at være meget frugtbart. Eleverne fik på denne måde bearbejdet både deres negative og deres positive syn på faget, og det er elevernes "egne stemmer", som kommer frem i fortællingerne. Gennem disse fortællinger viste mange elever en høj grad af modenhed og evne til at reflektere over fysikfaget og undervisningen i skolen.

De udtalelser, der er udvalgt her, mener vi, antyder tendenser i elevernes vurderinger. Imidlertid har vi også valgt nogle mere specielle udtalelser. Derved får vi præsenteret mangfoldigheden af synspunkter og vist bredden i elevernes vurderinger. Bortset fra det, så vil vi selvsagt ikke generalisere til hele den population, som eleverne er udvalgt fra.

Elevfortællingerne.

Eleverne blev, som nævnt, bedt om at skrive tre fortællinger: om det gode, om det dårlige og om, hvordan det burde være. Dette er selvsagt ikke let. Elever fra alle tre gymnasietrin skulle som gruppe blive enig om, hvad der er vigtigt, og hvad der hører til i hver af de tre forskellige fortællinger. Der er mange og delte meninger om fysikfaget, og dermed kan momenter, som nogle mener hører til det gode, for andre høre til det dårlige. En elevgruppe udtrykker dette sådan:

> *"Indholdet bliver et problem, for hvis nogle mener at noget skal stå under det spændende, er der andre som mener at det skal stå under det kedelige. Derved opstår problemet fordi alle vil have det problem de synes er vigtig, væsentlig forbedret. Men da nogen synes det modsatte, kommer det til at stå begge steder, og derved fås en dobbelttydig mening*."

En del af elevfortællingerne er nok præget af dette dilemma. F. eks. bliver tavlegennemgang, gruppearbejde, eksperimenter og projekter nævnt som noget, som kan være af det gode, men som også kan være af det dårlige. Vi kommer tilbage til flere eksempler nedenfor.

I det følgende vil vi se på elevfortællingerne om "det gode", om "det dårlige", og om "hvordan det burde være" i forhold til spørgsmålene om, hvordan eleverne opfatter selve faget, undervisningen og lærerrollen. Tallene 1, 2 eller 3 efter hvert citat, henviser til om citatet er hentet fra 1 - "det gode", 2 - "det dårlige" eller 3 - "som det burde være".

Fysikfaget.

Når eleverne skal fortælle om det gode ved fysikfaget, er der to forhold, som hyppigst bliver nævnt. Det er, hvordan fysik hænger sammen med vores forståelse af hverdagen og virkeligheden, og hvordan fysik og matematik på en positiv måde hænger sammen, og hvordan de kan uddybe eller forstærke hinanden.

Hverdag og virkelighed.

De allerfleste af grupperne skriver noget om, at fysikfaget er godt eller spændende, når det er knyttet til den hverdag eller virkelighed, som eleverne oplever, og at der derved bliver en sammenhæng mellem teori og praksis. Nogle af grupperne finder også dette aspekt vigtigt for at *forstå* hverdagen og virkeligheden.

En gruppe skriver f eks:

> *"Det, der får fysik til at virke fascinerende, er de timer, hvor der pludseligt går et lys op for én. Som når man f.eks. pludselig kan se sammenhængen mellem de formler, man benytter, og de erfaringer man har gjort sig i hverdagen eller ved forsøg. At det gør mere ondt at falde af en cykel med stor hastighed end af en cykel, der står stille, kan pludseligt forstås ud fra energibetragtninger." (1)*

Eller som et par andre grupper skriver:

> *"Fysik er spændende, fordi man får en indsigt i de bagvedliggende sammenhænge i hverdagen. Tingene der sker omkring os, giver mere mening, når vi egentligt ved hvad, hvordan og hvorfor det sker. Ved at drage paralleller til fysikrelevante hverdagsgenstande / fænomener, forekommer pensum mere interessant og nærværende" (1)*

> *"I vores gruppe var næsten alle inde på, at det der først og fremmest gør fysik interessant er, at det giver en forståelse af hvordan verden er sat sammen. F.eks. er fysik med til at fortælle hvordan tingene omkring os ikke bare "sker", men at der er en sammenhæng med det hele. At man også kan genkende elementer fra fysikken, i hverdagen er også med til at gøre faget interessant at arbejde med." (1)*

Også i fortællingerne om hvordan faget burde være, bliver fagets relevans og sammenhængen mellem teori og praksis fremhævet.

> *"Fysik kunne blive et mere spændende og nærværende fag, hvis man gjorde mere ud af at virkeliggøre teorien og vise, hvad man bruger den til praksis. Dette kunne f.eks. gøres ved virksomhedsbesøg, hvor man finder ud af at viden om fysik er en nødvendighed. På virksomheden ser man brugen af det teoretiske fysik, som man er blevet undervist i. Man ville så have en mulighed for at se, hvad fysik f.eks. kan bruges til efter gymnasiet, og man får så muligheden for at have noget at arbejde frem imod med hensyn til fysik."* (3)

Nogle af elevfortællingerne giver således også udtryk for, at det dårlige ved fysik netop er, at faget *ikke* er relevant og for lidt virkelighedsnært.

> *"Emnerne i fysik ligger meget langt fra hinanden. Noget af lærdommen kan man sætte i forbindelse med sin hverdag, men ofte er det meget fjernt fra ens hverdag. Det er netop, når man kan se en sammenhæng i emnerne og til ens eget liv, at det bliver interessant, men som oftest er det ikke sådan, det foregår. Emnerne er nogen gange så fjernt fra ens hverdag, at man faktisk ikke kan genkende det.*
>
> *Nu lyder det måske værre, end det faktisk er, men faktisk forholder det sig sådan, at nogen medlemmer i gruppen mener, at f.eks. atomfysik kan være spændende, men medmindre du vil være atomfysiker, kan du ikke bruge det til noget! (2)*

Ekskursioner og besøg på virksomheder bliver ofte nævnt som kærkomne variationer i den sædvanlige undervisning. Imidlertid er der flere grupper, som peger på, at sådanne aktiviteter udenfor skolen også på en god måde kan bidrage til at knytte fysikfaget til hverdagen.

> *"Noget andet, der gør fysik spændende er, at man har mulighed for at tage på ekskursioner, hvor man ser, hvordan fysik bliver brugt i praksis. Altså det, at man ikke kun underviser i formler, men også kan lave en varieret undervisning, så man kan sætte formler mm. i relation til ting fra hverdagen." (1)*

Fysik og matematik..

Sammenhængen mellem fysik og matematik og anvendelsen af matematik bliver ofte nævnt som værende problematisk for eleverne. Selv om matematikken ikke er specielt avanceret, så kan selve ”oversættelsen” fra et fysisk fænomen til en matematisk ligning være et problem. Eleverne giver ret nuancerede vurderinger, og de fleste af grupperne nævner den til dels spændende og positive sammenhæng mellem fysik og matematik. Dette er interessant, fordi anvendelsen af matematik i skolefysikken har været en tilbagevendende diskussion yderligere accentueret af, at der i det danske gymnasium ikke kræves matematik på højt niveau for at vælge fysik på højt niveau. Her får vi altså problemstillingen tydeliggjort gennem elevernes egne formuleringer.

> *”Mens man i andre fag udelukkende bruger fagligt stof fra det givne fag, benytter fysikken sig i høj grad af matematikken. Dette medfører, at matematikken opfattes mere virkelighedsnær og ikke så meningsløs, samtidig med at træning i det ene fag, smitter af på det andet fag. Hvis man har en baggrundsviden eller forståelse gennem et andet fag, kan man føle sig mere sikker i faget fysik - selv hvis man i forvejen ikke har det så nemt med det. På den anden side set, lærer man de fysiske konsekvenser af de formler, man lærer i matematik, som så kan give en større forståelse af matematikfaget.” (1)*

> *"Man opdager, hvorledes matematikken kan anvendes i fysikundervisningen og omvendt efterhånden som faget skrider frem i løbet af året. Denne tværfaglighed bevirker, set fra manges synspunkt, at det ikke længere blot er skarpt opdelte fag, men derimod et mærkbart og nyttigt samarbejde mellem de forskellige fag indenfor det naturvidenskabelige område." (1)*

Nogle grupper fremhæver imidlertid også, at en dårlig sammenhæng mellem matematik og fysik er med til at gøre faget kedelig. En ensidig fremhævning af det formalistiske og kvantitative i modsætning til en mere kvalitativ behandling af fysikken kan medvirke til at gøre faget både kedelig og vanskelig.

> *"Det, der gør fysik kedelig, er, at faget ofte er meget teoretisk præget og ofte langtrukket, da man gennemgår det samme igen og igen. Der*

er ikke nogen struktureret sammenhæng mellem fysik og matematik." (2)

"Årsagen til den kedelige del af faget er, at matematikkens betydning for stor. Ofte udledes bare en formel, hvori man indsætter forskellige værdier, og dette gør det virkelighedsfjernt. Et andet problem opstår, hvis man ikke har den fornødne viden pga. manglende gennemgang i et andet fag. Fysik på højniveau kræver mere eller mindre at man har matematik på højniveau, ellers opstår der meget nemt en manglende forståelse. Fysik er derfor alt for afhængig af matematik." (2)

"Formler skal følges af en kvalitativ forklaring, da pædagogiske billeder kan være nemmere at forstå end en formel sort på hvidt. Modsat må disse pædagogiske billeder ikke være for børnehaveagtige, da dette blot virker latterligt og mindsker motivationen." (2)

Det vanskelige ved fysik..

Flere af elevgrupperne er mere eller mindre eksplicit inde på, hvad der gør fysik til et så vanskeligt fag. I den forbindelse nævner eleverne på et stort pensum, et højt tempo og mange abstrakte begreber. I en del tilfælde får også selve undervisningen skylden for at fysik fremstår som vanskelig. Manglen på tilknytning til hverdagen og på relevans bliver også hyppigt nævnt som årsag til, at faget opleves som vanskeligt.

"Fysikundervisningen har tendens til at blive uoverskueligt, på grund af de mange begreber, formler og enheder. Desuden har flere af bogstaverne ofte flere betydninger, f.eks. "c" (kan både betyde specifik varmekapacitet og lysets hastighed). Samtidig omhandler emnerne ting som vi ikke kan se og "føle på", hvilket yderligere kan gøre tingene svære at forstå. (....)Fysik i gymnasiet er et meget tungt fag. Med det menes at der er mange nye udtryk og begreber som skal læres. Det tager lang tid "at sætte på plads", og det gør fysik svært at overskue." (2)

Det kan være svært at se, hvad man skal bruge fysikundervisningen til i hverdagen, medmindre man skal være elektriker, ingeniør eller lignende. Eleverne har oftest aldrig været på virksomhedsbesøg eller ekskursioner, der kunne hjælpe til med at gøre faget mere virkelighedsnært og relevant. (2)

Undervisningen.

Eleverne har rigtig meget at sige om undervisningen. Igen er ingen arbejdsform entydig godt eller dårligt.

Variation.

I den gode fysikundervisning benytter man mange forskellige og hyppigt skiftende arbejdsformer og metoder. Entydigt dårligt er ensformighed.

> *"Variation er nøgleordet i hele diskussionen om, hvordan undervisningen kan forbedres. Variation i undervisningen er altafgørende for om eleverne finder faget spændende -..... Der var i gruppen mange forslag til forbedringer af faget, men i bund og grund handlede de alle netop om variation." (3)*

> *"Variation er en nødvendighed." (3)*

Det kan ved en overfladisk betragtning virke lidt paradoksalt, at undervisningens forskellige arbejdsformer får såvel positive som negative bedømmelser. Imidlertid er eleverne beskrivelser særdeles nuancerede. Således afhænger vurderingerne af, hvordan arbejdsformen anvendes og udformes af lærere og elever. Mange besvarelser rummer således begrundede vurderinger og egentlige pædagogiske refleksioner over, hvad der fremmer eller stiller sig i vejen for engagement, motivation og læring.

Klasseundervisning med læreren som den centrale person oftest placeret ved tavlen..

Præsentation eller gennemgang af lærestof ved tavlen er ifølge eleverne den klart dominerende arbejdsform. Det er den, som skaber ensformigheden i undervisningen, hvilket som ovenfor omtalt får en negativ vurdering af eleverne.

> *"Der er bred enighed om, at fysikundervisningen skal være mere afvekslende. Undervisningen lægger i for høj grad vægt på tavleundervisning." (3)*

Ser man imidlertid nærmere på beskrivelserne af klasseundervisningen, så er vurderingerne nuancerede i relation til interesse, motivation og læring.

”Teorien er en vigtig bestanddel af fysikken. Det kan tit være meget spændende og godt at få en gennemgang af teorien på tavlen. Det er her, man får indsigt i omverdenen, så man kan forstå og forklare fænomener, der forekommer i naturen.” (1)

Lærerforedraget kan således efter flere elevgruppers mening have en positiv funktion i undervisningen ved at være igangsættende for motivation og interesse, mens en for lang teoretisk stofgennemgang efter mange elevgruppers mening kan have negative konsekvenser.

”... man mister måske endda helt lysten til at arbejde mere med det pågældende emne, og de ting, som man netop finder spændende, kan tit ligefrem blive ”snakket ihjel”. (2)

Det er især lærerens for lange enetaler, som er et af de væsentlige problemer. Det opfattes ofte af eleverne som manglende hensyn til elevernes forudsætninger.

”Teoritimerne har altid haft et meget dårligt ry. Men det er jo fordi det ikke virker så interessant når læreren bare står og terper og forklarer og forundres over at det egentlig er så nemt. Det syntes de fleste ikke, for de har tit svært ved at følge med. Det ville altså være bedre, hvis der blev sat mere fokus på at få alle eleverne med.” (3)

Dialogen med eleverne i tilknytning til en gennemgang af stoffet med læreren som den centrale person anses dog af de fleste elevgrupper som et positiv bidrag til den enkeltes interesse og læringsproces.

”Som i alle andre fag er det vigtigt, at undervisningen foregår gennem dialog og ikke gennem monolog. Eleverne kan lære meget af at gennemgå stoffet for hinanden både med hensyn til forsøg og teori.” (3)

Eleverne er imidlertid bevidste om, at det ikke er en hvilken som helst klassedialog, som har denne positive effekt på interesse og læring. Dialogen skal foregå med alle elever og ikke med de få som markerer sig og dominerer ved i højere grad at mestre fysikkens sprog.

”Den skrappe elev kommer ofte til at kede sig, da denne sikkert har forstået stoffet hjemmefra, modsat den svage elev, der ofte opgiver at følge med, hvis læreren spiller pingpong med de dygtige elever.” (2)

Eleverne til tavlen.

Overhøring i lektien, som led i stofgennemgangen får ikke mange ord fra elevgrupperne, selvom det nævnes f.eks. som en kontrolforanstaltning. Derimod nævner mange elevgrupper muligheden af selv at komme i spil som ”forelæser”. Dette får en reflekteret og entydig positiv vurdering.

”Elevfremlæggelser er en fordel, da den elev som fremlægger stoffet, vil formulere sig i et sprog som kan få de andre elever til at forstå stoffet bedre, end de måske gjorde før, da bøgernes fremstilling ofte kan være svær at forstå.” (3)

”Elevoplæg er også spændende. Når man selv skal forberede en fremlæggelse, opdager man nye ting, og man kan selv få lov til at undersøge eller udforske det pågældende emne. Det betyder også, at det ikke bliver læreren, der står ved tavlen og taler hele tiden, så det bliver lidt varieret.” (1)

"At lade eleverne forklare fysik ved tavlen for de andre elever, gør dem bedre til at formulere sig i det fysiske sprog. Endvidere er situationen sund med hensyn til nervøsitet og forståelse af andres tankegang." (3)

"Man bør gøre mere ud af, at udvikle elevernes artikulation, dvs. mindre tavlegennemgang fra lærerens side. I stedet kunne man gå mere op i, at eleverne skulle gennemgå noget." (3)

”I fysikundervisningen bliver der ikke lagt nok vægt på, at eleverne skal lære at udtrykke sig mundtligt. Dette kan give problemer til den mundtlige eksamen” (2)

Gruppearbejde.

Gruppearbejde viste sig at være nok så kontroversielt et emne, som alle elevgrupper kortere eller længere forholder sig til. Eleverne er helt klar over, at gruppearbejde i praksis kan fremtræde på mange måder. Deres opfattelser afspejler deres egne erfaringer, men deres mange pædagogiske

refleksioner og vurderinger går langt udover det selvoplevede i fysiktimerne. En elevgruppe nævner det ganske væsentlige forhold, at gruppearbejde sjældent danner grundlag for evaluering af den enkelte elev. Det er, fordi det efter gruppens mening er for vanskeligt for lærere at foretage en sådan vurdering.

Nogle elever finder, at læreren ikke i tilstrækkelig grad sørger for gruppedannelse, som kan sikre et godt arbejde i grupperne:

> *"Lærerne bør gå mere aktivt ind i opdelingen af grupper for at sikre, at alle får noget ud af undervisningen. For at samarbejdet bliver optimalt er det vigtigt, at læreren sørger for at blande eleverne tilpas, så man får nye 'input' men stadig kan arbejde sammen." (3)*

Samme elever skriver i lys af den solidaritet, der er i mange elevgrupper, at en differentiering efter forudsætninger kan være tabu:

> *"Selv om det for mange er et tabu, er niveau-opdeling af klassen ikke altid en dårlig ting. Differentieret undervisning kan godt virke meget barsk, men kan være fordelagtig både med hensyn til gruppearbejde, forsøgsvejledning etc. Det er en fordel, fordi man er i gruppe med jævnbyrdige, så alle er på samme niveau og kan få passende udfordringer." (3)*

Andre elever ser imidlertid også en fordel i at danne grupper af elever med forskellige forudsætninger:

> *"På den anden side kan de ikke niveauopdelte grupper give anledning til elev til elev undervisning. De fagligt stærke elever kan ofte forklare tingene bedre og med et helt andet, måske mere forståeligt sprog end læreren. Dette øger forståelsen hos alle. Den fagligt stærke er nødsaget til at forklare tingene, og får dermed selv en bedre forståelse." (1)*

Og gruppen fortsætter:

> *"Det gælder om for læreren at finde den gyldne middelvej og se hvad der er stemning for i klassen. Ellers kan begge gruppeinddelinger gå grueligt galt." (1)*

Hvad er det da, der kan gå galt? Ja, f.eks. kan elever føle sig nedvurderet ved at blive opdelt efter lærerens opfattelse af elevernes forudsætninger:

> *"Differentieret undervisning kan stadigvæk være et problem blandt eleverne, idet man nogle gange kan føle sig stemplet. Vi mener dog, at denne form for undervisning, vil kunne udvikle flere elevers fysikevner." (3)*

Ved grupper med blandede forudsætninger holder de gode intentioner ikke altid, hvis de dygtige elever dominere gruppen, og de svage fralægger sig ansvaret for arbejdet:

> *"Der vil typisk være nogle enkelte i gruppen som kontrollerer arbejdsgangen og nogle andre som falder bagud. Samtidig mangler en sådan gruppe ofte seriøsitet." (1)*
>
> *"Nogle ser gruppearbejde som et frikvarter, da det er let at indtage en neutral rolle i gruppen, især hvis der er nogle elever, som kan stoffet bedre end dem selv. Ansvaret for indlæringen mener de ikke længere ligger hos dem selv, men kollektivt. – Det er der desværre mange lærere der ikke har opfattet." (1)*
>
> *"...det er let for de svage elever at gemme sig og fralægge sig ansvar. Derfor er det svært at motivere folk til at samarbejde. De hårdtarbejdende trækker læsset og kører sur i et fag, som de ellers godt kan lide." (2)*

Det kan også ske at eleverne føler sig fagligt ”fortabt”, idet nogle ikke ser gruppearbejde som en mulighed for læring, men snarere some et forum, hvor lærestof skal præsenteres:

> *"Efter min overbevisning ville gruppearbejde være tidsspilde, da det er svært at forstå stoffet ved gennemlæsning." (2)*
>
> *"Det sker tit, at eleverne ikke har forstået noget af det, der er blevet gennemgået, inden de går ud for at arbejde i grupperne. Så er det jo klart, at der ikke bliver lavet noget." (2)*

Andre elever ser derimod en faglig udfordring i arbejdet og netop som en mulighed for udvikling og læring.

> *"...her har mulighed for selv at fordybe sig i det givne emne og lave en dybdegående research af de ting, man ikke er så god til. Man får mulighed for at arbejde selvstændigt, men samtidig er man nødt til at tage del i gruppen, så man i den sidste ende kan få et rimeligt udbytte af gruppearbejdet. (1)*

Fungerer gruppearbejdet, da er de fleste elever ikke i tvivl om læringseffekten og en social funktion, som rækker ud over skolen:

> *"Gruppearbejde kan gøre forståelsen for emnet bedre. Når eleverne sidder og forklarer stoffet for hinanden, anvender de andre ord end læreren ville have gjort, hvilket gør det lettere for nogle elever at forstå. Samtidig får eleven som forklarer, en mulighed for at udvide sin viden, og får en øvelse i at fremlægge for andre." (3)*

> *"De mange timer med gruppearbejde styrker ens evne til at samarbejde i det fremtidige liv." (1)*

Det eksperimentelle arbejde.

Generelt er eleverne glade for at lave eksperimenter eller forsøg, som det almindeligvis kaldes. Det er ikke bare fordi det skaber variation i undervisningen, for der bliver knyttet mange pædagogiske refleksioner til det eksperimentelle arbejde:

> *"Det er også altid rigtig godt, når man skal lave forsøg enten selv eller i grupper. Så bliver man selv en del af undervisningen. Man får ligesom selv hænderne i det, og så bliver det hele lidt mere interessant."* (1)

> *"Forsøgene i fysik gør faget sjovere og mere spændende. Det betyder ligeledes at man skal arbejde i grupper hvilket også kun er med til at gøre undervisningen bedre og mere alsidig." (1)*

Eleverne lægger megen vægt på forståelse. Det fremtræder især ved, at forsøgene og teorien skal have nær tilknytning til elevernes virkelighed. Ligeledes skal teorien være knyttet til eksperimenterne, både til dem

læreren laver som demonstration og til dem, eleverne laver, og der antydes også af og til en relation mellem teori og praksis i epistemologisk forstand:

> *”Det skaber god forståelse for fysikken med mange små uforpligtende forsøg – både demonstrationsforsøg og elevforsøg. Der kan nemlig perspektiveres til virkeligheden gennem forsøg.” (1)*

> *"Ved hjælp af forsøgene kan man bedre forstå det teoretiske stof og man ser at teori ikke nødvendigvis altid stemmer overens med de praktiske udførelser." (1)*

> *”Også det at få en grundlæggende teori angående de forsøg, man udfører, og eventuelt ændre opfattelse og tolkning er godt. Man får tit svar på mange spørgsmål, som man i tidens løb har stillet sig selv, og det går op for en, hvor mange af de ting, der omgiver os i vores dagligdag, der afhænger af videnskaben bag det.” (1)*

Det er især elevernes egne eksperimenter, som bliver fremhævet positivt. Herunder får også elevvejledningerne og deres strukturering nogle kommentarer:

> *”Når man selv står med forsøget i hænderne forstår man bedre hvad der foregår, end hvis læreren laver forsøget. Det er ikke altid lige nemt at forstå, hvis læren bare fortæller om det.” (1)*

> *"Vi har inden da fået en ordentlig overskuelig forsøgsvejledning, der er indrettet efter skolens nye tekniske forhold. Vi er inddelt i grupper, og udfører selv forsøgene, men får kyndig vejledning af en let og elegant fysiklærer-hånd." (3)*

I det ovenstående citat giver en elevgruppe således udtryk for, at eleverne gerne vil have en overskuelig vejledning. Denne såvel som mange andre kommentarer udtaler sig imidlertid ikke om detaljeringsgraden af vejledningen. Er der tale om en ”kogebogsopskrift”, eller drejer det sig om en mere åben vejledning. Der kan f.eks. ikke være noget kogebogsagtigt over vejledninger, der får denne kommentar:

> *"Det selv at få lov til at lege og udtænke forsøg, giver også rutine, men kan bruge senere. Her er det muligt at finde ud af, om det man*

regner med sker, også sker i virkeligheden. Og på den måde finder man ud af, om man har forstået teorien rigtigt." (1)

Man kan imidlertid også få en antydning af elevernes holdninger til detaljeringsgraden og struktureringen gennem de negative kommentarer:

”Når man laver forsøgene, slår man ofte hjernen fra og følger fremgangsmåden, som man har fået udleveret slavisk. Engagementet og koncentrationen ryger derfor helt, og til sidst står man så tilbage med nogle forsøgsresultater, som man helt har glemt, hvordan man kom frem til, og som man ikke ved, hvad man skal bruge til.” (2)

Elevernes holdning til teoriens betydning giver sig også udslag i et krav om at have de teoretiske forudsætninger forud for eksperimenterne. Udover, hvad der allerede noget implicit er givet udtryk for ovenfor, så er det de negative kommentarer, som her giver det bedste indblik:

"Noget der ville være rigtig fedt, var hvis læreren lavede en slags indledning til det forsøg man skal i gang med, så en ellers klassisk fysiklærer-fejl kan blive undgået. Det sker nemlig tit, at læreren bare går i gang med et forsøg, uden at eleverne får noget at vide om, hvad det omhandler. Man får ikke forklaret noget om, hvad dette forsøg egentlig skal bruges til. Man får forklaret, hvilke materialer man har at gøre med, men ellers ikke noget." (3)

"Forsøgene er ”en dræber”, hvis ikke man får udleveret en udførlig øvelsesvejledning (først teori, dernæst forsøg om dette)." (2)

Udover elevforsøgene omfatter elevernes obligatoriske eksperimentelle arbejde et 6-9 lektioners forløb af projektagtig karakter. Forløbene kaldes også ofte for 10-timers projekter ifølge en ældre fagbeskrivelse. Her er det meningen, at eleverne i grupper på 2-4 elever sammen med læreren selv vælger indhold og planlægger forløbet. Disse forløb får oftest en positiv vurdering, selvom arbejdet ofte kan blive begrænset af praktiske problemer. Det er kvaliteterne ved gruppearbejdet og den nødvendige teoretiske fordybelse, som her får nuancerede vurderinger:

"Ti-timersprojektet var en radikal anderledes måde at arbejde på, men det fungerede ikke altid optimalt. Vi var 24 elever om 1 lærer,

hvilket gav store flaskehalsproblemer, da alle grupperne skulle have råd og vejledning, inden de kunne gå i gang med de forskellige forsøg." (2)

"Denne arbejdsform blotlagde også, hvor svært det er at bruge det teoretiske fysik, som vi havde lært. Man kunne ikke selv danne sig et overblik over, hvad der skulle komme ud af de forskellige forsøg og hvad man egentlig skulle bruge resultaterne til." (2)

"Øvelser og projekter angriber fysikken på et teoretisk og et praktisk plan, og det gør, at vi som elever bedre kan relatere til de en gang imellem abstrakte teorier. Forsøgene stiller krav til den enkelte elevs selvstændighed og giver samtidig mulighed for et tæt samarbejde med de andre elever i klassen. Samarbejdet bevirker, at vi får flere synsvinkler på en problemstilling, hvilket kan hjælpe til nemmere at bearbejde projektet." (1)

"10-timers projektet er en udmærket metode til at få større indsigt i et særligt emne. Dette kræver dog en stor selvdisciplin og samarbejdsvilje af alle i gruppen. Når man selv kan vælge sit emne, gør det højst sandsynligt motivationen større, fordi det er noget man kunne tænke sig at uddybe på grund af egne interesser og ideer." (1)

Projektarbejde og tværfaglighed.

"Samarbejde samt tværfaglige projekter med biologi, kemi og matematik skal der være mere af. Eleverne bør have langt mere indflydelse, så de igen selv har en mulighed for at regulere rammerne." (2)

Tilkendegivelser som den ovenstående er der en del af fra elevgrupperne. Selvom de længerevarende (6-9 lektioner) eksperimentelle forløb kan være projektagtig organiseret, så kan de næppe anses for et projektarbejde forstået som en særskilt arbejdsform i undervisningen. Kun de færreste elever har oplevet projekter, som tager udgangspunkt i et for dem virkelighedsnært eller interessant problem eller emne, og som de selvstændigt arbejder med såvel teoretisk som praktisk. Når projektarbejde tages med her, er det først og fremmest, fordi enkelte elevgrupper efterlyser også denne arbejdsform på grund af de kvaliteter, som de tillægger den:

"Vi kunne også forestille os, at undervisningen blev mere projektorienteret, dels for at går i dybden med enkelte emner og dels for at forsøge at fange elevernes interesse i længere tid med interessante emner. Fysik vil blive mere udfordrende, hvis eleverne får lov til at lave gruppearbejde mere uafhængigt af læreren. Fysikundervisningen burde være mere selvstændigt præget, hvor man har mulighed for selv at sætte fokus, fx på fysiske egenskaber og teorier, man selv mener kan bruges i praksis." (3)

I forbindelse med projektarbejde nævnes i samme åndedrag ofte tværfaglighed og omvendt samt medindflydelse på undervisningens indhold og arbejdsform. Medindflydelse omtales også i et særskilt afsnit nedenfor:

"Det kunne være interessant og afvekslende, at lave nogle tværfaglige og kreative projekter. Det er få klasser, der i gymnasiet oplever et tværfagligt projekt, hvilket ellers kunne være oplagt med de nye flex-uger." (3)

"I gymnasiet mangler den del der hedder tværfagligt arbejde. Mange lærere har i starten den ide, at der på et eller andet tidspunkt skal være tid til tværfagligt arbejde. Men det bliver aldrig til ret meget. Når man har gang i projekter, er det godt at fordybe sig i det og se det hele fra en anden vinkel, og at få lov til at fordybe sig. Det kan være svært at nå, når man kun arbejder i ét fag.

Som matematikere har vi mange fag, der er oplagte til dette tværfaglige arbejde: Matematik, kemi, geografi, biologi og fysik. Desværre har eleverne ikke megen medindflydelse, da det er lærerens job at være ude med antennen, og få en aftale i hus." (3)

IKT.

Eleverne skriver ikke så meget om IKT og mere moderne udstyr i fysikundervisningen, men ganske mange nævner det kort; f. eks. at computere burde bruges mere, fordi det hører med til det moderne samfund eller lignende. De fleste elevgrupper efterlyser imidlertid mere moderne udstyr eller en form for modernisering af faget i deres fortælling nummer 3 om, altså den om hvordan det burde være. IKT vil naturligvis være en væsentlig del af en modernisering af fysikfaget. Det gælder ikke bare udstyr til dataopsamling, men en række nye muligheder som ligger i

simuleringsprogrammer, internet, brug af regneark og ikke mindst mulighederne for nye kommunikations- og samarbejdsformer for elever og lærere. En af grupperne fremhæver i deres fortælling 3 brugen av moderne udstyr i forhold til at arbejde med fysikkens teoretiske side og nutidige emner:

> *"Desuden inddrages brugen af IT til opsamling af data under forsøg og ved rapportskrivning. Brugen af diverse computerprogrammer og – simulationer til at udbygge og fremme forståelsen af et gennemgået stof gør, at det bliver sjovere at arbejde med teoretisk fysik." (1)*

Den samme gruppen skriver i sin fortælling 3:

> *"Fysik i gymnasiet kunne blive mere spændende hvis undervisningsmaterialet og forsøgsapparater var mere up to date. Inddrager man computere mere i undervisningen – både ved forsøg og ved tavlegennemgang – vil det også gøre fysik mere nutidig. Det betyder at eleverne er mere engagerede fordi de bliver undervist ved brug af det nyeste undervisningsmateriale. Det er sjovere at sidde med nyt materiale end materiale der er 40 år gammelt." (3)*

En anden gruppe peger på, at moderne udstyr kan give læreren muligheder for at gøre fysikfaget mere interessant:

> *"Mere brug af computer/ Internet kan skabe mere interesse for faget, fordi det efterhånden er blevet en hverdagsting at have en computer i hjemmet. De unge er vant til at arbejde med den, og det at lære nye programmer at kende kan give en større motivation til at lave sine lektier. Mange eksempler kan gøres mere overskuelige ved hjælp af Internettets mange farvestrålende og spændende sider." (3)*

Ligeledes kan moderne udstyr gøre selve fysikfaget mere "up to date", idet der kan inddrages flere moderne emner.

> *"I fremtiden vil det være oplagt at bruge en PC i sammenhæng med fysikundervisningen. Dette giver mulighed for at berøre emner inden for fysikken, som ellers havde været umulige at komme i kontakt med. Fremtidens fysikundervisning kan også blive mere interessant, hvis lærerne tager de nye midler, som den teknologiske udvikling giver*

dem, i brug. Samtidig med at lærerne får nye ting at undervise med, kan undervisningsmaterialet måske også laves mere tidssvarende. Der bør inddrages flere aktuelle emner i undervisningen; dette vil øge elevernes interesse og gøre fysik til et mindre teoretisk fag." (3)

Nogle elevgrupper kommer med ganske konkrete anbefalinger:

"I undervisningen skal der inddrages brugen af computere som en naturlig del af fysik. Fysiklærerne skal i 1.g. give eleverne et kursus i brugen af programmer, som er relevante i sammenhæng med fysikundervisningen. Dette forudsætter selvfølgelig, at lærerne kan bruge programmerne og i det hele taget computere. Kursuset vil give eleverne en chance for at lave rapporter ved hjælp af IT-midler." (3)

Elevernes indflydelse på undervisningen.

Som det allerede fremgår af nogle af de ovenstående citater, så har flere elevgrupper diskuteret tværfaglig undervisning og medindflydelse på undervisningens tilrettelæggelse. Begge dele er der hjemmel for i gymnasiets bekendtgørelse og i vejledningerne. Generelt efterlyser eleverne mere indflydelse på undervisningen. Gymnasiebekendtgørelsen siger således:

§ 7.: *Undervisningen skal tilrettelægges, så fagene gensidigt støtter hinanden. Undervisningen skal give eleverne mulighed for at tilegne sig og anvende forskellige arbejdsformer, studiemetoder og hensigtsmæssige ……*
Stk. 2. Ved begyndelsen af undervisningen i det pågældende fag skal læreren sammen med eleverne udarbejde en plan for arbejdet eller gøre eleverne bekendt med en sådan plan. For de senere faser i undervisningen gælder, at læreren og eleverne i fællesskab planlægger arbejdet og regelmæssigt drøfter undervisningen.

Og i *vejledningen* (fagbilaget) til lærerne i fysik står der om undervisningens planlægning:

Undervisningen tilrettelægges af læreren og eleverne i fællesskab. Læreren kan lave et udspil, men eleverne skal have medbestemmelse

om undervisningens fokusområder og på valget af arbejdsformer.
……
…..Det anbefales, at læreren løbende drøfter planlægningen med eleverne og gør det klart, hvilke mål der tilgodeses i de forskellige forløb.

Generelt efterlyser eleverne mere indflydelse på undervisningen:

"Prioritering af emnernes omfang er i for lav grad overladt til eleverne. Selvom bekendtgørelsen har klare rammer, kunne vi godt tænke os at have noget mere indflydelse på, hvad der skal prioriteres højest." (2)

"Sammenarbejdet samt tværfaglige projekter med biologi, kemi og matematik mangler tit helt. Eleverne har langt fra indflydelse nok, rammerne er på forhånd lagt." (2)

"Indflydelse på indholdet af fysik undervisningen gennem at vide hvad pensum er så man kan være med til at planlægge hvilke emner man kan få ind under det givne pensum. Selvfølgeligt med måde." (3)

Eleverne har også en del refleksioner over den positive effekt af medbestemmelsen. Samtidig giver de udtryk for, at der er begrænsninger på indflydelsen. Enkelte angiver også mulige praksiselementer, hvor medindflydelse kunne komme på tale:

"Hvis man giver eleverne indflydelse på en del af undervisningen – altså holder sig til pensum, men alligevel lytter til elevernes idéer, vil eleverne føle, at de har medbestemmelse og derfor være mere positive overfor undervisningen. I dag er man nemlig så bundet af pensum, at der næsten ikke er plads til medbestemmelse." (3)

"Eleverne burde have noget mere medbestemmelse i tilrettelæggelsen af undervisningen, f.eks. med hensyn til forsøg, rapporter, afleveringstidspunkter m.m. I forbindelse med valg af emner, ville det være godt, hvis eleverne kunne være med til at bestemme hvilke emner der skulle arbejdes med i løbet af året. Hermed bliver det sjovere at aflevere opgaver, da de omhandler noget, som størstedelen af klassen

interesserer sig for. Læreren kunne fx opstille en række valgfrie emner, som eleverne så kunne vælge imellem." (3)

"*Eleverne skal have større indflydelse på de forskellige gennemgange af forsøg……. På den måde får man også et større ansvar for sin egen indlæring. Man kan rette hinandens fejl, hvilket også har en stor del at sige når det kommer til, hvor meget man selv får ud af fysikundervisningen." (3)*

Lærerrollen.

Vi har allerede berørt lærerens betydning for undervisningen. Det er ganske klart, at eleverne i høj grad ser på læreren som den helt afgørende for, at undervisningen kan blive god, og at fysikfaget fremstår som interessant og spændende. De fleste elevfortællingerne indeholder mere eller mindre eksplicit noget om læreren og lærerrollen. Det bliver ofte hævdet, at den moderne lærer i hovedsagen skal være vejleder og inspirator for eleverne. Dette bygger på et konstruktivistisk læringssyn, som indebærer, at eleverne ikke modtager kundskab passivt, men selv aktivt konstruerer deres viden.

Lærerengagement.

Flere grupper peger på, at læreren må være inspirerende og engageret, for at undervisningen skal fungere, og for at faget bliver interessant.

"Vigtigheden af lærerens engagement i undervisningen kan ikke understreges nok. Det, at læreren forstår at formidle stoffet på den mest effektive og spændende måde er alt afgørende for elevernes interesse og engagement. Nogle lærere gør f.eks. dette ved en uddybende, men simpel forklaring om fænomener, som f.eks. tyngdekraft (En sten falder til jorden). Ved at forklare dagligdagens problemstillinger med let forståelige eksempler. På den måde gør læreren de, til tider, meget abstrakte teorier til noget alle kan forstå. Derved bliver fysikken interessant." (1)

"Læreren interesserer sig ikke for faget, og er derfor ude af stand til at videreformidle en interessant indgangsvinkel til faget fysik." (2)

"Undervisningen kunne forbedres ved efteruddannelse af lærerne, så de hele tiden finder ny inspiration, og ikke kører sur i de samme

emner og undervisningsmetoder år efter år. For er læreren selv inspireret, vil han ofte bedre kunne inspirere eleverne." (3)

"Det er lærerens opgave at give eleverne udfordringer men også huske, at niveauet skal lægges rigtigt. Det er vigtigt at få alle elever inddraget i undervisningen, så de ikke giver op og mister interessen. Læreren skal ikke kun spørge de elever, som kan finde ud af det, men også prøve at hjælpe dem, som ikke er så stærke i faget." (3)

Læreren som inspirator.

Lærerne skal også være opdateret rent faglig. Selvom eleverne ikke forventer, at læreren skal have viden på alle områder, så er det vigtig, at han inspirerer eleverne til selv at finde frem til ting, de gerne vil vide noget om.

"Hvis læreren ikke er nogenlunde up to date med nye teorier mm., kan man miste lysten til at blive ved med at spørge. Hvis f.eks. en fysikinteresseret elev læser om superledere, så bør læreren støtte denne elev. Læreren behøver ikke nødvendigvis have en stor viden på området, men han skal kunne hjælpe eleven med at finde flere oplysninger om emnet." (2)

Kommunikation.

Når der er tale om læreren og lærerrollen, så drejer det sig også om kommunikation mellem lærer og elev. Vi har i afsnittet om undervisning påpeget, at eleverne oplever for mange monologer fra tavlen. Flere fortællinger reflekterer over dette tema.

"Læreren skal i højere grad benytte sig af "elev-lærere", dvs. lade eleverne gennemgå lektieopgaver, holde små elevforedrag etc. Endvidere opfordres der til to-vejs kommunikation, dvs. læreren stiller ofte spørgsmål ud til klassen og sørger for at denne "er med". (3)

Kommunikation handler også meget om forholdet mellem lærere og elever. Det drejer sig ikke blot om tovejskommunikation og dialog, men også om respekt og hensyntagen til de forskellige elevers niveau og forudsætninger.

"Lærerne har også en del af skylden. Mange formår ikke at formidle lektierne ordentligt ud til eleverne. De har en tendens til at køre

undervisningen op på et niveau, hvor kun de allerbedste elever kan følge med; selvfølgelig skal de også have nogle udfordringer, men ikke på bekostning af resten af klassen. I tilfælde hvor bogen ikke slår til, er det meget vigtigt, at læreren er i stand til at gennemgå lektien ordentligt, forenkle og forklare." (2)

"Selvom læreren er helt inde i faget og mener, at det er det nemmeste fag overhovedet, skal det lige huskes, at der altså sidder nogle elever nede bagved, som har svært ved at følge med. I fysik bliver det nemlig tit sådan, at det er de elever, der er helt med på hvad der foregår, som bestemmer tempoet. Og resten af klassen må så bare forsøge at følge med." (3)

Sprog.

I nogle tilfælde oplever eleverne en sproglig barriere, som har med selve fysikterminologien å gøre. Det kan imidlertid også opleves som en generationsmodsætning. Lærerne taler ikke ungdommens sprog.

"Mange lærere formår ikke at formidle lektien og det hægter ofte alt for mange elever af. Nogle lærere har en tendens til at tale for meget i fagsprog, hvilket kan gøre stoffet meget tørt og svært at forstå. Der er tale om en klar generationskløft. De ældre lærere bør komme på nogle korte intensive kurser, hvor de lærer nutidens pædagogik og ungdommens tone. Dette vil formentlig forbedre undervisningen, da der bliver bygget en bro over generationskløften." (3)

Lærernes tilbagemeldinger.

Kommunikationen og forholdet mellem lærere og elever handler også om, hvordan lærernes tilbagemeldinger til eleverne foregår. Netop dette siger egentlig meget om, hvilke roller henholdsvis lærer og elev har i skolen. Lærerrollen stiller her krav om respekt for eleverne og deres arbejde i videste forstand.

"Når man får sine afleveringer tilbage kort tid efter, man har afleveret dem, har man stadig de problemer, man eventuelt har haft i hovedet under opgaveløsningen, og man kan huske, hvad man har tænkt i den givne situation. Når læreren gennemgår de mest almindelige fejl, har man en chance for at forstå de rettelser, der eventuelt er. Desuden ser man, at det ikke kun er én selv, der har

problemer, hvilket kan være en stor lettelse. Man skal nødvendigvis samarbejde om fysikken, derfor kan det være en fordel, at man har denne fælles basis at gå ud fra - niveaumæssigt." (1)

"Et problem i forbindelse med rapport-afleveringer er, at læreren ofte giver eleverne deres afleveringer tilbage så lang tid efter selve forsøget, at de fleste elever næsten har glemt forsøget og databehandlingen. Dette kan gøre, at man ikke forstår de rettelser, der er lavet, og man kan derfor ikke nå at rette op på dem. Det kan også give problemer, hvis rettelserne af fejlene er for dårlige, da man så ikke forstår, hvad man har gjort galt og dermed ikke lærer af sine fejl. Dertil kommer, at afleveringstidspunkterne ofte ikke følger afleverings-planen. Det betyder, at man ikke kan planlægge sine afleveringer så godt." (2)

Elevernes syn på lærernes efteruddannelse.

Det er flere grupper, som kommer ind på spørgsmålet om mere efteruddannelse af lærerne. Nogle er mest optaget af at fysiklærere trænger til efteruddannelse, fordi de i almindelighed har pædagogiske problemer og fordi undervisningen i så høj grad er afhængig af læreren.

"Lærernes faglige og pædagogiske kunnen er meget vigtig for elevernes indlæring og interesse for faget. Derfor er efteruddannelse en betydningsfuld faktor." (1)

"Nogle fysiklærere og gymnasielærere har i almindelighed pædagogiske problemer. Vi mener at undervisningen er meget afhængig af læreren, derfor er det også vigtigt at læreren er en der kan finde ud af at undervise. Måske skulle man overveje om de fem måneders pædagogikum er nok, mange lærere ligger på et helt andet niveau end eleverne og har ind i mellem svært ved at svare på spørgsmål og kan ofte kun finde ud af at gennemgå ting på en måde. Inden man lærer en lærer at kende kan der ofte være store dele af en klasse der ikke kan følge med i undervisningen" (3)

Andre grupper er mere optaget af nogle mere specifikke aspekter ved lærernes efteruddannelsesbehov. Blandt andet bliver det flere steder fremhævet, at efteruddannelse må give læreren inspiration for å gøre undervisningen god og spændende. Og det behøver ikke først og fremmest

være direkte faglig efteruddannelse, men snarere af hensyn til formidlingen af stoffet.

> *"Fysiklærerne har brug for efteruddannelse. Ikke direkte med hensyn til faget fysik, men med hensyn til at formidle stoffet til eleverne, og gøre undervisningen spændende."* (3)

> *"Videre- og efteruddannelse af læreren giver vedkommende ny inspiration, som så kan reflekteres i undervisningen". (1)*

Derudover er der elevgrupper, som er optaget af, at læreren hele tiden må være ”up to date”, både når det gælder nye emner, og når det gælder ny og moderne teknologi og anvendelse af IKT i undervisningen.

> *"Fysikken er et område, der er i konstant udvikling og dette kræver selvfølgelig en vis tilpasning fra lærersiden. Det ville være naturligt, at tage fat på emner, som også bliver behandlet i medierne, idet det vil være lettere at bibeholde interessen fra eleverne. Nyere fysikemner lægger desuden op til brugen af informationsteknologien i undervisningen, hvilket kræver at lærerne har en vis viden på området. Derfor bør der sættes større fokus på efteruddannelsen af lærerne, især på IT-området, så de har bedre redskaber, når de skal tilrettelægge et undervisningsforløb, som indeholder brugen af IT."* (3)

> *"Hvis læren skal kunne inddrage den nyeste forskning i undervisningen, er det nødvendigt at efteruddanne lærerne." (3)*

> *"Fysiklærernes faglige og pædagogiske efter - og videreuddannelse. Når det gælder den teoretiske gennemgang, så virker fysikundervisningen meget traditionel og en smule gammeldags. Det er meget sjældent at lærerne benytter sig af IT, hvilket især burde indgå i et så teknisk fag. Kravene til eleverne er anderledes nu, og denne udvikling burde undervisningen følge." (2)*

Konklusion.

Findes den gode fysikundervisning? Det er vi efter læsningen af elevsvarene overbeviste om. Men vi er også overbeviste om, at der ikke findes nogen opskrift på det. For som eleverne skriver:

> *"...hvis nogle mener at noget skal stå under det spændende, er der andre som mener at det skal stå under det kedelige.."*

Fandtes der en opskrift, så kunne den jo også leveres som "posesuppe", der blot skulle i gryden og fortyndes mere eller mindre efter behov. Derfor skal den nedenstående konklusion om, hvad der er godt, eller hvad ville være godt ved fysikundervisningen ikke på nogen måde forstås som en opskrift på den gode undervisning. Entydig dårlig er jo nemlig kun ensformigheden. Når eleverne tillægger læreren så stor betydning og samtidig gerne vil have indflydelse på undervisningen, så ser vi det som et tegn på, at eleverne har den opfattelse, at fysikundervisningen bliver til (som al anden undervisning) i et samspil mellem elever og lærere, hvor alle påtager sig et ansvar og bidrager til den gode undervisning.

Elevfortællingerne vidner om, at eleverne har et reflekteret og balanceret syn på både faget og undervisningen. De viser en evne til at vurdere fag og undervisning fra forskellige synsvinkler. Deres vurderinger er ikke ukritiske, men de er bevidste om de rammer som faget er underlagt.

Med udgangspunkt i elevfortællingerne vil et godt fysikfag fremstå som et fag :

- der er relateret til elevernes virkelighed og hverdag
- der integrerer matematik og fysik, men afbalanceret efter elevernes forudsætninger
- der giver eleverne indflydelse på emnevalget og på undervisningen
- hvor undervisningen varierer mellem forskellige arbejdsformer, som lader eleverne være aktive, f.eks. ved elevforelæsningen, gruppearbejde og projekter
- hvor der i det eksperimentelle arbejde angives klare mål, hvor eleverne har et teoretisk grundlag, og hvor vejledninger tillader elverne at arbejde selvstændigt
- som er ”moderne” og udnytter moderne teknologi
- hvor læreren er engageret og interesserer sig for faget og dets udvikling.

- hvor læreren tager hensyn til alle elever, kan hjælpe dem til selv at finde viden og stiller krav udfra elevernes forudsætninger
- hvor læreren giver en hurtig og relevant tilbagemelding til eleverne
- hvor læreren har mulighed for faglig og pædagogisk efteruddannelse

Afslutning.

Skolefysikken har i alle de nordiske land nogle forholdsvis brede mål. På den ene siden skal skolefysikken være et "hårdt" fag, hvor evnen til præcise matematiske formuleringer af fysiske problemstillinger er vigtig kompetence. På den anden side skal faget have en mere kvalitativ karakter, der kan give grundlag for en opfattelse af, hvad naturvidenskab er ikke blot som videnskabsfag men også som et fag med stor betydning på samfundsudviklingen og dermed også for elevernes deltagelse i samfundslivet.

Sagt på en lidt anden måde, så har vi to ikke umiddelbart forenelige opfattelser af, hvad der er vigtig for en moderne almendannende fysikundervisning. En opfattelse lægger vægt på, at fysik er et orienteringsfag, som formidler kundskaber af stor samfundsmæssig og kulturel betydning. Et sådant synspunkt fører til, at sammensatte og komplicerede temaer som f.eks. energiproblematik, forskellige strålers betydning for helbredet og kosmologi bliver væsentlige. Dette syn fører at faget i høj grad bliver et narrativt og deskriptivt fag, som skal være meningsdannende.

Den anden opfattelse er, at skolefysikken skal give en indføring i fysik som en videnskabelig disciplin med dets begreber og metoder. Med et sådant udgangspunkt er det naturlig, at der bliver lagt større vægt på de grundlæggende dele af fysikken så som mekanik, termodynamik og elektromagnetisme samt fysikkens eksperimentelle grundlag. Dette anses for en vigtig studieforberedelse for dem, som får brug for fysik senere i deres uddannelse.

Fysik har en image af at være et vanskelig fag, hvor den videnskabelige opfattelse traditionelt er stærkt forankret. Det bliver da et slags paradoks, at skolefysikken skal beholde et videnskabeligt præg med præcise matematiske formuleringer, samtidig med at faget skal være virkelighedsnært og almendannende, idet et sådant højt præcisionsniveau kan være til hinder for den samfundsmæssige og virkelighedsnære anknytning. Derudover kan formalistiske krav stille sig i vejen for en

dybere epistemologisk og historisk forståelse af fagets begreber, love og teorier. Det kan derfor ikke undre at flere som Claus Emmeche (1999) har foreslået, at løse paradokset, ved at adskille det almendannende fra det studieforberedende ved at indføre to forskellige skolefag.

Elevers opfattelser i naturfag og især i fysik, har været genstand for en omfattende forskningsaktivitet igennem de senere år. Se f.eks. Björn Andersson B.(2001*): Elevans tänkande och skolans naturvetenskap. Forskningsresultat som ger nya idéer.* Det stadig tilbagevendende spørgsmål er, hvad er det som gør fysik til et så vanskelig fag. I Danmark har ALF-projektet (*At lære fysik* 2000) og en ph.d.-afhandling af Jens Dolin(2002) beskæftiget sig indgående med problematikken. I Norge er der gennemført et projekt, hvor man ved hjælp af spørgeskemaer og fokusgruppeinterviews har undersøgt norske elevers begrundelser for valg af fysik og deres syn på faget og på undervisningen (Henriksen et al. 2000, Guttersrud 2001, Angell et al. in press).

Lidt forenklet kan man sige, at mange elever, som vælger fysik i Norge, synes at faget er vanskeligt og arbejdskrævende, men samtidig giver de udtryk for, at faget er interessant, og at de synes undervisningen er god. Ved sammenligning mellem fysikelever og elever, som har valgt andre fag (sprog, samfundsfag og lignende, viser det sig, at kun fysikeleverne i væsentlig grad giver udtryk for at "deres fag" (altså fysik) er vanskeligt, at arbejdsmængden er stor, og at undervisningen har et højt tempo. Både samfundsfag og engelsk skiller sig ud fra fysikfaget i den henseende. Der er imidlertid en betydelig andel af fysik- og samfundsfagseleverne, som siger, at faget er interessant og at undervisningen er god. Dette tyder på, at har eleverne først valgt deres fag, så er de ganske tilfredse med faget og undervisningen.

Er det da sådan, at fysikfaget i sig selv er særlig krævende, eller er niveauet på skolefysikken af historiske grunde holdt uforholdsmæssig højt? Svaret er måske *ja* til begge spørgsmålene. Fysik kan blandt andet karakteriseres ved et abstrakt begrebsbrug. Det betyder, at eleverne bliver stillet overfor krav om at beherske og manipulere et omfattende område af formler, grafer, idealiseringer og modeller. Dette er ikke let, og årsagen til mange af fysikfagets problemer skal nok findes her. Desuden har den videnskabelige tradition, der ser fysik som et rent studieforberedende fag stået stærkt også i mange andre land. Det kan have bidraget, til at fysikfaget har haft et højt niveau sammenlignet med i alt fald nogle andre fag i skolen.

Det viser sig, at norske fysikelever stort set er enige med deres lærere om, hvad der faktisk foregår i fysiktimerne. En forskel er, at lærerne

angiver, at de i relativt mindre grad anvender tavleundervisning og i højere grad diskuterer begreberne kvalitativ, mens eleverne oplever forholdet helt modsat. Eleverne er også stort set tilfredse med situationen, som den er. Det er få større forskelle mellem det, eleverne oplever i timerne og det, de kunne ønske sig. Imidlertid er det et bestemt ønske hos eleverne om mere "kvalitative undervisningsmetoder", som f.eks. dialoger og diskussioner (i plenum eller i grupper) af de kvalitative sider ved nye begreber, og om demonstrationer til at forklare begreber.

I Danmark er det nok Jens Dolin (2002) som klarest har forsøgt at give et svar på, hvad det er, som er så vanskeligt med fysik. En central pointe, han fremhæver, er at de fleste emner kræver, at eleverne ikke bare skal beherske mange forskellige repræsentationsformer som f. eks. det eksperimentelle, grafer og tabeller eller det matematisk symbolske, men at det skal beherskes samtidigt, og at man skal beherske transformationer mellem de forskellige repræsentationsformer.

Fysikfagets problemer kan dermed siges at ligge på to niveauer. Det ene er faget selv, sådan som vi har antydet ovenfor. Det andet er undervisningen, og hvordan eleverne opfatter den. Selv om skolen sammen med det omgivende samfund er i stadig ændring, kan det se ud, som vi står overfor nogen af de samme undervisningsmæssige problemer, som vi gjorde for 25 år siden. Eleverne efterlyser stadigvæk mere variation og mindre tavleundervisning/lærermonologer. Det kan stemme til eftertanke, og så kan vi jo til slut spørge: Hvordan vil fremtidens fysikfag i det danske gymnasium se ud, og hvem er de elever, som vil vælge det?

Litteratur.

Allerup,P., Bredo,O., Weng,P. (1998): *Matematik og naturvidenskab i ungdomsuddannelserne*. TIMSS. Danmarks Pædagogiske Institut.

Andersson, B.(2001*): Elevans tänkande och skolans naturvetenskap. Forskningsresultat som ger nya idéer.* Skoleverket. Liber Distribution. Publikationstjänst. 162 89 Stockholm.

Angell, C., Henriksen, E.K., Isnes, A., Guttersrud, Ø. (in press): FUN - en undersøkelse om fysikkutdanning i Norge. Kommer i: Henriksen, E.K.; Ødegaard, M. (ed.): *7. Nordiske forskersymposium om undervisning i naturfag i skolen.* Kristiansand juni 2002.

At lære fysik- Et studium i gymnasieelevers læreprocesser i fysik. 2000. Undervisningsministeriet

Bangsgaard,T., Dolin,J., Rasmussen, A-B, Trinhammer,O.(2001): *Autentisk fysik*. Vanløse. (Se: http://www.fy.gymfag.dk/autentisk/)

Dolin,J.(2002): *Fysikfaget i forandring*. Ph.d.-afhandling. IMFUFA. Roskilde Universitet.

Emmeche, K. (1999): Naturvidenskab – sand almen dannelse. Undervisningsministeriet tidsskrift Uddannelse. Nr.5, 1999.

Fysik i skolen – skolen i fysik. Evaluering af fysik i det almene gymnasium. 2001. Danmarks Evalueringsinstitut.

GFI (1982-85): *GFI-rapporter* (6 rapporter). Det fysiske Institut. Aarhus Universitet.

Guttersrud, Ø. (2001): Fysikkelever i videregående skole. *Fra Fysikkens Verden* nr. 3. Oslo.

Henriksen, E.K., Angell, C., Isenes, A. (2000): FUN - Fysikkutdanning i Norge. Fra Fysikkens Verden nr. 4. Oslo

Krogh,L.B., Thomsen,P.V(2000): *Undervisningsmål og læringsudbytte*. GFII-rapport nr.1. CND´s skriftserie, no.1. Det naturvidenskabelige fakultet. Aarhus Universitet.

Krogh,L.B., Arnborg,P, Thomsen,P.V(2000): *Hvordan gik det så med fysikundervisningen og elevernes udbytte*. GFIII-rapport, del A. CND´s skriftserie, no.3. Det naturvidenskabelige fakultet. Aarhus Universitet.

Séré, M-G. et al.(1999): *Improving Science Education: issues of research on innovative empirical and computer-based approaches to labwork in Europe.* Project PL 95 2005. The European Commission. Se også Working Papers 2, 3, og 6. (1998): http://www.physik.unibremen.de/physics.education/niedderer/projects/labwork/papers.html