

Forsøg  
med  
fysikundervisningen  
2002-2003

Opsamling af erfaringer

*Udviklingsprogrammet for fremtidens ungdomsuddannelser*  
Hæfte nr. 50

Uddannelsesstyrelsen  
November 2003



# Indholdsfortegnelse

Forord .....	5
1 Indledning .....	7
1.1 Om denne rapport .....	7
1.2 Metode .....	7
1.3 Forsøgs overførselsværdi .....	8
1.4 Hvornår er et forsøg lykkedes? .....	8
1.5 Forsøgenes indsatsområder 2002-2003 .....	8
2 Spørgeskemaundersøgelse .....	9
2.1 De to åbne spørgsmål .....	9
2.2 Afkrydsningsspørgsmålene .....	11
2.3 Afslutning .....	18
3 Iagttagelser, konklusioner og anbefalinger .....	19
3.1 Projektorganiseret undervisning .....	19
3.1.1 Fordele ved projektarbejde .....	19
3.1.2 Det faglige udbytte .....	19
3.1.3 Problemer i gruppearbejdet .....	19
3.1.4 Projekternes faglige indhold .....	20
3.1.5 Vejledningsbehov og spildtid .....	21
3.1.6 De ydre rammer .....	21
3.1.7 Tidspres for at nå pensum .....	21
3.1.8 Organisering af projektarbejdet .....	22
3.1.9 Projektarbejdets omfang .....	22
3.1.10 Valg af højt niveau i fysik .....	22
3.1.11 Konklusioner og anbefalinger .....	23
3.2 Eksperimentelt arbejde .....	23
3.2.1 Erfaringer .....	23
3.2.2 Konklusioner og anbefalinger .....	24
3.3 Ydre forhold .....	24
3.3.1 Indledning .....	24
3.3.2 Konklusioner og anbefalinger .....	25
3.4 Samspil med andre fag .....	25
3.4.1 Erfaringer .....	25
3.4.2 Fysik i samspil med andre fag – efter reformen .....	26
3.4.3 Konklusioner og anbefalinger .....	27
3.5 Fokus på elevkompetencer .....	28
3.5.1 Baggrund .....	28
3.5.2 Specifikke elevkompetencer .....	28
3.5.3 Kompetencebaseret pensum .....	29
3.5.4 Konklusioner og anbefalinger .....	30
3.6 Aktuel fysik .....	30
3.6.1 Erfaringer .....	30
3.6.2 Konklusioner og anbefalinger .....	31

3.7	It-støttet undervisning .....	31
3.7.1	Virtuelle lærebøger og eksperimenter .....	31
3.7.2	Just In Time Teaching (JITT) .....	31
3.7.3	Vurdering .....	32
3.7.4	Konklusioner og anbefalinger .....	32
3.8	Eksamen .....	33
3.8.1	Varierede undervisningsformer og eksamen .....	33
3.8.2	Projektorganiseret undervisning og eksamen .....	33
3.8.3	Konklusioner og anbefalinger .....	34
4	Om HOT-projektet .....	35
4.1	Baggrund .....	35
4.2	Formål .....	35
4.3	Rammer og ressourcer .....	36
4.4	Omfang .....	36
4.5	Evalueringer .....	36
4.6	Nutid og fremtid .....	37
4.7	Anbefalinger .....	37
5	Aftagernes syn på forsøgene .....	40
5.1	Videregående uddannelser .....	40
5.1.1	Sjæle skal omvendes .....	40
5.1.2	Lærersamarbejde m.v. ....	40
5.1.3	Læreren som projektvejleder .....	40
5.1.4	Fagbilaget og eksamensformerne .....	41
5.2	Virksomhedernes syn på forsøgene .....	41
5.2.1	Indledning .....	41
5.2.2	Den dobbelte udfordring .....	41
5.2.3	Nye undervisnings- og eksamensformer .....	41
5.2.4	Det uforløste potentiale .....	42
6	Andre undersøgelser af fysikfaget .....	43
6.1	Fremtidens naturfaglige uddannelser .....	43
6.1.1	Baggrund .....	43
6.1.2	Introduktion .....	43
6.1.3	Konklusioner .....	43
6.2	EVA: Rapport om eksamensformer .....	44
7	Referater af skolebesøg .....	45
	Frederikshavn Gymnasium og HF-kursus .....	45
	Sankt Annæ Gymnasium .....	47
	Sct. Knuds Gymnasium .....	49
	Viborg Katedralskole .....	50
	Aabenraa Gymnasium og HF .....	52
	Vestfyns Gymnasium .....	55
	Hæfter om udviklingsprogrammet .....	57

## Forord

I september 2001 nedsatte Undervisningsministeriet en arbejdsgruppe til at evaluere de forsøg med de almene danske gymnasiers fysikundervisning, som måtte blive gennemført i perioden 2001-2003. Gruppen består af

- Ass. professor Carl Angell, Universitetet i Oslo.
- Lektor Erik Both, Danmarks Tekniske Universitet.
- Lektor Erik von Essen, Himmelev Gymnasium.
- Lektor Jens Ingwersen, Aabenraa Gymnasium og HF (formand).
- Lektor Kurt Jakobsen, Frederiksborg Gymnasium og HF.
- Chefkonsulent Hanne Schou, Dansk Industri.

Evalueringsgruppens kommissorium er anført i hæfte 22 i serien om Udviklingsprogrammet for fremtidens ungdomsuddannelser. Rapporten kan hentes på

<http://us.uvm.dk/gymnasie/udvikling/haefte22/omslag.htm?menuid=150515>

Evalueringsgruppen skal i perioden 2002-2003 hvert år aflevere en kort, foreløbig rapport og en større, mere dybtgående rapport. Gruppen har i juni 2002 og juni 2003 afleveret korte rapporter på hver ca. 10 sider til Undervisningsministeriet. Disse rapporter er beregnet til internt brug i ministeriet og er ikke umiddelbart tilgængelige for offentligheden. Gruppen har i november 2002 afleveret en større rapport, som ministeriet har udsendt som ovennævnte hæfte nr. 22.

Med udsendelse af nærværende rapport afslutter gruppen sit arbejde.

Mange skoler har deltaget i et forskningspræget udviklingsarbejde vedr. HOT-fysik, som er udviklet og støttet af Center for Naturfagenes Didaktik ved Aarhus Universitet. Disse skoler har ikke søgt Undervisningsministeriet om dispensationer, og udviklingsarbejdet er derfor ikke blevet kategoriseret som forsøg. Af denne grund lå evaluering af arbejdet med HOT-fysik uden for evalueringsgruppens kommissorium. Gruppen finder imidlertid arbejdet med HOT-fysik så væsentligt, at vi har bedt lektor Jens Dybkjær Holbech og lektor Poul V. Thomsen, som er personerne bag HOT-projektet, om en redegørelse herfor. Den findes i kapitel 4. Vi takker Jens Dybkjær Holbech og Poul V. Thomsen for bidraget.

Vi takker endvidere de mange lærere, som tålmodigt og med korte tidsfrister har udarbejdet diverse statusrapporter, og som har afset tid til, at eleverne kunne udfylde spørgeskemaer. Uden deres samarbejdsvilje var nærværende rapport ikke blevet til. Der er også grund til at complimentere de mange elever, som med engagement og godt humør har været genstand for de mange og meget forskelligartede forsøg med fysikundervisningen.

Afsluttende gør vi opmærksom på, at konklusioner og anbefalinger er evalueringsgruppens egne, og at synspunkterne ikke nødvendigvis deles af Undervisningsministeriet.

Oktober 2003

Fysikevalueringsgruppen.



# 1 Indledning

## 1.1 Om denne rapport

Fysikevalueringsgruppens rapport fra november 2002 byggede på materiale om 77 forsøg, fordelt på en række kategorier, idet dog eventuelle censorrapporter og selvevalueringsrapporter fra skolerne ikke forelå, da rapporten blev udarbejdet. Evalueringsgruppen så sig derfor nødsaget til at tage en række forbehold med hensyn til rapportens konklusioner og anbefalinger.

I skoleåret 2002/2003 fortsatte ca. halvdelen af disse forsøg, og der er kommet en række nye til. Forsøgene er ujævnt fordelt på de forskellige indsatsområder. En meget stor del af forsøgene handler om projektorganiseret undervisning og nye former for eksperimentelt arbejde, mens kun ganske få skoler har gennemført forsøg med f.eks. Just In Time Teaching. Evalueringsgruppens anbefalinger og konklusioner ved sådanne indsatsområder vil derfor selvsagt være behæftet med store forbehold.

Hæfte 22 og nærværende rapport udgør tilsammen resultatet af Fysikevalueringsgruppens arbejde. Det viser sig, at de foreløbige konklusioner og anbefalinger i hæfte 22 i meget høj grad underbygges af de undersøgelser, som ligger til grund for nærværende rapport. Gruppen finder ingen grund til at gentage argumentation fra hæfte 22. For at få et fuldt overblik over gruppens argumenter er man nødt til at læse begge hæfter.

## 1.2 Metode

Gruppen har i februar 2003 anmodet alle forsøgsskoler om en skriftlig uddybning af, hvad forsøgene går ud på. På baggrund af tilbagemeldingerne herfra og på baggrund af telefoniske henvendelser til et antal udvalgte skoler har gruppen i foråret og sensommeren 2003 besøgt seks udvalgte gymnasier, overværet undervisning, talt med lærere og elever og bedt eleverne om at udfylde et spørgeskema. Supplerende er alle forsøgsskoler (med undtagelse af dem, der har modtaget besøg) i april 2002 blevet tilskrevet med anmodning om en statusrapport, ligesom de er blevet bedt om at lade eleverne udfylde spørgeskemaer og returnere dem til gruppen, se kapitel 2.

Gruppen har holdt fem møder (december 2002, februar, maj, august og oktober 2003). Kommunikation i gruppen derudover er sket via en elektronisk konference, som har været flittigt brugt, og hvor alt materiale har været tilgængeligt for alle gruppe-medlemmer.

I et enkelt af de tilfælde, hvor forsøgsklasser er blevet udtrukket til eksamen, har et gruppe-medlem været beskikket som censor.

### 1.3 Forsøgs overførselsværdi

Forsøg med undervisning har erfaringsmæssigt en tendens til at lykkes i elevers og læreres bevidsthed. Selv om lærere og elever oplever forsøgsundervisning som en succes, er der derfor ingen garanti for, at undervisning med tilsvarende tilrettelæggelse vil blive en lige så stor succes hos andre klasser med andre lærere. Det hænger formentlig sammen med, at der opstår pionerånd hos lærere og elever, når et forsøg gennemføres første gang. Ved gentagelse af forsøget "slides" pionerånden, og forsøget bliver til hverdag. En sådan effekt synes at kunne spores hos nogle af de skoler, der i flere år har gennemført forsøg med projektor organiseret undervisning.

### 1.4 Hvornår er et forsøg lykkedes?

Vi skrev i hæfte 22, at et forsøg godt kan betegnes som en succes, selv om kun en lille del af eleverne vælger faget på højniveau. Vi er fortsat af denne opfattelse, idet der kan være mange årsager til, at elever ikke vælger fysik på A-niveau, selv om de interesserer sig for faget. Vi anser derfor *elevers voksende interesse for faget* som et succeskriterium for et forsøg. På den anden side kan man ikke se bort fra, at der er visse skoler, hvor en meget stor del af eleverne vælger faget på højt niveau, hvilket efter vor opfattelse ofte skyldes lærerpersonligheder og/eller lokale traditioner.

### 1.5 Forsøgenes indsatsområder 2002-2003

Indsatsområde	Antal skoler
Eksamen	15
Projektarbejde	25
Tværfaglige aktiviteter	15
Øget brug af it	7
Aktuel fysik	8
Elevkompetencer	9
Eksperimentelt arbejde	7
Skriftligt arbejde	8
Andet	11

De fleste skoler havde flere indsatsområder samtidig. Det medfører nogen usikkerhed, når forsøgene evalueres. Det er svært at afgøre, om et holds evt. øgede interesse for fysik skyldes projektarbejde, øget brug af it, samarbejde med virksomheder eller blot det faktum, at holdet var bevidst om, at der var tale om forsøgsundervisning.

## 2 Spørgeskemaundersøgelse

Det følgende er en opsummering og analyse af de svar, som eleverne har givet på et spørgeskema, som er sendt til forsøgsundervisningsskolerne.

Spørgeskemaet bestod af afkrydsningsspørgsmål samt to åbne spørgsmål om, hvad der har været henholdsvis godt og skidt ved forsøget. Vi har fået svar fra 2.g-klasser på 24 skoler med i alt 1194 elevsvar. Desuden har vi svar fra 1.g-klasser fra to skoler med 152 elever, men disse svar er ikke medtaget i den efterfølgende analyse. Spørgeskemaerne er kun givet til elever, som er med i et forsøg. Disse elever udgør selvsagt ikke noget repræsentativt udvalg af danske fysikelever. Resultaterne af denne spørgeskemaundersøgelse er derfor kun gyldige for disse elever, og resultaterne kan ikke generaliseres til en større population.

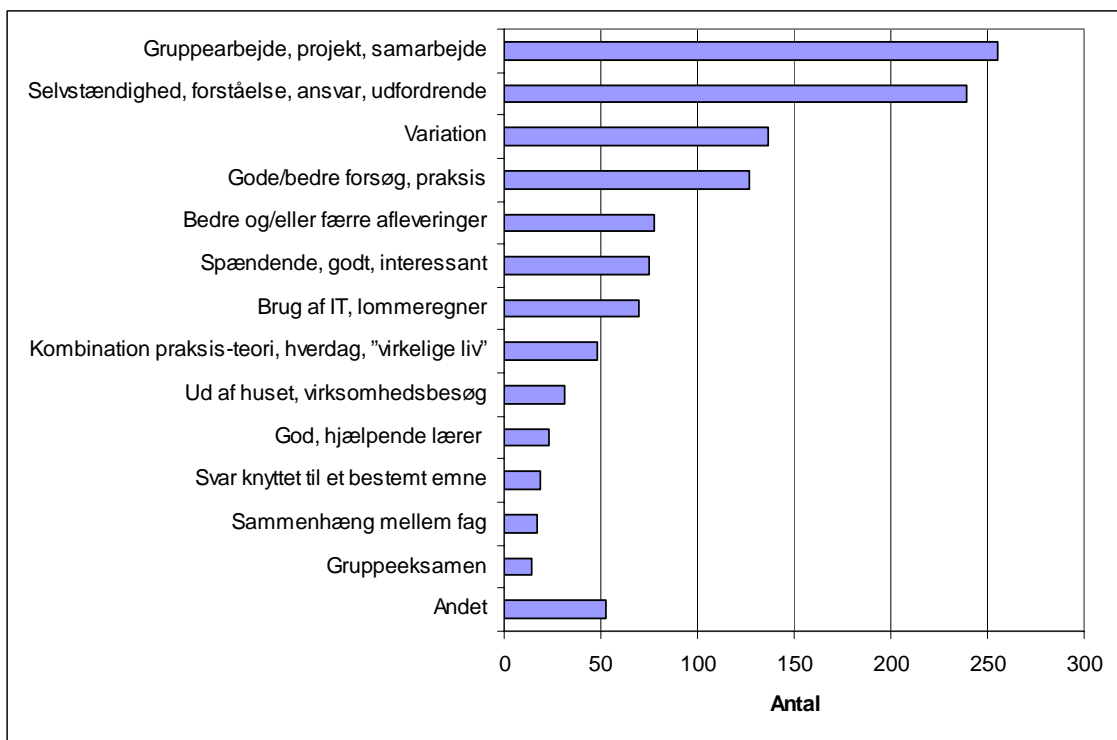
I nogle tilfælde har vi sammenlignet svarene med svarene på enslydende spørgsmål i en norsk undersøgelse. Man skal være forsigtig med sådanne sammenligninger. I Danmark er udvalget elever, som deltager i forsøg, mens eleverne i Norge er plukket ud ved at de har valgt fysik i 2.klasse som et af deres to eller tre valgfag (studieretningsfag). De norske elever udgør imidlertid et repræsentativt udvalg af alle norske fysikelever. De er dermed et godt sammenligningsgrundlag.

De to åbne spørgsmål kommer først, derefter afkrydsningsspørgsmålene. Hvert afsnit starter med spørgsmålet, som det var formuleret i spørgeskemaet.

### 2.1 De to åbne spørgsmål

#### Hvad har været godt ved forsøgsundervisningen?

Elevernes svar er kategoriseret. Figur 1 viser antal elevsvar i hver kategori.



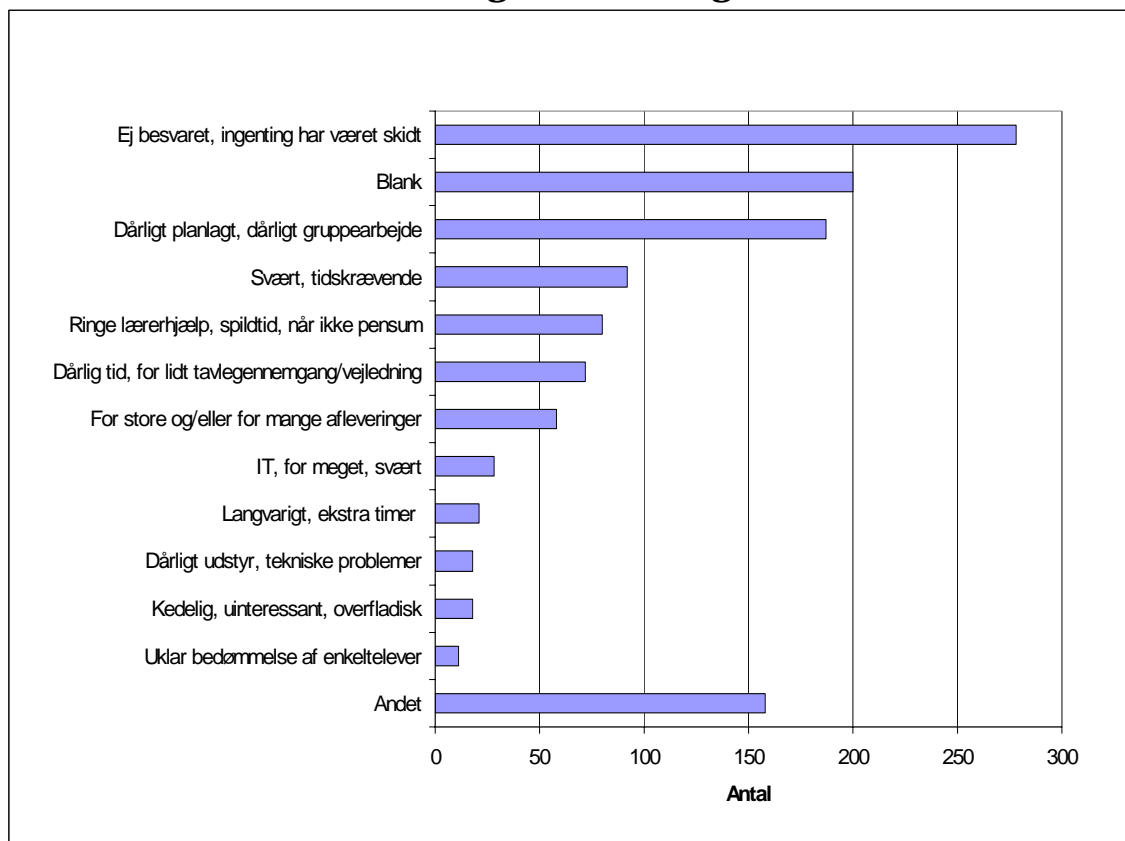
Figur 1: Hvad har været godt ved forsøgsundervisningen?

En del elever har givet flere svar, og en del har ikke svaret på spørgsmålet. Mange elever har flere positive kommentarer til det forsøg, de har været med i. Der er et betydeligt antal elever, som nævner *arbejdsformerne*. Projektarbejde, gruppearbejde og mere generelt anledningen til samarbejde, får megen positiv omtale. Der er også mange elever, som sætter pris på det forsøg, de har været med i, fordi det fremmer *selvstændighed*, *ansvar* og *medindflydelse*, og fordi det fremmer *forståelse*. *Variation af undervisningen*, at det har været *spændende* og *interessant*, at der har været *gode forsøg* og *god sammenhæng mellem teori og praksis*, bliver også nævnt af ganske mange.

I 2002 svarede eleverne på det samme spørgsmål, og da var det kategorierne *selvstændighed*, *forståelse*, *ansvar*, *udfordrende* som havde klart størst tilslutning. Men også den gang var der forholdsvis mange, som nævnte noget med *gruppearbejde*, *projekt*, *samarbejde*.

Elever fra samme skole/klasse har en tendens til at svare ens. Det indikerer, at eleverne i samme klasse til en vis grad har en fælles oplevelse af forsøget. Desuden er der nogle svarkategorier, som er udtryk for, at enkelte skoler har specielle projekter. F.eks. er alle, som nævner gruppeeksamen, fra samme skole.

### Hvad har været skidt ved forsøgsundervisningen?



Figur 2: Hvad har været skidt ved forsøgsundervisningen?

En stor andel af eleverne mener, at der ikke har været noget *skidt* ved forsøgsundervisningen i det hele taget. Der er 258 elever, som enten eksplicit skriver, at der

ikke har været noget *skidt*, eller som ikke skriver noget, samtidig med at de har nævnt noget, som har været godt. De 200, som er kategoriseret *blank*, har ikke skrevet noget om hverken *godt* eller *skidt*, se figur 2.

Temmelig ofte nævnes forhold, som har at gøre med *gennemførelsen* eller *administrationen* af forsøgsundervisningen. Den er forvirrende, dårligt planlagt, der er for lidt eller for dårlig information, for korte eller mangelfulde vejledninger osv. Gruppearbejde, som fungerer dårligt, er også taget med i denne kategori.

Ligesom i 2002 skriver en del elever, at det har været godt at kunne arbejde i grupper og/eller gennemføre projektarbejde, fordi de f.eks. sætter pris på samarbejdet. På den anden side skriver de samme elever, at gruppearbejdet til tider fungerer dårligt, fordi der er enkelte elever som ikke bidrager til gruppens arbejde, eller at gruppen ikke går nok i dybden, og at de derfor ikke når gennem pensum. Omtrent halvdelen af de elever, som skriver, at gruppearbejde/projekt er godt, skriver samtidig, at der har været problemer med gruppearbejdet, dårlig planlægning, for lidt lærerhjælp o.l.

Andre forhold, som dog bliver påpeget i noget mindre omfang, er:

Forsøgsundervisningen i fysik har været arbejdskrævende og vanskelig. Det har til tider været hektisk, og det har været tidskrævende. Nogle synes, der har været for lidt tavlegennemgang, vejledning og opgaveregning. Desuden er nogle bekymret for, at bedømmelsen af enkeltelever bliver uklar, og at der bliver for lidt selvstændigt arbejde.

Når vi ser på de to spørgsmål under et, ser det ud, som om eleverne har meget positivt at sige om fysikundervisningen. Det er også i tråd med det, vi fandt i 2002. Lidt groft kan vi sige, at når eleverne nævner noget *godt* ved forsøgsundervisningen, har det enten noget med selve *faget* at gøre, eller med noget, som vedrører *organiseringen*, *gennemførelsen* eller *administrationen* af det hele. Når eleverne skriver om, hvad der har været *skidt*, nævner de imidlertid næsten udelukkende momenter knyttet til *organiseringen*.

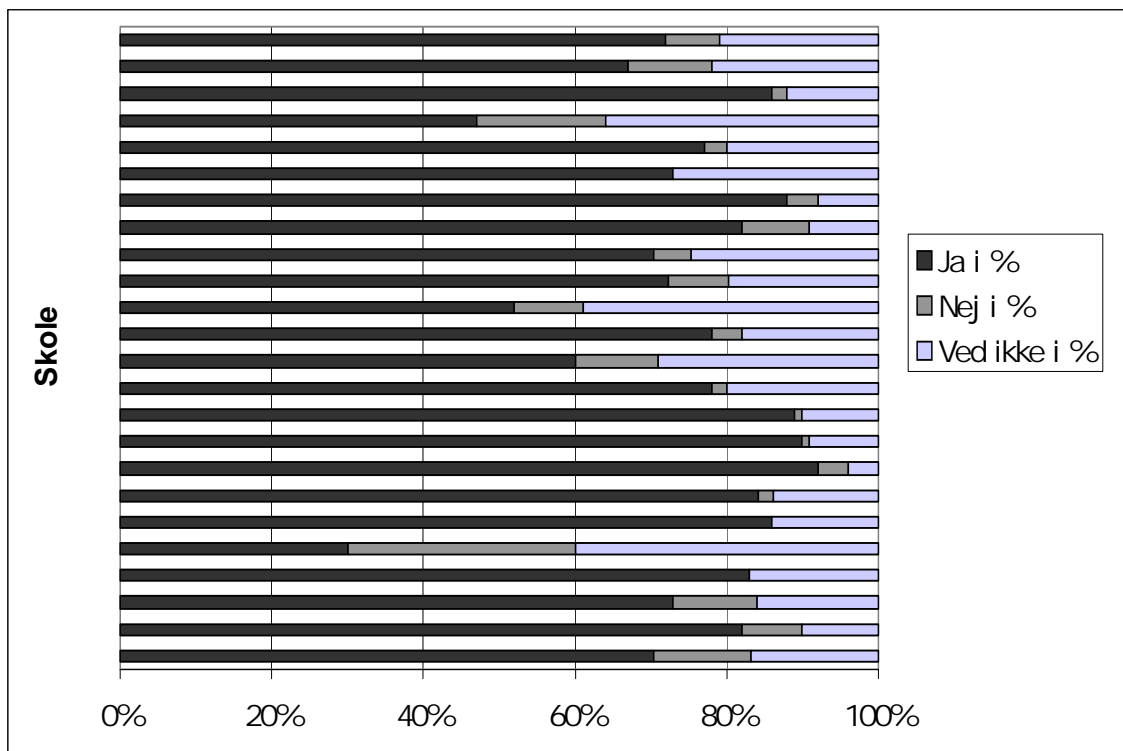
## 2.2 Afkrydsningsspørgsmålene

### **Er dette forsøg noget, der skal arbejdes videre med på andre skoler med andre lærere?**

	Hyppighed	Procent
Ja	900	75
Nej	71	6
Ved ikke	213	18
Sum	1184	99
Ej besvaret	10	1
Total	1194	100

Et solidt flertal giver udtryk for en positiv holdning til den forsøgsundervisning, som de har haft. Kun 6 % er klart negative. Den tilsvarende undersøgelse, som blev gennemført i 2002, viste praktisk taget samme resultat.

*Tabel 1*



Figur 3: Skal der arbejdes videre med dette forsøg?

Figur 3 viser fordelingen af svar på dette spørgsmål på skolerne. Den andel af eleverne, som er positive over for forsøget i den forstand, at det anbefales, at forsøget bør videreføres andre steder, er som sagt høj. Men der er, som det fremgår af figuren, ganske store variationer mellem skolerne. Svarprocenten for *ja* varierer fra 30 % til 93 %. Det svarer omtrent til det resultat, vi fik i 2002.

Andelen af elever, som svarer definitivt *nej*, er lille på de allerfleste skoler. Alternativet til at sige *ja* er altså *ved ikke*.

### Hvordan vil du vurdere din nuværende interesse for fysik?

	Hyppighed	Procent
Ringe	182	15
Middel	743	62
Stor	268	22
Sum	1193	100
Ej besvaret	1	0
Total	1194	100

Flertallet af eleverne giver udtryk for en middel interesse for fysik. Der er imidlertid 24 % som siger, at deres interesse er stor, og kun 15 %, som siger, at interessen er ringe.

Tabel 2

## Har din interesse for fysik ændret sig i løbet af gymnasietiden?

	Hyppighed	Procent
Nej	424	36
Ja, den er vokset	522	44
Ja, den er aftaget	246	21
Sum	1192	100
Ej besvaret	2	0
Total	1194	100

Tabel 3 viser, at interessen for fysik for de fleste elever enten er blevet større eller ikke har ændret sig. 21 % svarer, at interessen er aftaget.

*Tabel 3*

Det næste spørgsmål handler om, hvorvidt fysik i 2.g bliver opfattet som let eller vanskeligt:

## Har fysik i 2.g været .....

	Hyppighed	Procent
Meget let	12	1
Temmelig let	101	8
Passende	640	54
Temmelig svært	388	32
Meget svært	28	2
Sum	1169	98
Ej besvaret	25	2
Total	1194	100

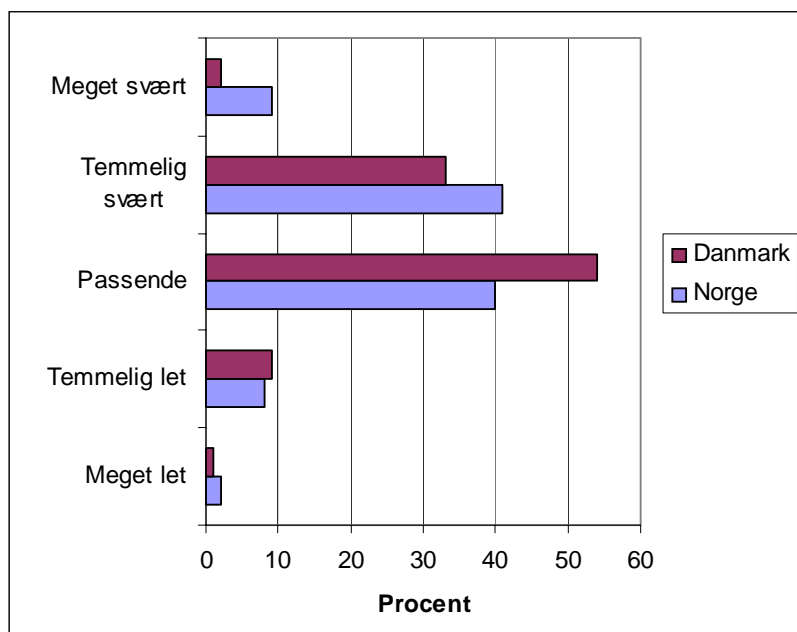
35 % af eleverne finder fysik i 2.g temmelig eller meget svært.

I en undersøgelse foretaget i Norge i 2000<sup>1</sup> svarede omtrent 50 % af de norske elever, at fysik var svært eller meget svært.

*Tabel 4*

Svarfordelingen, se figur 4, viser i øvrigt, at de danske elever finder sværhedsgraden noget mere passende end deres norske jævnaldrende.

<sup>1</sup> Dette er en del af en større norsk undersøgelse som omhandler elevers valg, begrundelser for valg og deres syn på fysikfaget i skolen. Et tilfældigt udvalg på 1141 fysikelever i 2. klasse udgør datagrundlaget. En artikel fra projektet (Angell, Henriksen og Isnes: Hvorfor lære fysikk? Det kan andre ta seg av!) findes i Jorde og Bungum: Naturfagdidaktikk: Perspektiver, forskning, utvikling. Gyldendal Akademiske, Oslo 2003.



Figur 4: Er fysik let eller svært?

Næste spørgsmål overlapper delvis spørgsmålet i tabel 4, men her er det eksplisit spørgsmålet, om fysik i 2.g har været interessant eller ikke.

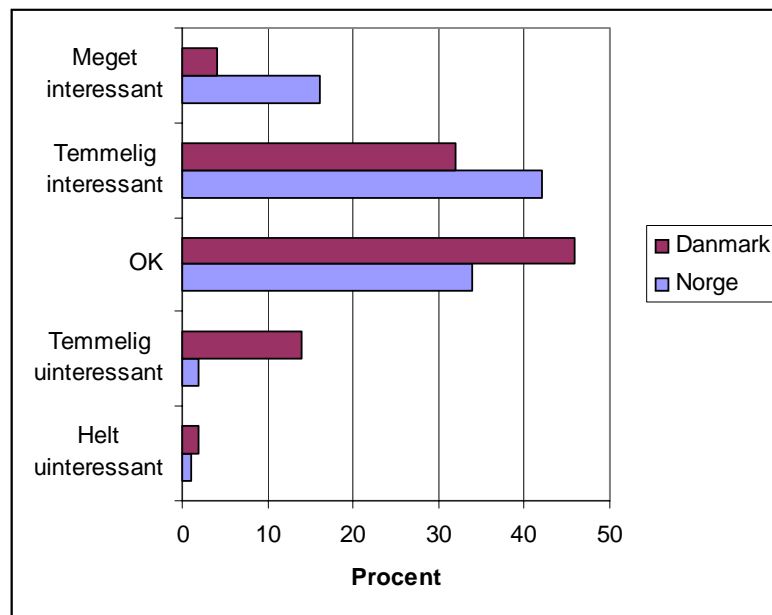
#### Har fysik i 2.g været .....

	Hypighed	Procent
Helt uinteressant	21	2
Temmelig uinteressant	165	14
OK	545	46
Temmelig interessant	379	32
Meget interessant	53	4
Sum	1163	97
Ej besvaret	31	3
Total	1194	100

Tabel 5

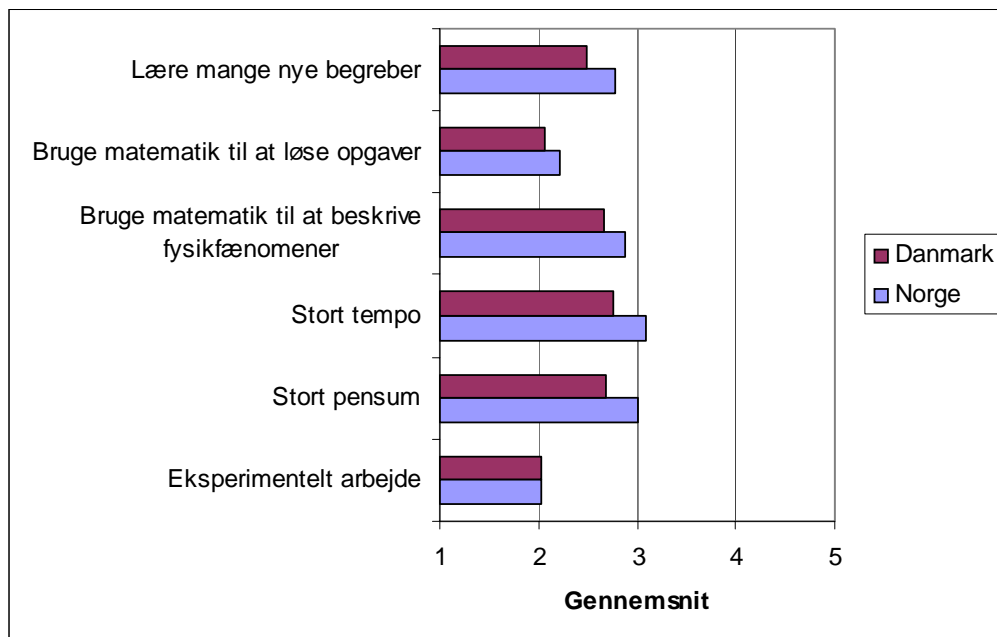
Også her kan vi sammenligne med den norske undersøgelse. Figur 5 på næste side viser, at de norske elever finder fysikfaget mere interessant end de danske. Vi skal imidlertid være klar over, at de norske elever vurderer et valgt *studieretningsfag* mens de danske elever vurderer et *obligatorisk* fag på matematisk linje.

Svarene er ganske konsistente med svarene på det foregående spørgsmål, og der er altså kun 16 % af eleverne, som synes, at fysik er helt eller temmelig uinteressant.



Figur 5: Er fysik interessant?

### Hvad synes du har været specielt problematisk i fysik i 2.g?



Figur 6: Hvad har været problematisk ved fysik?

Figur 6 viser gennemsnitsværdier, hvor 1 er *lidt* problematisk og 5 er *meget* problematisk. Vi tolker midtværdien (3) som *noget* problematisk, og i gennemsnit er både danske og norske elever under denne værdi. Imidlertid giver norske elever udtryk for, at det meste er noget mere problematisk, end det opleves af danskerne.

Det er måske overraskende, at så få mener, at det at bruge matematik til at *løse opgaver* er problematisk. Overraskende er det også, at eleverne heller ikke synes, at oversættelsen fra fysik til matematik, altså den matematiske beskrivelse af et fysisk fænomen, er specielt problematisk

Matematikens omfang og betydning i skolefysikken har været genstand for megen diskussion. Selv om nogle elever også har problemer med enkel algebra, tyder resultaterne her på, at eleverne ikke opfatter det som hovedproblemet.

### Hvorfor er fysik vigtigt?

Resultaterne er vist i figur 7, og svarene er også sammenlignet med svar fra norske elever. Heller ikke her er der store forskelle mellem eleverne i Danmark og Norge.

Det mindst vigtige i denne sammenhæng efter elevernes mening er, som det fremgår, at kunne lave eksperimenter. I den norske undersøgelse fandtes ikke noget helt tilsvarende spørgsmål. Imidlertid var der flere spørgsmål, som handlede om det eksperimentelle arbejde, og det kom i den norske undersøgelse frem, at eleverne hverken opfattede det eksperimentelle arbejde som specielt vigtigt eller som karakteristisk for faget.

Det, som fremstår som vigtigst for eleverne, er altså at kunne forstå mere af den verden vi lever i og kunne forstå dagligdags fænomener. Derimod er det eksperimentelle og det at kunne udføre beregninger ikke helt så vigtigt for dem. Sagt på en lidt anden måde: det vigtigste for eleverne er de store perspektiver, som fysikfaget har i sig.

### Jeg synes, fysik er vigtigt for at...



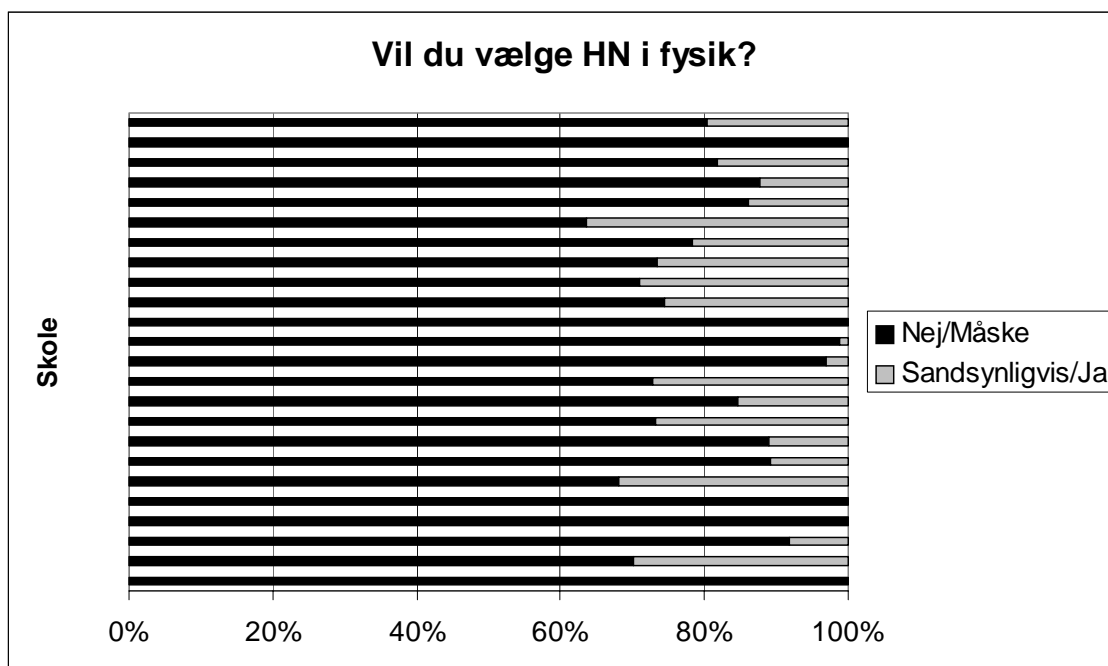
Figur 7: Hvorfor er fysik vigtigt?

## Har du planer om at vælge højt niveau (HN) i fysik?

	Hyppighed	Procent
Nej	913	76
Måske	55	5
Sandsynligvis	13	1
Ja	178	15
Sum	1159	97
Ej besvaret	35	3
Total	1194	100

15 % af eleverne siger, at de vil vælge fysik HN. Desuden er der 6 %, som svarer *måske* eller *sandsynligvis*. Det ser altså ikke ud, som om de elever, som er med i disse forsøg, søger HN i større grad end andre elever. Der er imidlertid ganske store variationer mellem skolerne, som figur 8 viser.

Tabel 6



Figur 8: Vil du vælge HN i fysik?

Der er f.eks. otte skoler, hvor flere end 25 % svarer *sandsynligvis* eller *ja* på spørgsmålet om de vil vælge HN. På den anden side er der også otte skoler, hvor under 10 % svarer det samme. Vi lægger også mærke til, at der er fem skoler, hvor alle eleverne svarer *nej* eller *måske* på spørgsmålet, om de vil vælge HN-fysik. Det er interessant, at der kun er få, som sætter kryds ved *måske* eller *sandsynligvis*. Hovedsageligt sætter de kryds ved enten *ja* eller *nej*, hvilket indikerer en ganske klar beslutning.

## Har du planer om at gå i gang med en teknisk/naturvidenskabelig uddannelse (f.eks. fysiker, kemiker, ingeniør)?

	Hyppighed	Procent
Nej	494	41
Måske	367	31
Sandsynligvis	156	13
Ja	145	12
Sum	1162	97
Ej besvaret	32	3
Total	1194	100

Der er kun 12 %, som svarer *ja* på dette spørgsmål. Imidlertid er der 44 %, som svarer *måske* eller *sandsynligvis*. At 41 % svarer definitivt *nej*, kan vel ikke siges at være et tilfredsstillende resultat set i forhold til ønsket om, at flere elever skal søge til teknisk/naturvidenskabelige uddannelser.

*Tabel 7*

### Konsistens i elevsvarene

Ved en enkel faktor- og reliabilitetsanalyse har vi undersøgt, om elevsvarene er nogenlunde konsistente. Det viser sig, at der er meget god sammenhæng i svarene. Groft set kan vi sige at de elever, som synes, at fysik er vigtigt, også synes at fysik er interessant. De elever, som synes, at mange begreber, stort tempo og stort pensum er problematisk, synes også, at fysik er vanskeligt. Og de elever, som synes, at matematikken er specielt problematisk, ser ikke ud til at ville vælge HN i fysik eller vælge en teknisk/naturvidenskabelig uddannelse.

Ikke uventet er der en tendens til, at de elever, som giver udtryk for at fysik er interessant og ikke så vanskeligt, også er noget mere positive over for forsøgene.

## 2.3 Afslutning

Man skal naturligvis være forsigtig med at drage for vidtgående konklusioner af et begrænset materiale som dette. Men elevernes svar på dette spørgeskema indikerer, at en række forsøg i fysikundervisningen fungerer godt, og at de vækker interesse hos eleverne. Det er imidlertid tankevækkende, at denne i og for sig positive holdning ikke resulterer i, at flere vil vælge HN i fysik eller har planer om en naturvidenskabelig uddannelse.

### 3 Lagttagelser, konklusioner og anbefalinger

#### 3.1 Projektorganiseret undervisning

##### 3.1.1 Fordele ved projektarbejde

Elever og lærere er enige om en række fordele ved den projektorganiserede undervisning. Der har været et stort *elevengagement* i projektarbejdet. Det virker *motiverende* med et projekt, som eleverne føler *ejerskab og ansvar* for, og med den store *selvstændighed*, som projektarbejdet medfører. Både spørgeskemaundersøgelsen og samtaler med elever ved skolebesøg viser, at det er noget, eleverne lægger stor vægt på. Det at kunne arbejde selvstændigt med fysik og at kunne samarbejde om fysikfaglige problemstillinger er kompetencer, som specielt tilgodeses ved projektarbejdet, og de nævnes af mange som betydningsfulde. Det sker ofte med den begrundelse, at de får brug for dem ved senere studier og erhverv, mens de rene fysikkompetencer kommer i anden række.

Også den store elevaktivitet fremhæves som noget positivt. Projekterne er endvidere med til at give variation i undervisningen, og netop variationen betyder meget for eleverne. De lægger således også vægt på, at kun en begrænset del af undervisningen skal være projektorganiseret.

##### 3.1.2 Det faglige udbytte

Hvad angår elevernes faglige udbytte, er erfaringerne mere blandede. Nogle lærere og elever vurderer, at alle får et tilfredsstillende fagligt udbytte af projektarbejdet. Flere fremhæver imidlertid, at udbyttet er størst hos de dygtigste elever eller hos mellemgruppen, mens de svage elever bliver tabt. Selv om mange af de mindre stærke elever er glade for projektarbejdsformen med de muligheder, den giver for et selvstændigt og aktivt arbejde med fysikken, ender en del af dem med at få alt for lidt ud af det. Uden et solidt fagligt fundament er det svært at magte de komplekse fysiske problemstillinger og store udfordringer, som de ofte møder i projekterne. Ganske vist er læreren klar til at hjælpe, men de svage elever ved tit ikke, hvad de skal spørge om, og holder sig beskedent tilbage, mens andre utålmodigt venter på hjælp. Resultatet bliver en rapport (eller bidrag til en gruppe rapport) af særdeles beskeden kvalitet. Enkelte elever ender med at give helt op. En del lærere giver udtryk for, at udstrakt brug af projektorganiseret undervisning kan være med til at øge kløften mellem de fagligt stærke og de fagligt svage elever.

##### 3.1.3 Problemer i gruppearbejdet

Det faglige udbytte er stærkt afhængigt af, om den enkelte projektgruppe fungerer godt. I nogle klasser er det lykkedes at etablere en arbejdsmoral, så alle grupper arbejder godt. Det mest almindelige er dog, at enkelte grupper har vanskeligheder, typisk fordi en eller flere elev(er) i gruppen bestiller for lidt og ikke overholder de aftaler, der indgås. Denne manglende ansvarlighed giver ikke

bare et dårligt arbejdsklima, men går også ud over det faglige udbytte hos alle i gruppen.

Endvidere har en del projektgrupper vanskeligheder med at planlægge arbejdet fornuftigt. Det kan f.eks. give sig udslag i, at de bestiller for lidt i begyndelsen af projektperioden og dermed kan blive meget stressede til sidst. Der er også nogle skoler, som har dårlige erfaringer med, at nogle grupper blot uddelegerer arbejdet til de enkelte gruppemedlemmer, så det aldrig bliver samlet til en helhed, og projektrapporten således kommer til at bestå af en række afsnit, der ikke hænger ordentligt sammen.

At det har stor betydning for eleverne, om grupperne er velfungerende, understreges af spørgeskemaundersøgelsen. Her nævnes gruppearbejdet hyppigt som noget, der har været godt ved forsøgsundervisningen. Dårligt fungerende gruppearbejde nævnes imidlertid også af mange som noget, der har været skidt ved forsøget. Som en lærer fremhæver, er det vigtigt at gøre eleverne bevidste om, hvad de skal have ud af projektarbejdet, men det afhjælper naturligvis ikke problemerne helt.

Forsøgserfaringerne tyder i øvrigt på, at når en klasse også har haft projektarbejde i andre fag, er det nemmere at få det til at fungere godt. Det er derfor hensigtsmæssigt, at flere fag samarbejder om at lære eleverne denne arbejdsform.

#### 3.1.4 Projekternes faglige indhold

Det faglige indhold i projektarbejdet spænder vidt. Mange lærere fremhæver, at de har gode erfaringer med projekter - både tværfaglige og rene fysikprojekter - til undervisningsforløb, der primært skal tilgodese en perspektivering af fysikken.

Det er nærliggende at sammenholde dette med spørgeskemaundersøgelsens spørgsmål om, hvad det er vigtigt at lære i fysik. Svarene herpå viser, at eleverne lægger særlig vægt på at lære at forstå *dagligdags fænomener* og den *verden, vi lever i*. Forsøgserfaringerne tyder på, at projektarbejde kan være velegnet til undervisningsforløb, der skal tilgodese disse elevønsker.

Typisk har et projektorganiseret forløb et overordnet fysisk emne, som alle grupper arbejder inden for. Projekter bliver sædvanligvis indledt med, at læreren giver en kort introduktion til det pågældende emne, så eleverne ikke skal starte på bar bund, men har en faglig basis for det efterfølgende gruppearbejde. Der er imidlertid også eksempler på, at et projekt har skullet tilgodese en bestemt fysikkompetence, mens emnevalget var frit. Eleverne satte stor pris på denne valgfrihed, men fik til gengæld ofte vanskeligheder med at få hold på det emne eller den problemstilling, de valgte at kaste sig over, hvilket skabte en lang kø hos læreren.

Flere lærere udtaler, at projektarbejde ikke er velegnet som eneste undervisningsform til indlæring af et givet kernestofområde. Der skal suppleres med klasseundervisning, hvor de vigtigste ting bliver gennemgået, gerne som forberedelse og oplæg til projektet. Problemet er, at ved projektarbejde alene får en hel del elever ikke tilstrækkelig indsigt i og overblik over det stof, de har arbejdet med - eller i det mindste er de usikre på, om de får det.

### 3.1.5 Vejledningsbehov og spildtid

Som noget negativt ved projektarbejdet fremhæver mange elever og lærere, at eleverne ofte står i kø og må vente længe på at få hjælp. Der går meget tid til spilde på denne måde, og spørgeskemaundersøgelsen viser, at eleverne oplever det som et stort problem. Især når klasser med mange elever har projektarbejde med eksperimentelt indhold, er det et påtrængende problem, der giver anledning til store frustrationer. Forsøgserfaringerne peger derfor på, at ved fysikprojekter i ikke helt små klasser er det i de eksperimentelt intensive perioder absolut nødvendigt med to lærere. Med kun én lærer bliver projektundervisning med eksperimentelt arbejde for ineffektiv.

Ved projekter, hvor eleverne selv har valgt det fysiske emne, har køproblemerne i hele forløbet været særlig store. Her er der i hele projektforsøget stort behov for hjælp.

### 3.1.6 De ydre rammer

Et andet gennemgående kritikpunkt - især fra elevside - er klager over mangel på lokaler og computere og i et vist omfang også apparatur til eksperimenter. Projektundervisning med eksperimentelt indhold er meget apparaturkrævende og slider også mere på fysiksamlingen, end traditionelle øvelser gør. På nogle skoler er fysiksamlingen lille og nedslidt, og så er det yderst vanskeligt at gennemføre eksperimentelle projekter med et fælles tema og en vis grad af deltagerstyring. Hvis ingen af elevernes gode ideer til forsøg kan realiseres, falder engagementet mærkbart. Også behovet for computere er stort. Typisk benyttes computeren ikke som i mange andre fag kun til informationssøgning og tekstbehandling, men også i det eksperimentelle arbejde til dataopsamling samt til beregninger og graftegning mm. Endelig lider mange skoler under pladsmangel og har bl.a. ikke arbejdsområder, der er egnet til gruppeprojekter.

### 3.1.7 Tidspres for at nå pensum

Det er en gennemgående erfaring, at projektarbejdet er meget tidskrævende. Næsten alle de klasser, der har benyttet projektarbejde som en væsentlig del af forsøgsundervisningen i fysik, har oplevet et betydeligt tidspres for at nå det obligatoriske pensum. Dette er både lærere og elever utilfredse med, da det ofte har givet nogle stressede fysiktimer og en overfladisk behandling af nogle af de øvrige emner. At det har været et betydeligt problem, fremgår af både spørgeskemaundersøgelsen, skolernes tilbagemeldinger og samtaler med lærere og elever ved skolebesøgene.

Mange lærere ønsker en større frihed, enten ved at det obligatoriske kernepensum gøres mindre, eller ved at fagbilagets krav til behandlingen af det gøres mindre detaljeret. Derved bliver der plads til et vist mål af projektarbejde, uden at det går ud over kvaliteten af den øvrige fysikundervisning.

### 3.1.8 Organisering af projektarbejdet

Det er en krævende opgave at tilrettelægge et godt projektforsløb:

- Det enkelte projekt skal give passende udfordringer til både dygtige og mindre dygtige elever.
- Der skal være god progression i klassens projektarbejde.
- Der skal være gode muligheder for eksperimentelt arbejde.
- Der skal typisk tilrettelægges et indledende undervisningsforløb, som giver en faglig basis for det efterfølgende projektarbejde.

Dertil kommer, at mange lærere ikke fra tidligere har megen erfaring med projektarbejde, og at stort set alle projektoplæg har skullet udarbejdes fra grunden. Mange lærere har lagt et stort arbejde i og brugt megen tid på udvikling af fysikprojekter, og flere har oplevet det som en stor arbejdsmæssig belastning. Der er derfor behov for efteruddannelse af fysiklærere i projektarbejde, og for at forsøgsskolernes mange glimrende projektoplæg med forslag til problemstillinger, eksperimenter, litteratur m.m. samles i en let tilgængelig materialebank. Det vil give værdifuld inspiration og gøre arbejdet mere overkommeligt for de fysiklærere, der i højere grad end nu skal undervise projektorganiseret efter gymnasierformen.

### 3.1.9 Projektarbejdets omfang

Mange elever og lærere udtaler sig om, hvor stort omfanget af projektarbejde i fysik bør være. Naturligvis er der ikke fuldstændig enighed på dette punkt, men de fleste skønner, at to (eller måske tre) mindre projekter pr. skoleår er passende. Et mindretal ønsker en større andel af projektarbejde. Evalueringsgruppen er enig i, at efter gymnasierformen bør projektarbejde være obligatorisk på alle fysikhold, *men kun i mindre omfang*. Der bør dog også være mulighed for, at den projektorganiserede undervisning på særligt interesserede hold kan have et større omfang.

### 3.1.10 Valg af højt niveau i fysik

Som nævnt ovenfor øger projektarbejdet elevernes motivation for at arbejde med fysiske emner og problemstillinger. Den forøgede interesse ser dog ikke ud til at få flere elever til at vælge fysik på højt niveau, og det er et problem, der optager mange lærere. Nogle elever og lærere foreslår som en af forklaringerne herpå, at de spændende og udfordrende projekter får faget til at fremstå som sværere end ved en mere traditionel undervisning, og at det skræmmer eleverne fra at vælge det på højt niveau.

Andre elever giver udtryk for en opfattelse af, at undervisningen i fysik på HN ikke vil være lige så spændende som den, de lige har oplevet, og at de derfor ikke vælger det.

En tredje gruppe elever vurderer, at de har faglige huller på grund af den måde, de er blevet undervist på.

### 3.1.11 Konklusioner og anbefalinger

- Projektarbejde i fysik virker motiverende og engagerende på langt de fleste elever, og det er velegnet til at fremme selvstændighed og ansvar hos de fleste elever.
- Projekter i fysikundervisningen får dog ikke flere elever til at vælge faget på højt niveau.
- Der er især gode erfaringer med at benytte projektarbejde til undervisningsforløb, der skal tilgodese en perspektivering af fysikken. I sådanne forløb kan samarbejde med en virksomhed eller med et andet fag ofte forøge elevernes udbytte.
- Projektarbejde bør have sin plads som en blandt flere undervisningsformer.
- Projektarbejdet skal tilrettelægges med en tydelig progression, så projekternes kompleksitet og krav til selvstændighed gradvis øges.
- Der er behov for særlig opmærksomhed på, at også de svage elever skal kunne få et godt fagligt udbytte.
- Eksperimentelle projekter stiller store krav til samlinger og lokaler.
- Der bør være en tolærerordning, i det mindste i de eksperimentelt intensive perioder af projektarbejdet, ellers spilder eleverne alt for meget tid med at vente på, at det bliver deres tur til at få hjælp.
- Der er behov for en omfattende og lettilgængelig materialebank, hvor lærerne kan hente inspiration, og for efteruddannelseskurser og udviklingsarbejde i fysik, hvor projektarbejde spiller en væsentlig rolle.

## 3.2 Eksperimentelt arbejde

### 3.2.1 Erfaringer

På mange skoler indgår en ændret tilrettelæggelse af det eksperimentelle arbejde som en helt central del af skolens forsøg. En del hold forsøger sig med en overvejende eksperimentel tilgang til emner som eksempelvis simpel ellære, varmelære eller bølgelære. Mange lærere oplever sådanne forløb som mere engagerende og motiverende for eleverne. Eleverne giver generelt udtryk for tilfredshed, men mange har alligevel betænkeligheder ved "om vi nu også lærer nok". Denne betænkelighed bunder formentlig i den følelse af mangel på en åbenlys sammenhæng, som sådanne lange eksperimentelle forløb undertiden efterlader hos mange elever.

Det kan være begrebsmæssigt overvældende, at en forsøgsrække *samtidighar* fokus på "indlæring af kernestof" og "udvikling af evner til at arbejde eksperimentelt og naturvidenskabeligt". Derfor har læreren et stort ansvar over for

eleverne til at tydeliggøre, hvilke kompetencer, der specielt er i fokus i netop dette forløb.

Præcis samme lærerforpligtelse gælder også ved arbejde med kagebogsvejledninger contra mere åbne problemstillinger. Ofte bedømmer lærer og elever udbyttet af et åbent tilrettelagt eksperimentelt arbejde ret forskelligt. Eleven kan opleve, at det var helt mislykket: "Vi kom jo ikke frem til noget". Læreren vurderer derimod måske, at væsentlige elementer af den naturvidenskabelige metode blev glimrende demonstreret. Hvis eleverne ikke er gjort bevidste om målene, sidder de frustrerede tilbage; dog med en glad og tilfreds lærer.

Nogle lærere har gjort den erfaring, at "alt det med de åbne oplæg har pludselig gjort de gammeldags kagebogsvejledninger svære". "Eleverne læser jo ikke teksten. De går bare i gang". Evnen til at læse og forstå linje for linje er en vigtig kompetence, både i fysik og generelt set. Det er derfor vigtigt at træne eleverne heri, og her kan kagebogsvejledninger være et glimrende hjælpemiddel.

Undertiden savnes ved rapporteringen af udviklingsarbejde/forsøg med eksperimentelt arbejde en større fagdidaktisk bevidsthed om formålet med de forskellige eksperimentelle aktiviteter (udover at de på visse elevtyper kan virke umiddelbart motiverende). Her kan der både i det små og i den store plan hentes megen inspiration i eksempelvis HOT-Fysik, se kapitel 4.

### 3.2.2 Konklusioner og anbefalinger

- Åbne eksperimenter øger elevernes aktivitet og kan styrke deres engagement, og de kan medvirke til, at eleverne opnår en god samlet forståelse af teori og praksis.
- Åbne eksperimenter er ofte meget tidskrævende, og svage elever kan blive/føle sig tabt.
- Det anbefales, at en del af det eksperimentelle arbejde udføres med åbne problemformuleringer.
- De nuværende muligheder for tolærerordninger og deletimer til eksperimentelt arbejde skal forøges.

## 3.3 Ydre forhold

### 3.3.1 Indledning

Gymnasireformen lægger op til udstrakt brug af varierede, heriblandt ikke mindst elevaktiverende undervisningsformer. Evalueringsgruppen har ved skolebesøg fået bekræftet, hvad vi i hæfte 22 skrev om ydre forhold i forbindelse med projektorganiseret undervisning, og som efter vor mening gælder for enhver form for elevaktiverende fysikundervisning.

### 3.3.2 Konklusioner og anbefalinger

- Laboratorierne skal være store nok til at der kan foregå forskelligartede eksperimentelle aktiviteter, udført af op til 28 elever samtidigt.
- Der skal være tilstrækkeligt med it-elevarbejdspladser i umiddelbar tilknytning til fysikafsnittet.
- Der skal være elevarbejdspladser i umiddelbar tilknytning til fysikafsnittet.
- Der skal være rigeligt med grundudstyr og et bredt spektrum af specialudstyr, så eleverne kan udføre et varieret eksperimentelt arbejde.
- Det skal være muligt, at enkeltelever eller elevgrupper kan arbejde med teori, samtidig med at andre elever eller elevgrupper gennemfører eksperimenter.
- Skoleledelserne bør gennemgå skolernes fysikafsnit i samarbejde med fysiklærerne og skoleejerne med henblik på anbefalingerne ovenfor.
- Om nødvendigt aftales en handlings- og investeringsplan for at bringe disse afsnit til en standard, som både udstyrs- og bygningsmæssigt giver mulighed for moderne undervisning.

## 3.4 Samspil med andre fag

### 3.4.1 Erfaringer

Dette afsnit bygger på de forsøg, der er udført i 2002/03 på 12 skoler samt resultaterne af forrige års forsøg som beskrevet i hæfte 22. Gruppen har i 2003 besøgt Frederikshavn Gymnasium og HF og Sankt Annæ Gymnasium samt været i telefonisk kontakt med flere af de øvrige skoler.

En række skoler har i deres forsøg inddraget tværfagligt samarbejde mellem fysik og et eller flere andre fag. Mange forskellige fag har været samarbejdspartnere, bl.a. dansk, historie, musik, biologi, kemi, matematik, filosofi og geografi. Samarbejdsperioderne har strakt sig fra nogle få uger til to hele skoleår. I en del tilfælde har der været tale om tværfaglige projekter.

Eleverne give typisk udtryk for, at de bliver inspireret og engageret af de tværfaglige aktiviteter, og flere fremhæver, at de har opnået en bedre forståelse i begge fag. Mange har dog oplevet, at tværfaglige forløb nemt kan blive meget krævende. For lærerne kan tværfagligheden ligeledes medføre en øget belastning, men de finder den også spændende og udviklende. I almindelighed vurderes det, at fagene profiterer af samarbejdet. Der er dog også eksempler på, at det, der var planlagt som et ligeværdigt samspil mellem to fag, ender med, at elevernes interesse og arbejde især kommer til at ligge i det ene af fagene, så udbyttet i det andet fag bliver for lille set i forhold til den investerede tid.

### 3.4.2 Fysik i samspil med andre fag – efter reformen

Gymnasireformen indebærer en række tværfaglige undervisningsforløb i gymnasiet. I grundforløbet indgår bl.a. et naturvidenskabeligt forløb; i studieretningsforløbet indgår samarbejde mellem de tre studieretningsfag, og i alle tre gymnasieår er der afsat timer til almen studieforbereelse med samspil mellem fagene.

Både grundforløbets naturvidenskabelige forløb og den almene studieforbereelse vil komme til at variere meget fra klasse til klasse, afhængigt af bl.a. valg af studieretning og af skolens profil og lokale muligheder. Det vil næppe være hensigtsmæssigt med et fast fagligt pensum for disse forløb; de skal snarere sætte fokus på en række faglige og personlige kompetencer. I denne forbindelse er der gjort værdifulde forsøgserfaringer på mange skoler, både fra forsøg med fysik i samspil med andre fag og fra forsøg, hvor fysikkompetencer har spillet en stor rolle for undervisningens tilrettelæggelse.

#### Den almene studieforbereelse

Den almene studieforbereelse består af undervisningsforløb med samspil mellem forskellige fag, som skal give eleverne en sammenhængende forståelse af deres omverden. Det fremhæves eksplicit, at der skal lægges vægt på de naturvidenskabelige dannelselementer. Man kan bl.a. pege på, at fysik i samspil med andre fag kan bidrage til at udvikle elevernes evne til at ræsonnere og til at tænke abstrakt. Endvidere kan man i den almene studieforbereelse introducere eleverne til projektarbejde på gymnasialt niveau, herunder projekter med en problemstilling der bedst belyses ved hjælp af eksperimentelt arbejde. De mange fysikforsøg med projektarbejde viser, at fysik her kan spille en central rolle. Tværfaglige projekter med fysik som et af fagene - eller andre undervisningsformer med stor elevaktivitet - kan sætte fokus på kompetencer som at foretage en systematisk undersøgelse, at foretage dataanalyse og empirisk modellering, at samarbejde om en teknologisk præget problemstilling, at formidle og evt. popularisere naturvidenskabelige landvindinger osv.

Fysikforsøgene viser et bredt spektrum af sådanne fagsamarbejder, hvoraf en del er på et niveau, som er overkommeligt allerede i grundforløbet. Som eksempler kan nævnes samarbejder med musik om lyd, toner og musikinstrumenter, med idræt og biologi om motion og idrætspræstationer, med matematik om modellering, med historie om den industrielle revolution og med samfundsfag om energiproblemer.

#### Grundforløbets naturvidenskabelige forløb

I dette forløb skal der indgå elementer fra fagene biologi, fysik, kemi og naturgeografi. Det må være oplagt, at forløbet bl.a. skal lægge vægt på den eksperimentelle kompetence, herunder forbindelsen mellem teori og praksis. Med baggrund i forsøgene er det nærliggende at foreslå, at også kompetencer i empirisk modellering og i anvendelse af it får en central placering. På alle disse områder vil fysik kunne yde et væsentligt bidrag til at give eleverne et godt ud-

bytte af forløbet. Forsøgsundervisningen bidrager også med forslag til mulige overordnede emner for det naturvidenskabelige forløb, f.eks. *vejr og klima* eller *miljøproblemer*. Der er endvidere gode erfaringer med virksomhedsbesøg og med inddragelse af gæstelærere.

#### Studieretningerne

En studieretning udgøres af tre fag, hvor i det mindste de to fag på højest niveau skal have gode muligheder for et berigende samspil. For fysiks vedkommende er matematik og de øvrige naturvidenskabelige fag nærliggende samarbejdspartnere. Mange skoler har gennem en årrække med pæn elevtilslutning oprettet fagpakkehold i matematik og fysik, og også i den egentlige forsøgsundervisning er der særdeles gode erfaringer med et samspil mellem disse to fag. Forsøgene peger dog også på andre, mindre traditionelle muligheder. Der er bl.a. eksempler på et værdifuldt samarbejde mellem fysik og filosofi, hvor de fysiske teorier i langt højere grad end ellers blev sat ind i en erkendelsesmæssig, kulturel og historisk sammenhæng.

### 3.4.3 Konklusioner og anbefalinger

-om den almene studieforbereelse

- Fysik er meget velegnet til at indgå i den almene studieforbereelse.
- Den almene studieforbereelse i 1.g er velegnet til at introducere gymnasialt projektarbejde for eleverne.
- Projektarbejde med eksperimentelt indhold er velegnet også på dette trin.
- Tværfaglige projektarbejder eller andre tværfaglige arbejdsformer sammen med andre matematisk/naturvidenskabelige fag er velegnede til at sætte fokus på generelle naturvidenskabelige arbejdsformer og kompetencer.
- Der er gode erfaringer med tværfaglige samarbejder mellem fysik og ikke-naturvidenskabelige fag som f.eks. historie, musik eller dansk.

-om det naturvidenskabelige grundforløb

Det naturvidenskabelige grundforløb udformes, så

- der lægges vægt på elevernes eksperimentelle kompetence, herunder samspillet mellem teori og praksis,
- empirisk modellering får en central placering,
- anvendelse af it indgår som en vigtig del af forløbet,
- der indgår overordnede, tværfaglige emner, f.eks. *vejr og klima* eller *krop og energi*.

-om studieretningerne

- Tværfaglige projektarbejder eller andre tværfaglige arbejdsformer sammen med andre matematisk/naturvidenskabelige fag er velegnede til at sætte fokus på generelle naturvidenskabelige arbejdsformer og kompetencer på højere niveau end i det naturvidenskabelige grundforløb.
- Der er gode erfaringer med tværfaglige samarbejder mellem fysik og ikke-naturvidenskabelige fag som f.eks. historie, musik eller dansk.

-om fysik i samspil med andre fag

- Fagbilagene udformes, så der bliver mulighed for fleksible eksamensordninger. Tværfagligt samarbejde bør kunne gøres til genstand for en afsluttende evaluering.
- Fagbilaget udformes, så alle elever i deres gymnasietid deltager i et tværfagligt forløb, hvori fysik indgår.
- Fysik- og matematikundervisningen koordineres.

## 3.5 Fokus på elevkompetencer

### 3.5.1 Baggrund

Uddannelsesstyrelsens hæfte nr. 4 om Udviklingsprogrammet for fremtidens ungdomsuddannelser introducerede i august 2000 *kompetencebegrebet* i debatten om fysikundervisningen i gymnasiet. Syv skoler har taget kompetencebegrebet op i deres forsøgsarbejde.

### 3.5.2 Specifikke elevkompetencer

Næsten alle disse skoler anfører, at en del af formålet med deres forsøg er at få styrket visse specifikke elevkompetencer. Foruden mere faglige kompetencer så som modellerings-, ræsonnements- og eksperimentel kompetence har der også været arbejdet med mere personlige kompetencer som f.eks. formidling. Arbejdet med kompetencer er typisk foregået ved, at

- der i undervisningen har været øget fokus på udvalgte elevkompetencer,
- det er blevet tydeliggjort for eleverne, hvilke kompetencer/færdigheder der forventes af dem.

En skole skriver *Eleverne er glade for den opnåede kompetence i variabelkontrollforsøg*. Samme skole skriver *Vore introedler med "hvad man skal kunne ting" fungerer godt i undervisningen.*

### 3.5.3 Kompetencebaseret pensum

#### Undervisningen

En enkelt skole har gennemført forsøg med at lade fysikundervisningen i tre klasser været helt eller delvist kompetencebaseret, således at

- undervisningen har været mål- og ikke indholdsstyret,
- pensum blev formuleret som ønskede elevkompetencer,
- eksamen blev tilrettelagt, så den også testede disse kompetencer.

Undervisningens indhold har derfor ikke kun været bestemt af fagbilagets emneliste, men i stedet i høj grad af hensynet til de ønskede elevkompetencer. Det har i alle tre forsøgsklasser betydet, at væsentlige emner fra fagbilagets emneliste er gledet ud, f.eks. for at give plads til

- forløb, der var målrettet til at formidle specifikke kompetencer
- forløb om aktuel fysik
- projektorganiseret undervisning.

Der foreligger særskilte indberetninger fra de tre forsøgsklassers lærere, som vurderer forsøgene ret forskelligt. Det hænger bl.a. sammen med, at undervisningen i én af de tre forsøgsklasser udelukkende var kompetencestyret. Denne klassens lærer finder, at den nævnte kompetencebeskrivelse er for generel, så det bliver uklart, hvad der skal undervises i, og der er risiko for, at faget mister sin identitet.

Eleverne har gennemgående været glade for forsøget. Kritikpunkterne går typisk ikke på den kompetencebaserede undervisning, men på forhold ved projektorganiseringen, som *spildtid* og *manglende apparatur* mv. En del af eleverne i den klasse, hvor undervisningen var rent kompetencestyret, mener dog, at deres konkrete fysiske viden er ret tilfældig, noget i stil med "øer i et hav".

#### Eksamen

Ved udfærdigelse af pensumindberetningen fandt alle tre lærere det af hensyn til elevernes retssikkerhed nødvendigt at formulere pensum dels som en række ønskede elevkompetencer, dels som nogle veldefinerede lærebogssider, så eleverne havde konkrete fysiske emner at demonstrere deres kompetencer på.

Eksamen blev tilrettelagt todelt, med en indledende gruppefremlæggelse af et eksamensprojekt efterfulgt af en individuel teorieksamen, hvor der også blev testet generelle kompetencer som f.eks. opstilling af regnearksmodel eller formelskrivning med Equation Editor, og hvor der var adgang til at forklare fysiske fænomener ved hjælp af virtuelle eksperimenter, Java-appletter mv.

Eleverne gav ikke udtryk for tvivl om, hvad de forventedes at kunne. To af de tre klasser kom op til eksamen, som forløb problemfrit.

### 3.5.4 Konklusioner og anbefalinger

Erfaringsgrundlaget er overordentlig spinkelt, og såvel konklusioner som anbefalinger må tages med mange forbehold:

- Mange elever er glade for, at det ved start og især slut på et undervisningsforløb præciseres for dem, hvilke færdigheder og hvilken viden, de forventes at have opnået i relation til forløbet.
- Ved rent kompetencebaseret undervisning er der risiko for, at elevernes faglige viden bliver ret tilfældig, fordi det er hensynet til kompetencer og ikke til det konkrete faglige indhold, som er bestemmende for undervisningen.
- Forfattere af lærebøger og andet undervisningsmateriale bør i højere grad end vanligt overveje, hvilke kompetencer eleverne skal have ved afslutningen af de enkelte forløb.
- Et kommende nyt fagbilag i fysik bør udformes, så det indeholder en kombination af en kompetence- og en emneliste.

## 3.6 Aktuel fysik

### 3.6.1 Erfaringer

Aktuel fysik defineres i denne sammenhæng som fysik, der opfylder mindst én af disse to betingelser:

- Den vedrører forskningens nyeste resultater.
- Den handler om *anvendt* fysik, typisk i forbindelse med aktiviteter ude af huset.

Otte skoler har ladet aktuel fysik i en eller anden form indgå i deres forsøgsarbejde. Nogle klasser har været glade for arbejde med aktuel fysik. Det gælder f.eks. et samarbejde mellem en skole og en automatfabrik, hvor eleverne var glade for at se, at den teori, de havde lært i skolen, kunne anvendes i praksis. Et samarbejde mellem de samme hold og et ventilationsfirma faldt mindre heldigt ud, fordi den fornødne teori lå uden for skolens fysikpensum.

To 1.g-klasser på en anden skole havde et længerevarende forløb om højenergifysik. I forløbet indgik et besøg på forskningscenter DESY i Hamburg. Såvel elever som lærere vurderer, at forløbet blev for svært og for abstrakt. Det havde nok været en bedre ide at vente med dette forløb til 2.g, hvor eleverne har større modenhed og større abstraktionsevne. Andre hold har været glade for såvel aktiviteter ude af huset som for forløb om frontforskningens resultater.

### 3.6.2 Konklusioner og anbefalinger

- Arbejde med aktuel fysik er *i sig selv* ikke nogen garanti for at elevernes interesse bliver stimuleret.
- Det er vigtigt, at eleverne forstår relevansen af den aktuelle fysik, de arbejder med, samt at stoffet ikke bliver for svært.
- Ved aktiviteter ude af huset er det ideelt, hvis eleverne kan se, at den teori, som de har lært i skolen, faktisk bruges til noget.

## 3.7 It-støttet undervisning

### 3.7.1 Virtuelle lærebøger og eksperimenter

En del skoler rapporterer om brug af virtuelle eksperimenter, som hentes fra nettet. Her kan man også finde (evt. abonnere på) interaktive elektroniske lærebøger, som kombinerer elektroniske tutorials med interaktive illustrationer, virtuelle eksperimenter og interaktive opgaver.

Der er ikke beskrevet mange erfaringer med virtuelle lærebøger. En enkelt skole rapporterer, at eleverne ganske vist arbejder med sådant materiale, men at de springer tutorialerne over og straks går i gang med opgaverne, hvorefter de prøver sig frem, indtil de svarer rigtigt. Denne arbejdsmetode er de fuldt fortrolige med fra computerspil. Det faglige udbytte, de får ved denne form for arbejde, er minimalt. En anden skole oplyser, at denne elevadfærd kan undgås, hvis man kombinerer den elektroniske lærebog med JITT-konceptet, se næste afsnit.

### 3.7.2 Just In Time Teaching (JITT)

Just-In-Time Teaching (JITT) er en gennemtænkt og gennemprøvet undervisnings- og læringsmetode udviklet i USA. JITT består af to elementer: *klasserumsaktiviteter* rettet mod *aktiv* læring, og webaktiviteter til at forberede og variere klasserumsdelen.

Inden for udviklingsprogrammet har tre skoler forsøgt sig med elementer af JITT. Der har her været fokus på de såkaldte *Warm-Ups* og *Physlets*. Disse er web-baserede virtuelle eksperimenter, og *Warm-Ups* er opgaver, som eleverne besvarer på Web. Opgaverne skal dels forberede eleverne på næste time, dels være et værktøj for læreren til at diagnosticere elevernes øjeblikkelige viden/indsigt.

Eleverne forventes at have besvaret opgaverne elektronisk, inden undervisningen starter. Herved opmuntres eleverne bl.a. til at forberede sig regelmæssigt og i god tid. Endvidere spores eleverne ind på, hvad der skal foregå i timerne. Elevernes svar hjælper læreren til at identificere elevernes problemer just-in-time, så der kan tages højde for disse eventuelle problemer i tilrettelæggelsen af undervisningen. På denne måde bliver hver enkelt elev mere synlig; måske i modsætning til situationen ved megen klasseundervisning, hvor det kan være de bedste elever, som besvarer spørgsmålene, og undervisningen så ofte kører

videre på deres præmisser. Det er endvidere en anden måde for eleverne at kommunikere med læreren på; en måde som kan få flere elever på banen.

Forsøgene antyder, at JITT-konceptet af mange elever opleves som en arbejdsform, der på en god og overskuelig måde fremmer deres selvstændighed og egen ansvarsfølelse, ligesom der sker en bevidstgørelse om undervisningens mere skjulte dagsordener. Måske er det endda sådan, at mange elever ikke kun oplever JITT-forløb som en kærkommen variation af undervisningsformen, men også som et koncept, der gerne måtte styre hele undervisningen.

Det skal bemærkes, at der på forsøgsholdene har været overraskende mange problemer af typen: "Jeg har ikke internet-adgang derhjemme, og jeg kan ikke forberede mig på skolen om eftermiddagen. Der har jeg jo fri."

### 3.7.3 Vurdering

I de observerede forsøg har der som nævnt været fokus på brug af internet og Web til kommunikation (opgaver, kommentarer) og til virtuelle eksperimenter (Physlets). Det er vanskeligt at sige noget sikkert om, hvordan sådanne Physlets virker læringsmæssigt, og i hvor stor grad eleverne har fagligt udbytte af dem. At de er spændende og interessante, og at de repræsenterer en god variation i undervisningen, er ganske oplagt. Men i hvilken grad de øger elevernes forståelse og hjælper dem i begrebsudviklingen, er ikke dokumenteret. Vores vurdering er alligevel, at dette må være et godt og interessant indslag i et bredt udbud af forskellige undervisningsstrategier.

Der er stor fleksibilitet i selve konceptet, og i det hele taget et stort potentiale i den elektroniske form. Det gælder eksempelvis større mulighed for personlig opfølgning på den enkelte elev, systematisk kortlægning/diagnosticering, og kommunikation mellem elever og mellem lærer og elev.

Forskellige måder at bruge den nye teknologi og internet på skal afprøves i stadig nye former. Dette er et sådant forsøg, og det virker umiddelbart lovende. Selv om man selvfølgelig ikke skal tro, at den moderne teknologi i sig selv kan løse ethvert kendt pædagogisk problem, og selv om fysikkens begrebsapparat uanset ny teknologi stadig er vanskeligt, så behøver vi al den erfaring, som vi kan få. Her ser ud til at være et koncept, som der oplagt skal arbejdes videre med.

### 3.7.4 Konklusioner og anbefalinger

- Virtuelle eksperimenter og brug af internet til kommunikation er interessante elementer i fysikundervisningen, og de repræsenterer en god variation.
- JITT-konceptet virker lovende, og der skal arbejdes videre med det.
- Forskellige måder at bruge it-teknologien på skal fortsat afprøves.

## 3.8 Eksamen

### 3.8.1 Varierede undervisningsformer og eksamen

Moderne fysikundervisning er meget varieret og benytter sig af mange forskellige undervisningsformer. Derfor er det ikke så enkelt at pege på én bestemt eksamensform, der tilgodeser kravet om, at eksamen skal afspejle den daglige undervisning.

### 3.8.2 Projektorganiseret undervisning og eksamen

Projektorganiseret undervisning foregår i grupper. Et af formålene med projektarbejdet er at give eleverne personlige kompetencer (samarbejdsevne, ansvarlighed, evne til at planlægge m.v.). Disse kompetencer kan kun vanskeligt eller slet ikke testes ved en traditionel eksamen. Derfor har mange skoler, som laver forsøg med projektarbejde, også lavet forsøg med eksamen. Typisk går forsøgene ud på, at en del af eksamen består af en gruppefremlæggelse af et projekt, hvorefter der er en mere traditionel teoretisk prøve. Eleverne får individuelle karakterer.

#### Problemer ved gruppefremlæggelse

Et af problemerne ved gruppefremlæggelse af projekter opstår, hvis gruppesammensætningen har varieret fra projekt til projekt, hvilket er meget normalt. Hvis eleverne til eksamen opgiver flere forskellige projekter, og til eksamen trækker individuelle spørgsmål, bliver det ikke muligt at eksaminere en projektgruppe samlet, fordi eleverne i denne gruppe kommer op i projekter, som de har udført i andre grupper. Dette problem løses typisk ved, at eleverne eksamineres i et *eksamensprojekt*.

Et andet problem ved gruppeeksamen er forberedelsestiden. Ved eksamen på det obligatoriske B-niveau skal hver elev have 24 minutters forberedelsestid. Det virker ikke rimeligt, at en firepersoners gruppe på denne måde får en forberedelsestid på 96 minutter, mens en topersoners gruppe må "nøjes" med 48 minutter.

En række skoler lader eksamen være todelt:

- Indledningsvis gruppefremlæggelse af et eksamensprojekt, udført i undervisningstiden eller på dagen før eksamen.
- Dernæst individuel eksamen i et teorispørgsmål i det opgivne pensum. På en enkelt skole føres i stedet en uddybende samtale mellem lærer og elever om projektet. Af praktiske grunde er hele gruppen normalt til stede under denne del af eksamen.
- Eleverne har trukket teorispørgsmålet i god tid før eksamen, typisk 24 timer eller 48 timer. Således undgås problemet med de varierende forberedelsestider.

Hvor der er foregået gruppeeksamen, siger lærere og censorer overensstemmende:

- Der er ingen problemer med at tildele eleverne individuelle karakterer, og der er ingen tendens til at medlemmerne af en gruppe får ens karakterer.

- Gruppeeksamen påvirker klimaet ved eksamen i en gunstig retning.
- Fordi man undgår tidsforbrug til trækning af eksamensspørgsmål og skift af elever efter hver eksamination, er der mere ro over eksamen end normalt, og der er bedre tid til fordybelse.
- Det er meget u hensigtsmæssigt, hvis kun en del af en klasse, som gennemfører forsøg med gruppeeksamen, udtrækkes til eksamen.

Om 24 eller 48 timers forberedelse udtaler lærerne:

- Nogle elever formår at udnytte den lange forberedelsestid til at lave glimrende præstationer.
- Svage elever synes ikke at have gavn af den lange forberedelsestid.
- Den lange forberedelsestid har givetvis en social slagside, idet den favoriserer elever, som har adgang til hjælp i hjemmet eller hos venner.
- Dette manifesterer sig dog ikke nødvendigvis ved karaktererne, som typisk ikke afviger væsentligt fra årskaraktererne.
- En svag elev er dårligere stillet ved eksamen, hvis eksaminationsgrundlaget er en dårlig projektrapport, end hvis det er en lærebog og/eller nogle gode notater fra en lærergennemgang.

Næsten alle elever udtaler:

- Stemningen ved gruppeeksamen er mere afslappet end ved normal eksamen, fordi det giver tryghed at være sammen med sin gruppe.

Om 24 eller 48 timers forberedelsestid siger nogle elever:

- Den hjælper til at undgå helt lave karakterer, fordi man faktisk kan nå at læse en del stof op i løbet af den tid.

Evalueringsgruppen tilføjer:

Ved en "ren" projekteksamen med gode forberedelsesmuligheder kan eksamenspensum blive urimeligt lille/snævert, og det bliver måske vanskeligt at differentiere karaktergivningen hensigtsmæssigt for den bedste (halv-)del af eleverne, som "for nemt" kan lave blændende præstationer.

### 3.8.3 Konklusioner og anbefalinger

- Eksamen bør afspejle den givne undervisning.
- Gruppeeksamen er bedre end normal eksamen egnet til at teste personlige kompetencer, som eleverne har erhvervet ved projektor organiseret undervisning.
- Der er ingen vanskeligheder med at tildele elever individuelle karakterer ved en gruppeeksamen.
- Projektor organiseret undervisning bør evalueres med gruppeeksamen.

## 4 Om HOT-projektet

af Jens Dybkjær Holbech og Poul V. Thomsen  
Center for Naturfagenes Didaktik, Aarhus Universitet

### 4.1 Baggrund

HOT-projektet (Højere Ordens Tænkning) blev startet i 1999 som et af de første projekter ved Center for Naturfagenes Didaktik (CND), Aarhus Universitet, med Jens Dybkjær Holbech som hovedansvarlig. Baggrunden for HOT var for det første dokumentation af, at en stor del af eleverne i 1.gm ikke besidder de nødvendige tænkeværktøjer til at forstå den fysik, der her undervises i, og for det andet engelske erfaringer med gennem en målrettet indsats at få 12-14 årige elever til at tænke bedre, dvs. mere abstrakt (CASE-projektet). På baggrund af teoretiske studier (især Piagets og Vygotskys udviklingspsykologier) og det konkrete engelske undervisningsprojekt udvikledes ved CND en første generation af HOT-undervisnings- og kursusmateriale.

### 4.2 Formål

HOT-projektet er et forskningsbaseret udviklingsarbejde, som har til formål at undersøge og dokumentere, om elever i 1.gm gennem en målrettet undervisning kan bringes til at få udviklet deres kognitive evner.

I starten tænkte vi mest i forbedring af fysikspecifikke kompetencer, men udviklingen har vist, at formålet er blevet "mere HOT end fag". De kompetencer, som HOT forhåbentlig kan bidrage til, at eleverne udvikler, er nemlig mere almene - om end mestendels sat i faglig kontekst. Det drejer sig f.eks. om

- analytiske kompetencer (opnået gennem arbejde med variabelidentifikation og -udelukkelse),
- modelleringskompetencer (opnået gennem arbejde med sammenhæng mellem variable),
- refleksionskompetencer (opnået gennem elevaktiverende undervisning med vægt på kognitiv udvikling),
- samarbejdskompetencer (opnået gennem målrettet gruppearbejdsstrategi),
- kommunikations- og argumentationskompetencer (opnået dels på "peer-niveau" gennem elevernes samarbejde, dels gennem klassebaseret undervisning),
- transferkompetencer (opnået gennem arbejdet med bevidst brobygning fra HOT-kernestoffet til de rent faglige emneområder).

Hertil kommer naturligvis mere fagspecifikke kompetencer, som f.eks. eksperimentelle kompetencer og visse matematiske kompetencer.

### 4.3 Rammer og ressourcer

Fra Aarhus Universitet er der indtil nu investeret ca. 2 mandår i HOT. Hertil kommer et antal frikøbstimer til nogle af de deltagende lærere (typisk 50 timer/lærer) bevilget dels gennem Århus Amt, dels gennem "Matematik og naturvidenskab i verdensklasse", dels fra enkeltskoler.

HOT-undervisningsmaterialet blev oprindeligt udviklet til brug i den indledende fysikundervisning og introduceret til de deltagende lærere på efteruddannelsesdage. Efter afprøvning opsamledes erfaringer (herunder ændringsforslag), og det reviderede materiale blev via en skolekom-konference distribueret, så lærerne altid havde det nyeste materiale til rådighed. Lærernes medvirken ved denne afprøvning og udvikling har været uvurderlig.

De to første år drejede sig udelukkende om introduktion til fysik, men efter kraftige opfordringer fra de deltagende lærere videreudvikledes dele af HOT mod en fælles matematik-fysik-introduktion. Uden deltagelse af nogle matematikkyndige lærere fra HOT-fysik (2001/02) havde dette ikke været muligt. I 2002/03 deltog således kun matematik-fysik-lærerpar.

Det bør bemærkes, at HOT-efteruddannelsesforløbene har været tilrettelagt og afholdt af CND og dermed hverken organisatorisk eller finansielt har belastet den sædvanlige pulje af efteruddannelseskurser.

### 4.4 Omfang

Det seneste HOT-efteruddannelsesforløb har bestået af 5 dage: 2 introduktionsdage i starten af august, 1 opsamlings- og videreudviklingsdag i hhv. september, november og januar, men erfaringerne har vist, at der burde bruges mere tid på den teoretiske introduktion, på "brugsanvisninger" til undervisningsformen og -materialet og sidst - men ikke mindst - på erfaringsudveksling blandt de deltagende lærere. Lærerne blev opfordret til imellem møderne at arbejde med at studere undervisningsteorien bag HOT hhv. afprøve undervisningsforløb.

Fra starten har der været holdt efteruddannelsesforløb i såvel København som Århus, typisk med 25 deltagere hvert sted, og sammenlagt har omkring 135 lærere medvirket i de HOT-efteruddannelsesforløb, vi har udbudt.

### 4.5 Evalueringer

#### Tænkeniveauer

Såvel deltagende elever som kontrolklasser er blevet testet før og efter HOT-forløbet med en "Science Reasoning Task", som tester elevernes ræsonnementsniveau. Af forskellige årsager er indtil nu kun den første årgang analyseret og endda kun med ret få elever. Resultatet er opmuntrende, men ikke konkluderende, men i løbet af skoleåret 2003/04 forventer vi at blive klogere.

Fag

Elever fra 2.årgang (HOT-fysik, 2001/02) er desuden i slutningen af 2.g blevet testet med en ren fysiktest for at undersøge, om HOT kan bevirke en forskel her.

Karakterer

Endelig vil vi forsøge at indhente studentereksamenskarakterer i dansk og matematik for at undersøge, om det er lykkedes at få langtrækkende transfer, såvel over tid som over fag.

Lærerne

Hovedparten af de tilbagemeldinger, vi har fået fra deltagende lærere, er positive - nogle endda overstrømmende - såvel med hensyn til indhold som arbejdsform. Men der er også en hel del lærere, der ikke deler denne opfattelse, og som ikke har oplevet, at HOT-forløbene fungerede i deres klasse.

## 4.6 Nutid og fremtid

HOT-projektet har fra starten været et forskningsbaseret udviklingsarbejde, ikke et efteruddannelsesprojekt, og vi har derfor ikke udbudt flere efteruddannelsesforløb end de nævnte. Vi vil fremover samle kræfterne til eftertanke, evaluering og opsamling af erfaringer. På grund af Jens Holbechs orlov i 2003 ligger dette arbejde stille for tiden.

På grund af manglende kapacitet har vi måttet afslå adskillige henvendelser fra lærere, der gerne ville deltage i HOT, og vi har også måttet sige nej til at arrangere noget i indeværende skoleår. Men der afvikles et HOT-mat/fys-efteruddannelsesforløb i skoleåret 2003/04 i regi af "Matematik og naturvidenskab i verdensklasse" og med Peter Limkilde fra Odsherreds Gymnasium som instruktør. Hertil kommer, at tidligere HOT-deltagere lokalt har arrangeret skolebaserede efteruddannelseskurser for kollegerne på flere skoler.

Vi er begyndt at spekulere over HOT's eventuelle stilling i det kommende gymnasium, og en række lærere er i øjeblikket i gang med at bruge dele af HOT-materialet i sproglige 1.g klasser for at finde ud af, hvordan denne nye målgruppe kan inddrages. De kompetencer, som HOT (forhåbentlig) understøtter, er centrale for opfyldelsen af i hvert fald nogle af de forventninger, politikerne har til gymnasireformen (ifølge forslag og især bemærkninger til ny lov om gymnasiet).

## 4.7 anbefalinger

Vi har lært nogle ting af HOT-projektet, som vi tror er vigtige:

*For det første* mener vi at have lært (om end det endnu ikke er endeligt dokumenteret), at det kan lade sig gøre at få elever i 1.g til - for de flestes vedkommende med stor fornøjelse - at arbejde med HOT og derigennem erhverve sig nogle generelle kompetencer, som er en nødvendig forudsætning for beskæftigelse

med de naturvidenskabeligt baserede skolefag og matematik på det sædvanlige 1.g-niveau.

- Et sådant forløb kan gennemføres i 1.g i et samarbejde om HOT-kernen mellem matematik og det kommende naturvidenskabelige grundforløb, måske også i den almene studieforbereelse. Hvis den pågældende klasse har fysik i 1.g, bør HOT naturligvis også indgå.
- Der bør samtidigt undersøges, hvorledes en fornuftig brobygning kan ske fra HOT-kernen (som den ser ud nu) til biologi, kemi og naturgeografi (fysik og matematik har vi en række bud på og ideer til).

*For det andet* har vi lært, at det godt kan lade sig gøre at få matematik- og fysiklærere til at arbejde sammen i større stil, men at det bestemt ikke er uproblematisk. Det er formentlig blevet fremmet af at HOT har givet lærerne en fælles referenceramme og et fælles undervisningsmateriale til afprøvning.

- Spørgsmålet om, hvordan man får samarbejdende, tværfaglige lærerteams til at fungere efter gymnasireformen, er bestemt ikke uproblematisk, men bør vies særlig opmærksomhed og særlige ressourcer - ikke kun i HOT-sammenhænge, men som en nødvendig forudsætning for, at det naturvidenskabelige grundforløb og den almene studieforbereelse overhovedet kommer til at fungere efter hensigten.

*For det tredje* har vi lært, at det kræver meget tid og stor indsats fra lærernes side at sætte sig ind i læringsteorien og ikke mindst implementeringen af denne i tilrettelæggelses- og afviklingspraksis. HOT-konceptet var helt nyt for deltagerne og teoretisk ret tungt funderet. De fleste gik til det med ildhu og brugte såvel de fem efteruddannelsesdage som meget tid indimellem, men alligevel kunne vi mærke en ret stor usikkerhed fra deltagerne side med hensyn til både mål og midler. Og så fandtes der endda konkrete bud på undervisningsmateriale - inkl. lærervejledninger - udarbejdet på forhånd. Men det var også tydeligt, at ikke alle lærere var med på et udviklingsprojekt med en så markant vægtlægning af ikke-rent-faglige kompetencer som HOT og med en så gennemgribende omlægning af undervisningen.

- Vi kan derfor ikke anbefale - i hvert fald for nærværende - at forsøge at gøre HOT-agtige forløb til måden at starte 1.g på.

De mere generelle mål, der er sat op for gymnasireformen, ligger på tilsvarende vis formentligt fjernt fra mange lærere - både hvad angår tværfagligt samarbejde og nye fagopfattelser.

- Hvis disse intentioner i reformen skal opfyldes, er det efter vores opfattelse og erfaringer nødvendigt dels at udarbejde nyt undervisningsmateriale med tilhørende lærervejledninger, dels at afholde langvarige efteruddannelsesforløb. Begge disse ting kræver et stort, ikke-trivielt udviklingsarbejde, der skal afsættes ressourcer til. Efteruddannelse i et omfang og på et ambitionsniveau svarende til det, der er afprøvet i HOT, må forventes at være i underkanten i denne forbindelse.

Slutteligt må vi understrege, at den centrale udvikling af HOT-materialet og dets implementering i matematik og fysikundervisningen desværre ikke er færdiggjort, men reelt stoppede fra CNDs side omkring årsskiftet 2002/03, ligesom der ikke foreligger HOT-materiale rettet mod de øvrige naturfag.

- I det omfang, ideerne i HOT skal implementeres i det kommende gymnasium, forestår der således et ikke-trivielt udviklingsarbejde, der skal afsættes ressourcer til.

## 5 Aftagernes syn på forsøgene

### 5.1 Videregående uddannelser

Af lektor Erik Both, Danmarks Tekniske Universitet

Dette afsnit indeholder de anbefalinger, evalueringsgruppens aftagermedlem fra de videregående uddannelser ønsker at stille efter gennem to år at have fulgt en lang række forsøg. Nogle af nedenstående anbefalinger er tillige indeholdt i hovedrapporten.

#### 5.1.1 Sjæle skal omvendes

Adskillige lærere (og elever) giver udtryk for, at tværfaglige forløb vanskeliggør det at "nå pensum". Det er uheldigt, at denne undervisningsform skaber et sådant problem. Det er vigtigt at overbevise evt. tvivlende lærere om, at man gennem arbejdet med et speciale emne kan opnå yderst nyttige kompetencer, der er absolut konkurrencedygtige med de klassiske dyder. Gennem et specielt emneområde er forhåbentlig opnået en generel indsigt. I forbindelse med udformningen af fagbilaget bør indtænkes et krav om etablering af tværfaglige forløb, og vigtigheden af de herved opnåede kompetencer bør understreges. På faglige møder og efteruddannelseskurser i tiden frem til det nye fagbilag får virkning, skal dette aspekt understreges, så underviserne med god samvittighed kan gennemføre forløb, der ikke falder inden for det hidtil standardiserede pensum.

#### 5.1.2 Lærersamarbejde m.v.

Rapporten "Fremtidens Naturfaglige Uddannelser" understreger kraftigt betydningen af lærersamarbejde, lærerteams og erfaringsudveksling. På gymnasierne er, bl.a. gennem forsøgene med fysikundervisningen, opnået en række yderst nyttige erfaringer. Der er udviklet kursuskoncepter og produceret undervisningsmaterialer, der fortjener stor udbredelse. Det er vigtigt, at der såvel lokalt som regionalt/landsdækkende etableres strukturer, der bevirker, at erfarings- og undervisningsmaterialer bliver offentlige. Der kunne evt. dannes nogle åbne netkonferencer, hvor forskellige af de emner, der danner udgangspunkt for mulige undervisningsfornyelser, bliver frit tilgængelige. Der bør som en opfølgning på det nu afsluttede forsøgsarbejde arrangeres en række møder, hvor lærere på beslægtede projekter kan udveksle deres erfaringer.

#### 5.1.3 Læreren som projektvejleder

I fremtidens fysikundervisning vil projektarbejde i grupper blive mere udbredt. Gymnasiets fysiklærere er kun i begrænset omfang uddannet i vejlederrollen. Langsigtet bør der i pædagogikumforløbet lægges større vægt på forhold i forbindelse med projektarbejde. Kortsigtet bør disse forhold gøres til emner på efteruddannelseskurser.

#### 5.1.4 Fagbilaget og eksamensformerne

Tværfaglige undervisningsforløb afsluttes hyppigt med en grupperapport. Dette arbejde *skal* indgå i den samlede evaluering af eleverne. Der bør derfor nytænkes med hensyn til eksamensformerne. Er der mon mulighed for at foretage en "intern evaluering"? En minieksamen med en kollega som censor? Den interne evaluering giver den ønskede tilbagemelding til eleverne; den undgår centralstyrede eksamensordrer, og den kan placeres i umiddelbar forlængelse af arbejdet. En karakter kunne måske tælle med som en eller anden brøkdel af en års-karakter?

### 5.2 Virksomhedernes syn på forsøgene

Af chefkonsulent Hanne Schou, Dansk Industri

#### 5.2.1 Indledning

Industrivirksomheder efterspørger flere medarbejdere med tekniske og naturvidenskabelige kompetencer, bl.a. fysikere og ingeniører. Dette behov står imidlertid i stærk kontrast til de unges vigende interesse for at vælge fysik på højt niveau i gymnasiet, og efterfølgende at vælge videregående uddannelser med et teknisk-naturvidenskabeligt indhold.

Undersøgelser fra bl.a. Danmarks Evalueringsinstitut og Aarhus Universitet (GF II og GF III) af unges interesse for fysik i gymnasiet har vist, at mange unge ved gymnasiestart havde forholdsvis stor interesse for fysik fra folkeskolen, men at denne interesse for fysik faldt igennem gymnasiets første år.

Undersøgelserne peger på, at der er behov for udvikling af en ny og anderledes fysikundervisning. Denne udfordring tager fysikforsøgene op.

Dansk Industri har derfor med stor interesse deltaget i evalueringen af de mange forskellige forsøg med fysikundervisningen i gymnasiet.

#### 5.2.2 Den dobbelte udfordring

For fysikundervisningen er den pædagogiske udfordring dobbelt: Dels omfatter den de mange elever, der har fysik som obligatorisk fag, dels omfatter den den mindre gruppe elever, som vælger fysik på højt niveau.

For begge grupper gælder, at det er lysten og interessen, som driver værket.

Udfordringen består derfor i at give eleverne såvel en mere positiv oplevelse af fysikfaget som et solidt fagligt fundament samt i at få flere elever til at vælge fysik på højt niveau.

Det er derfor meget positivt, at så mange gymnasier har taget udfordringen op med hensyn til udvikling af fysikundervisningen.

#### 5.2.3 Nye undervisnings- og eksamensformer

Udvikling betaler sig - også når det gælder undervisning. Forsøgs-evalueringen viser, at hele 75 % af eleverne er positive over for de undervisningsformer som bl.a. projektarbejde og gruppearbejde, der indgår i forsøgsundervisningen i fysik.

Det er også meget positivt, at næsten halvdelen af de elever (46 %), som har deltaget i forsøgsundervisningen, tilkendegiver, at de har fået større interesse for fysik i løbet af gymnasietiden.

Det er bemærkelsesværdigt, at det især er de store ideer og perspektiver i fysikfaget, som har elevernes interesse. Dette må derfor i højere grad indtænkes i fremtidens almene fysikundervisning, da det ser ud til at være med til at stimulere gymnasieelevernes interesse for faget og til at få dem til at gå mere i dybden.

Desuden er det bemærkelsesværdigt, at eleverne efterlyser, at fysik sættes ind i et større perspektiv - gerne i projekter. Det kan derfor undre, at kun ganske få forsøg indeholder cases og projekter i samarbejde med erhvervsvirksomheder.

De nye undervisningsformer bør i forbindelse med den kommende gymnasiereform også afspejles i nye eksamensformer.

#### 5.2.4 Det uforløste potentiale

Samlet set viser forsøgene, at fysikundervisningen med nye og varierede undervisningsformer er godt på vej mod en fornyelse, som kan gøre fysikfaget mere spændende, relevant og vedkommende for eleverne.

Forsøgene viser, at elevgruppen rummer et stort uforløst potentiale i forhold til at få flere unge til at vælge videregående tekniske og naturvidenskabelige uddannelser.

Kun 12 % af eleverne angiver, at de helt sikkert vil gå i gang med en teknisk eller naturvidenskabelig uddannelse efter gymnasiet. Til gengæld tilkendegiver næsten halvdelen af eleverne (44 %), at de måske eller sandsynligvis kunne tænke sig det. Gymnasiet rummer således et stort potentiale for flere studerende på tekniske og naturvidenskabelige uddannelser - hvis det altså lykkes at fange og fastholde de unges interesse for disse fagområder i gymnasiet. Fysikforsøgene indeholder en bred vifte af ideer og erfaringer, der kan bygges videre på i det nye gymnasium.

Man kunne dog ønske, at flere af forsøgene havde inddraget det omgivende samfund i undervisningen, herunder de industrierhverv og forskningsområder, som er afhængige af fysikere og teknikere. På denne måde ville fysikfaget bl.a. kunne komme i kontakt med virkeligheden på danske højteknologiske virksomheder. Dette ville samtidig kunne gøre det lettere for gymnasieeleverne at se fysikfagets relevans og betydning - og forhåbentlig få flere til at vælge faget på højt niveau i gymnasiet og i efterfølgende videregående uddannelser.

## 6 Andre undersøgelser af fysikfaget

### 6.1 Fremtidens naturfaglige uddannelser

Nils O. Andersen, Henrik Busch, Sebastian Horst, Rie Troelsen.  
Undervisningsministeriet, 2003

#### 6.1.1 Baggrund

De dybtgående reformer af det danske uddannelsessystem er samlet i Regeringens handlingsplan "Bedre Uddannelser". For at kunne udmønte disse planer nedsatte Undervisningsministeriet i 2002 en arbejdsgruppe, der skulle udarbejde en strategiplan for operationaliseringen af de politiske intentioner. Resultatet af dette arbejde er rapporten "Fremtidens Naturfaglige Uddannelser" (FNU).

#### 6.1.2 Introduktion

FNU-rapporten behandler bredt hele det naturfaglige uddannelsesområde fra grundskolen, ungdomsuddannelserne og de videregående uddannelser til læreruddannelserne. Rapporten behandler desuden bl.a. kompetencebeskrivelser, fagdidaktik, lærerteams og didaktikcentre.

Der slås et stort brød op. Rapporten anbefaler årlige bevillinger på over 100 mio. kr. til implementeringen af rapportens forslag.

#### 6.1.3 Konklusioner

Som det vil ses af det følgende, er FNU-rapportens centrale anbefalinger om fag- og lærersamarbejde i overensstemmelse med nærværende rapportens konklusioner. Derimod anbefaler FNU-rapporten en kraftigt udbygget kompetencebeskrivelse af fagene, hvilket vi i Fysikevalueringsgruppen er betænkelige ved. I det følgende er på stikordsform citeret de af rapportens hovedkonklusioner, der har særlig relevans for gymnasieskolens fysikundervisning.

Om lærerteams

*"Den naturfaglige uddannelseskultur skal styrkes gennem dannelsen af faglige lærerteams til varetagelse af naturfagsundervisningen. Etableringen af lærerteams skal bidrage til at udvikle og fastholde en robust naturfaglig enhed på uddannelsesinstitutionen. Skolelederne skal sikre fora og ressourcer til naturfagdidaktisk debat og samarbejde."*

Om efteruddannelse

*"Lærerkompetencer skal styrkes gennem bedre økonomiske rammer for efter- og videreuddannelse fra amter og kommuner og med fokus rettet mod faglige lærerteams, som skal støttes af nye regionale udviklingskonsulenter."*

Om kompetencebeskrivelser

*“Kompetencebegrebet og kompetencebeskrivelser af undervisningsmål ses som et redskab til et nødvendigt kursskifte. Det er essentielt for implementeringen af den kompetencebaserede undervisning at hele evalueringskulturen i det danske uddannelsessystem tages op til revision.”*

Om fagsamarbejde

*“Det skal sikres, at de enkelte naturfag åbner for flerfagligt samarbejde inden for det naturfaglige område og for omfattende samarbejde med øvrige undervisningsfag”*

## 6.2 EVA: Rapport om eksamensformer

Danmarks Evalueringsinstitut udsendte i juni 2003 en rapport om eksamensformer i gymnasiet. Rapporten har ingen specielle afsnit om fysik, men beskæftiger sig i forbindelse med skriftlig eksamen med eksamens styrende rolle for undervisningen i de naturvidenskabelige fag. Argumentationen er, at

*“I de naturvidenskabelige fag er detaljeringsgraden (i pensum - red.) stor, og den skriftlige eksamen har derfor større indflydelse på prioriteringen af stof end i de humanistiske fag. Det skyldes at fagbilagene for matematik, kemi og fysik detaljeret beskriver hvilke hovedemner, stofområder og kernestof der eksamineres i ved den skriftlige eksamen. Derfor prioriterer lærerne ifølge selvevalueringsrapporterne dette undervisningsstof frem for andre emner.”*

Evalueringsinstituttet finder eksamens styrende indvirkning på undervisningen for stor og skriver:

*“Ifølge evalueringsgruppen (her og i næste afsnit menes EVAs evalueringsgruppe - red.) er fagbilagene og eksamens styrende effekt dog en ulempe når lærere og elever nedprioriterer emner og stof som er relevante for de faglige mål, for at træne eleverne til den skriftlige eksamen. Ifølge selvevalueringsrapporter og skolebesøg styrer skriftlig eksamen og fagbilagene, specielt for de naturvidenskabelige fag så meget at emner der ikke prøves ved eksamen, nedprioriteres.*

*Evalueringsgruppen anbefaler Undervisningsministeriet at erstatte de meget detaljerede fagbilag med mindre detaljerede fagbilag f.eks. målstyrede fagbilag. Mindre detaljerede og styrende fagbilag vil give lærere og elever større mulighed for i fællesskab at prioritere stof og arbejdsformer under en centralt fastsat ramme.”*

## 7 Referater af skolebesøg

Besøg på Frederikshavn Gymnasium og HF-kursus  
2.05.2003

Besøg af Erik Both og Erik von Essen

Forsøgslærere: Jette Rygaard Poulsen, Hans Vestergaard,  
Thorkild Christensen, Thomas Erichsen

Undervisningsforsøg

Fagsamarbejde med projekter i fysik og matematik

Fakta om forsøget

To klasser (2x og 2y) deltager i forsøget. 1.g indledtes med et forløb i både fysik og matematik, der byggede på HOT-materialet. I efteråret i 1.g havde klasserne et projekt i fysik med temaet meteorologi. Forskellige problemstillinger blev præsenteret for eleverne tidligt i efteråret, og der blev dannet grupper med hver sin problemstilling. Efter undervisning i bl.a. tryk og gasser blev projektet afviklet kort før jul. Projektarbejdet omfattede både teori og eksperimenter. I matematik havde klasserne andre projekter. I foråret havde klasserne et tværfagligt projekt om lyd og svingninger.

I efteråret i 2.g har klasserne haft to tværfaglige projekter. Det ene omhandlede radioaktivt henfald og eksponentiel vækst, det andet "10 = 44"-kampagnen i tilknytning til arbejdet med kinematik (i fysik) og differentialregning (i matematik). Der er benyttet materiale af Claus Michelsen (DIG), som i øvrigt har været konsulent ved forsøget i 1.g. Desuden har 2x et afsluttende fysikprojekt om atomer, lys og stråling.

I 2x har lærerne haft mulighed for at kunne komme i hinandens timer, hvilket de har udnyttet til i perioder at integrere undervisningen i matematik og fysik fuldstændigt.

I alle de nuværende matematiske 1.g-klasser føres forsøget videre, om end i lidt mindre omfang. Undervisningen i disse klasser udnytter i høj grad det materiale, der blev udviklet året før.

Lærerudsagn

Lærerne peger på, at forsøgsundervisningen giver eleverne et større engagement og sætter dem i stand til at arbejde mere selvstændigt med stoffet. Eleverne får også et større ansvar, og det har vist sig, at de kan leve op til dette ansvar. De tværfaglige projekter har været tidskrævende, men udbyttet har fuldt ud stået mål med den investerede tid. Dog viste projektet om lyd og svingninger sig at være for vanskeligt for eleverne. Trods det store tidsforbrug til projektarbejde og det mindre omfang af sædvanlig opgaveregning har det ikke været et problem for eleverne at nå et tilstrækkeligt niveau i de traditionelle emneområder. Projektarbejdet har modnet eleverne og gavnet deres indlæring af fagenes andre emner.

For begge forsøgsklasser har samarbejdet mellem fysiklæreren og matematiklæreren fungeret godt. Lærerne nævner, at et godt samarbejde er nødvendigt.

Lærerne i 2x fremhæver, at det er en meget stor fordel, at lærerne kan komme i hinandens timer. Det er specielt af betydning for udbyttet af det tværfaglige samarbejde, hvis de pågældende lærere ikke har haft et sådant samarbejde tidligere.

### Elevudsagn

Eleverne i 2x giver i samtalerne med os udtryk for stor tilfredshed med undervisningen i fysik og matematik og med, at lærerne har formået at få de to fag til at hænge godt sammen. Dette stemmer helt overens med deres besvarelser af et spørgeskema om forsøgsundervisningen. De er glade for arbejdsformen, som de finder mere spændende end traditionel klasseundervisning. Der er også tilfredshed med det faglige udbytte, selv om flere anfører, at de ikke har noget sammenligningsgrundlag til at kunne vurdere, om det er større end ved en mere traditionel undervisning. Mange elever mener dog (som lærerne), at projektet om lyd og svingninger var for svært.

Også eleverne i 2y er glade for projektarbejdet og for, at flere projekter har været tværfaglige. De nævner, at tværfagligheden giver gode muligheder for at se anvendelsen af den abstrakte matematik i praksis, og at fagene hænger godt sammen. Næsten alle syntes, at grupperne har fungeret godt, bl.a. at aftaler blev overholdt og arbejdet blev passende fordelt i gruppen. Der er ligeledes tilfredshed med antallet og størrelsen af projekterne. Flere peger på, at det ikke ville være godt med projektarbejde hele tiden. Også i 2y synes mange elever, at projektet om lyd og svingninger var for svært.

### Iagttagelser

Vi overværede en time i 2x, hvor eleverne arbejdede på deres rapporter til et gruppeprojekt om lys og stråling. Hver gruppe havde en computer til rådighed. Computerne blev både brugt til informationssøgning, til bearbejdelse af lærebogsstof og internetsider og til rapportskrivning om gruppens eksperimentelle undersøgelser. Alle arbejdede godt og koncentreret uden at forfalde til småsnak og bekræftede hermed lærernes udtalelser om elevansvarlighed og -selvstændighed.

### Konklusioner

Et samarbejde mellem matematik og fysik indeholdende flere perioder med projektarbejde ser ud til at være en undervisningsform, der gavner elevernes motivation og udbytte. Forsøgslærerne har udarbejdet fortræffelige projektoplæg og notemateriale, der uden videre kan benyttes af andre lærere og på andre skoler. Med en sådan undervisningsform vil der være behov for en slags informationscentral, hvor ideer til tværfaglige undervisningsforløb, projekter, noter og lignende kan hentes.

## Lærersamarbejde

I fremtidens naturvidenskabelige uddannelser vil et samarbejde mellem lærere fra forskellige faggrupper utvivlsomt blive mere udbredt. Det vil kræve oprettelse af forskellige slags lærerteam såvel på de enkelte skoler som skolerne imellem. Frederikshavn Gymnasiums forsøg viser én blandt mange muligheder for et sådant tværfagligt samarbejde.

I Nordjyllands Amt har fysiklærerne i projektet "Det Digitale Nordjylland" lavet en informationscentral som ovenfor nævnt. Amtets højniveaufysiklærere, typisk en fra hver skole, har adgang til en netkonference, hvor der foregår en livlig faglig diskussion. Noter bliver lagt frem til inspiration og gensidig kritik. Erfaringer bliver drøftet. Muligheder for at tilfredsstille specielle elevinteresser bliver efterlyst. De enkelte skolers specielle eksperimentelle udstyr bliver udnyttet optimalt, idet elever i en periode har mulighed for at gæste andre skoler. Dette fysiklærersamarbejde på amtsniveau er en ide, der med stort udbytte kan overføres til andre regioner og andre fag eller samarbejdende fag.

## Besøg på Sankt Annæ Gymnasium 28.03.2003

Besøg af Erik Both og Erik von Essen

Forsøgslærere: Alle musik-, fysik- og naturfagslærere i 1.g

Kontaktperson: Jens Erik Raasted

## Undervisningsforsøg

Samarbejde mellem musik og fysik i 1.g.

## Fakta om forsøget

Sankt Annæ Gymnasium er et musikgymnasium, hvor alle elever har musikalske evner og interesser. Skolen har tidligere år gjort erfaringer med samarbejde mellem fysik og musik i 1.g. Forsøget omfatter i år alle seks 1.g-klasser, der hver har sit fysik-musiklærerpar, resp. musik-naturfagslærerpar. Hvert lærerpar har foretaget individuelle fagkoordineringer. Herudover er det kun nogle større fællesarrangementer, der har krævet en koordinering.

Forsøgets formål er at koble fysik og musik sammen i elevernes bevidsthed, så de får en bredere referenceramme i begge fag. I musiktimerne har der været lagt mere vægt på overtoner, klang, ren og tempereret stemning, således at eleverne først bevidstgøres om klangforskelle.

I fysik- respektive naturfagstimerne er der såvel teoretisk som eksperimentelt blevet arbejdet mere end normalt med strenge- og blæseinstrumenter.

I de matematiske klasser har den matematiske behandling af toneskalaer været mere dybtgående end i de sproglige klasser. Alle elever i 1.g har været på en ekskursion til Compeniusorglet i Hillerød. Endvidere er der arrangeret en fællesdag (formiddag) for 1.g med (gæste)foredrag og demonstrationer, hvis fokus har været den menneskelige stemme.

### Lærernes mening om forsøget

Lærerne har været meget glade for samarbejdet. Det er deres opfattelse, at eleverne har haft udbytte af samarbejdet. Forsøget har bidraget til en bedre forståelse mellem lærerne. Musiklærerne er blevet klar over, at  $\sqrt[12]{2}$  er en interessant størrelse set fra et fysiksynspunkt.

### Elevernes mening om forsøget

De elever vi talte med, gav udtryk for tilfredshed med forsøget. Generelt virkede eleverne interesserede og engagerede i fællesdagens programpunkter. I fysiktimen var det tydeligt, at eleverne var i stand til at se en sammenhæng mellem svingninger og lydopfattelse.

### Vore iagttagelser

Besøget fandt sted på den fællesdag, hvor der om formiddagen ikke var normalt skema. Alle 1.g-klasser deltog i "Store Stemme-dag", hvor de cirkulerede rundt til en række foredrag med demonstrationer af lyd, stemmer, sang mm. (orglers opbygning, stemmelæbernes funktion, stemmetyper, praktiske korøvelser). Desuden overværede vi en fysiktime. Overalt var stemningen meget positiv og eleverne yderst lydhøre og interesserede.

I pauserne talte vi med eleverne om deres oplevelser af fagsammenhængen. Elever i de matematiske klasser virkede meget bevidste om sammenhængen mellem svingninger og lydopfattelse. Nogle elever fra en sproglig klasse havde dog vanskeligt ved at benytte fysiktermer på en lydoplevelse

Det virkede, som om eleverne ikke betragtede fagsamarbejdet som et undervisningsforsøg, men som en naturlig del af den normale undervisning.

### Forsøgets overførselsværdi

Et samarbejde mellem fysik og musik er oplagt på Sankt Annæ. Med de specielle elevvner er det naturligt, her at dyrke forståelsen af fysikken bag musikken. På et normalt gymnasium vil store dele af samarbejdet kunne benyttes, men de elementer, der kræver udnyttelse af de specielle elevkvalifikationer på Sankt Annæ, kan naturligvis ikke overføres.

Forsøget har formentlig overførselsværdi på flere punkter set i relation til den gymnasireform, der p.t. er i støbeskeen. For det første viser det en af de muligheder, som fysik har for at indgå i et fagsamarbejde på en studieretning (eller fagpakke), hvor eleverne har forudsætninger for og motivation til at gå i dybden med et sådant tværfagligt emne.

Det viser endvidere et vellykket forløb, der i en beskåret udgave - men stadig med et væsentligt fysikindhold - kan indgå i et grundforløb i 1.g. Det er i den forbindelse værd at bemærke, at Sankt Annæ Gymnasiums forsøg fungerer i alle 1.g-klasserne, ikke kun i de matematiske.

Endelig er forsøget et eksempel på, hvordan en skole kan udnytte sin særlige profil til et undervisningsforløb ud over det sædvanlige.

Det ville være værdifuldt, hvis lærergruppen på Sankt Annæ skrev et inspirationsessay om de undervisningslementer, der med fordel ville kunne anvendes på almindelige gymnasier.

Besøg på Sct. Knuds Gymnasium 11.04.2003

Besøg af Jens Ingwersen

Forsøgslærere: Per Brønserud, Jan Geertsen, Jens Bang-Jensen, Bjarne Jeppesen

Undervisningsforsøg

Skolen gennemfører forsøg i de fire matematiske 2.g-klasser. I forhold til sidste år er der oprettet et fagpakkehold i 2.g, så der i alt er tale om fem 2.g-fysikhold. Der er tale om en opfølgning af besøg 6.3.2002 i de samme klasser og med de samme lærere (beskrevet i hæfte 22 i serien om Udviklingsprogrammet).

Fakta om forsøget

Den daglige undervisning er kendetegnet ved en stadig vekslen mellem klasseundervisning og elevernes selvstændige arbejde med eksperimenter. Der arbejdes både induktivt og deduktivt, og både med laboratorieeksperimenter og virtuelle eksperimenter. Det skriftlige arbejde omfatter hovedsageligt grupperapporter. Mange udadrettede aktiviteter og samarbejde med lokale virksomheder (f.eks. Wittenborg, Exhausto).

Besøgets forløb

Jeg overværede undervisning i tre forskellige klasser, idet jeg vandrede frem og tilbage og talte med elever, som arbejdede selvstændigt. Herefter samtale med forsøgslærerne.

Samtale med lærerne

32 elever (incl. eleverne på fagpakkeholdet) ud af fire klasser har valgt fysik på højt niveau. Målt med den målestok er forsøget en stor succes. Det har sikkert været medvirkende til successen, at Sct. Knuds Gymnasium har fået fremragende undervisningslokaler og meget moderne fysikudstyr. Skolen har to undervisningslokaler, der hver grænser op til et laboratorium. Mens nogle af eleverne i grupper arbejder med teori, kan andre elever i laboratoriet ved siden af arbejde eksperimentelt uden at forstyrre nogen.

Vurdering

Besøget bekræftede til fulde erfaringen fra besøget marts 2002, nemlig at det med kombinationen af god undervisning, moderne udstyr og gode undervisningslokaler er muligt at stimulere unge menneskers interesse for naturvidenskab.

Besøk på Viborg Katedralskole 19.05.2003  
Besøk av Kurt Jacobsen og Carl Angell  
Forsøkslærer: Bjarning Grøn

#### Undervisningsforsøk

Forsøket dreier seg hovedsakelig om “It og læreprosesser”, og det bygger på konseptet “Just In Time Teaching” (JITT). Det er tre skoler som deltar: Viborg Katedralskole, Frederiksberg Gymnasium, og Stenløse Gymnasium. Prosjektet har en egen hjemmeside:

<http://niels.elbroend.hansen.person.emu.dk/JITT/vibkat/>

Det fokuseres spesielt på betydningen av it for elevenes faglige utvikling i sentrale temaer, og på styrket faglig veiledning gjennom elektronisk kommunikasjon.

JITT er en undervisnings- og læringsmetode, som er utviklet i USA. JITT består av to elementer: Klasseromsaktiviteter, som er rettet mot aktiv læring, og webressurser som blir brukt til å forberede og forbedre klasseromsdelen.

#### Besøket

Vi overvar en time med eksperimentelt arbeid. Elevene arbeidet i grupper. Der- nest hadde vi en samtale med elevene en time, og deretter en samtale med for- søkslærer Bjarning Grøn. Elevene hadde på forhånd fylt ut vårt spørreskjema.

#### Samtale med elevene

JITT-konseptet består bl. a. av såkalte “warm ups”. Det er oppgaver som eleve- ne besvarer på web, og oppgavene skal til dels forberede elevene på neste time, dels være et verktøy for læreren til å diagnostisere elevenes viten/innsikt. Ele- vene var ganske entydig i at dette fungerte godt. Det gjorde dem mer aktive og hjalp dem i begrepsutviklingen. Det var imidlertid to problemer som ble nevnt. Ikke alle (men de aller fleste) har internett hjemme, og noen har svært langsom- me oppkoblinger som gjør bruken av web vanskelig. Det andre var at noen oppfattet oppgavene mer som en test, og de var derfor usikre hvordan de ble oppfattet av læreren dersom de ikke kunne svare.

Et flertall av elevene i klassen mente at dette var en undervisningsform som godt kunne brukes hele tiden, og ikke bare for variasjonens skyld. Imidlertid ble det også nevnt at læreren også må få anledning til noe tavleundervisning. Det kan ikke bare være “elevaktiviteter”.

Selv om opplegget er positivt mottatt av elevene, er det krevende. Det gjel- der spesielt at en del av oppgavene – warm ups – har vært vanskelige, – kanskje unødig vanskelig. Elevene mente dessuten ganske klart at tidsforbruket ble større med denne ordningen.

Ikke uventet ble det påpekt at fysikk er et vanskelig fag, og at matematikken kan være besværlig. Videre ga de uttrykk for at fysikk er et fag som handler om

“å forstå verden”, - uten at det ble utdypet noe nærmere.

Vårt inntrykk var at elevene var engasjerte, og mange av dem ga reflekterte vurderinger av undervisningen.

### Samtale med lærer

Bjarning Grøn har vært på studietur til USA og blitt inspirert til i et samarbeide med kolleger fra andre skoler å prøve ut JITT-konseptet i Danmark. Fordelen med dette er at hele forsøket bygger på et helhetlig konsept som er beskrevet og begrunnet.

En del av vår diskusjon dreide seg om hvorvidt disse “warm ups” er en test eller ikke. Bjarning Grøn ga klart uttrykk for at for ham var det det diagnostiske perspektivet som var det viktige, og som kunne hjelpe ham til å tilpasse undervisningen. Imidlertid er det en stor og omfattende oppgave å lage slike “warm ups”. Selv om det finnes en del materiale, og ikke minst en rekke virtuelle eksperimenter (physlets) på ulike web-sider som kan egne seg, er det et betydelig arbeid som skal til for å utvikle denne typen oppgaver. Dessuten skal alle elevenes svar sees igjennom. Opplegget krever med andre ord mye tid av både lærer og elev (især av læreren).

### Vurdering

I dette forsøket blir internett og Web brukt til kommunikasjon (oppgaver, kommentarer osv.) og til virtuelle eksperimenter, såkalte physlets. Det er imidlertid vanskelig å si noe sikkert om hvordan slike “physlets” virker, og i hvor stor grad elevene har faglig utbytte av dem. At de er spennende og interessante, og at de representerer en variasjon i undervisningen, er ganske opplagt. Men i hvilken grad de øker elevenes forståelse og hjelper dem i begrepsutviklingen, er som sagt ikke dokumentert. Vår vurdering er likevel at dette må være et godt og interessant supplement til et mangfold av undervisningsstrategier. Når rapportene fra alle de involverte skolene foreligger, kan vi kanskje få noen flere og mer underbyggede indikasjoner på hvordan det fungerer.

En rask gjennomlesning av spørreskjemaene, tyder på at elevene førts og fremst setter pris på forsøket fordi de blir bedre forberedt til timene, og at de føler at de blir aktivisert på en god måte.

Det er også noe med fleksibiliteten i systemet som er godt, og det ligger et stort potensiale i den elektroniske formen. Det gjelder f.eks. oppfølging av hver elev, systematisk kartlegging og diagnostisering, og kommunikasjon mellom elever og mellom lærer og elev.

### Konklusjon

Ulike måter å bruke den nye teknologien og internett må prøves ut i stadig nye former. Dette er ett slikt forsøk, og det virker lovende. Selv om en ikke skal ha overdreven tro på all den nye moderne teknologien, og selv om fysikkens begrepsapparat er vanskelig uansett ny teknologi, trenger vi all den erfaring vi kan få. En skal selvsagt ikke generalisere ut fra enkelte lokale forsøk, men en kan likevel få gode indikasjoner på hva som kan fungere godt i en større skala.

Besøg på Aabenraa Gymnasium og HF 21.08.2003

Besøg af Erik von Essen

Forsøgslærere: Jens Ingwersen, Villy Maarbjerg, Poul Møller Petersen

Undervisnings- og eksamensforsøg  
Kompetencestyring og projektarbejde

Fakta om forsøget

Forsøget har omfattet tre af skolens klasser på obligatorisk niveau 2001-03, nemlig de nuværende 3v, 3x og 3z. I disse klasser blev pensum i fysik ikke fastlagt ud fra et kernestof m.m., men ud fra ni faglige kompetencer, jf. bilaget til hæfte 4 i Uddannelsesstyrelsens serie om Udviklingsprogrammet for fremtidens ungdomsuddannelser. Store dele af undervisningen har været tilrettelagt som gruppeprojekter med udstrakt deltagerstyring i valget af projektemne. Hvert projektforsøg har fokuseret på en bestemt fysikkompetence, men de enkelte grupper har arbejdet med vidt forskellige fysiske emner. Projekterne har haft forskellige produktkrav, bl.a. rapport, PowerPoint-præsentation og mundtlig fremlæggelse. Hver klasse har haft en elektronisk konference, som elever og lærere har kunnet benytte.

Eksamen var tilrettelagt med henblik på at teste elevernes fysikkompetencer og faldt i to dele. Eleverne havde i løbet af 20 lektioner à 50 minutter udarbejdet et eksamensprojekt i grupper. Første del af prøven var en gruppefremlæggelse af eksamensprojektet. Anden del var en individuel prøve i et teorispørgsmål, hvortil der var 24 timers forberedelse med alle hjælpemidler. Der var afsat 5 minutter pr. elev til gruppefremlæggelsen og 16 minutter pr. elev til eksaminationen i teorispørgsmålet. To af de tre klasser kom til eksamen i fysik. I marts måned blev der i alle tre klasser afholdt en prøveeksamen. Desuden var to af klasserne i eksamensperioden i 1.g til alternativ årsprøve i fysik.

Kun i alt fem elever i de tre klasser har valgt fysik på højt niveau. Undervisning og eksamen i fysik på højt niveau følger fagbilaget og er altså ikke omfattet af forsøget.

Samtaler med eleverne

I alle tre klasser gav eleverne udtryk for, at de var meget tilfredse med arbejdsformen, og hos langt de fleste havde undervisningen øget deres interesse for fysik. De var især glade for den store frihed til at vælge emner og problemstillinger til de forskellige kompetenceprojekter, hvilket medførte et stort engagement og en tydelig følelse af, at det var deres (og ikke lærerens) projekt. Eleverne lagde primært vægt på at have erhvervet en række af de kompetencer, der er knyttet til projektarbejde, bl.a. at kunne tilrettelægge et længere arbejdsforløb, arbejde selvstændigt med en faglig problemstilling, samarbejde i en gruppe og formidle den opnåede indsigt. Mange fremhævede, at sådanne kompetencer har stor betydning ved senere studier og erhverv. De fysikspecifikke kompetencer kom i anden række, men flere nævnte dog

eksperimentel kompetence, it-kompetence og kompetence til empirisk modellering. Nogle elever fandt, at der var lagt for lidt vægt på ræsonnementskompetencen.

I x- og z-klassen var undervisningen tilrettelagt med hensyntagen til både kompetencer og et lille fælles kernestof, mens v-klassens undervisning var rent kompetencestyret. Især nogle af eleverne i v-klassen savnede et fælles fundament af basal teori, og oplevede den erhvervede viden i fysik som "lidt tilfældige øer i et hav", som en af eleverne udtrykte det. De var glade for at kunne gå i dybden med et selvvalgt emne, men savnede en faglig bredde og en mere sammenhængende undervisning. En elev i x-klassen formulerede det således: "Det sjove er opprioriteret, men grundlaget er måske blevet lidt tyndt".

Eleverne vurderede, at gruppearbejdet stort set var forløbet tilfredsstillende, men enkelte grupper havde haft problemer med et medlem, der arbejdede for lidt eller ikke overholdt indgåede aftaler. Sådanne problemer går ud over det faglige udbytte hos alle i gruppen, så det er bedst med grupper, hvor alle har nogenlunde samme ambitionsniveau.

Det største problem var efter elevernes mening, at alle grupper havde et stort behov for hjælp, og at det resulterede i lange køer hos læreren og megen spildtid. Da grupperne arbejdede med hver sit emne, kunne det ikke afhjælpes med en indledende lærergennemgang for hele klassen. Problemerne optrådte både i den indledende fase, hvor gruppen skulle sætte sig ind i et nyt emne, i forbindelse med eksperimentelt arbejde og ved udarbejdelsen af produktet, hvor forståelsen gerne skulle helt på plads. Der var i øvrigt stor tilfredshed med projekternes meget varierede produktkrav, som gav eleverne lejlighed til at øve sig i at formidle viden på mange forskellige måder.

Som forklaring på, at så få havde valgt højt niveau i fysik, nævnte nogle elever, at de krævende projekter uden en solid teoretisk ballast nok havde skræmt nogle væk. Andre sagde, at de netop var glade for forsøgsundervisningen og ikke havde lyst til et højniveaufysik præget af lærerforedrag og opgaveregning.

Eleverne var generelt tilfredse med eksamensformen og med eksamens forløb. Især den første del med fremlæggelse af gruppeprojektet blev vurderet som både mere tryk og behagelig og mere retfærdig end den traditionelle eksamen, bl.a. ødelægges den ikke så nemt af nervøsitet. Dog er 5 minutter meget lidt til en fremlæggelse, når der også skal være tid til at svare på spørgsmål, sagde eleverne. Mange fandt til gengæld ordningen med 24 timers forberedelse mindre retfærdig: Den gav for gode muligheder til dem, der kunne få hjælp hjemme eller kunne nå at overvære en eksamination i et tilsvarende spørgsmål, inden det blev deres tur; og den afspejlede for lidt det udbytte, man havde fået af den daglige undervisning. En del af eleverne var dog ikke enige heri. Derimod var alle enige om, at deres prøveeksamen i marts havde været meget værdifuld som eksamensforberedelse.

## Samtale med lærerne

De to lærere, der havde kombineret kompetencestyringen med en vis portion fælles kernestof, var i det store og hele tilfredse med forløbet. Vurderingen hos læreren i den klasse, der havde haft ren kompetencestyring, var klart mere negativ: Fysikindholdet blev for tilfældigt og usammenhængende; det er som om faget forsvinder, når kun kompetencerne og ikke emnerne har betydning. Lærerne pegede endvidere på, at nogle elever kommer til at fokusere for meget på projektkompetencerne, f.eks. ved produktion af PowerPoint-præsentationer, og for lidt på fysikken.

Også erfaringerne med gruppearbejdet var blandede. En af lærerne vurderede, at flere grupper i hans klasse fik alt for lidt ud af det, mens en anden havde oplevet en stadig forbedring af gruppearbejdet med større elevansvarlighed gennem forløbet, samtidig med at lærerrollen undergik en positiv forvandling.

Lærerne har ligesom eleverne oplevet massive problemer med projektgrupper, der stod i kø for at få hjælp, og som spildte tiden, mens de ventede. Et andet problem har været, at med de elevvalgte projekter har fysiksamlingen ikke kunnet indfri elevernes ønsker om eksperimenter, og der har ikke været penge til at købe det ønskede apparatur og materialer.

Mangfoldigheden af projektemner har endvidere betydet et meget stort arbejde for lærerne, og de vurderer, at der ikke blot er tale om begyndervanskeligheder. Når mange forskellige elevønsker skal imødekommes, herunder ønsker om at beskæftige sig med helt aktuelle emner og problemer, er et betydeligt forberedelsesarbejde hos lærerne uundgåeligt.

De elektroniske konferencer er mest benyttet af lærerne. Det ser ud til, at eleverne er meget tilbageholdende med at stille faglige spørgsmål et sted, hvor alle i lang tid kan se på skrift, hvis en er kommet til at dumme sig.

## Vurdering

Forsøgserfaringerne tyder på, at det ikke er nogen god ide med en undervisningsplan, der udelukkende bygger på kompetencer. Derimod er en kombination af nogle centrale fysikkompetencer og et kernestof af ikke alt for stort omfang en interessant mulighed, som både kan give et stort elevengagement og en sammenhængende undervisning med en god basis for spændende projekter - samt et fokus på, hvad det er vigtigt at lære i fysik.

En fysikundervisning med hovedvægt på gruppeprojekter, hvor den enkelte gruppe frit vælger det fysiske emne, giver ganske vist interesserede og motiverede elever, men også en række problemer med spildtid for eleverne og en ekstraordinær arbejdsbyrde for læreren. Sådanne projektføløb bør derfor nok kun optræde i mindre omfang. Ved projekter under et fælles emne eller tema er der ikke de samme vanskeligheder, og forsøg på mange skoler viser, at der stadig er et betydeligt elevengagement i projektarbejdet.

Den afprøvede forsøgseksamen har på mange måder været vellykket og passer godt til den valgte undervisningsform. Som mange elever gør opmærksom på, er en prøve med 24 timers forberedelse med alle hjælpemidler dog ikke uproblematisk og rummer bl.a. faren for social slagside.

## Besøg på Vestfyns Gymnasium 8.05.2003

Besøg af Jens Ingwersen

Forsøgslærer: Poul Viesmose

Undervisnings- og eksamensforsøg

Skolen gennemfører forsøg med ét fysikhold.

Der er tale om en opfølgning af besøg 7.3.2002 i den samme klasse og med den samme lærer (beskrevet i hæfte 22 i serien om Udviklingsprogrammet).

Fakta om forsøget

Stort set hele undervisningen er projektor organiseret.

- Eleverne præsenteres for et umiddelbart forståeligt problem. Det er deres opgave at løse problemet i små projektgrupper.
- Problemet er så komplekst, at det kun kan løses ved hjælp af modeller.
- De anvendte begreber *skal* forklares i projektrapporten.
- De anvendte modeller *skal* forklares/dokumenteres i rapporten.
- Læreren laver projektunderstøttende teoriundervisning/forelæsning (ideelt set kommer forelæsningen først, når eleven har et erkendt behov for netop denne undervisning).
- Læreren fungerer som sparringspartner og konsulent.
- Læringen understøttes af opgaveregning i projektgrupperne.
- Eksamen gennemføres som gruppeeksamen.

Hele forsøgsundervisningen er beskrevet udførligt på

<http://poul.viesmose.person.emu.dk/>

hvor man også kan finde de detaljerede projektoplæg, som er udarbejdet af læreren til de enkelte grupper.

Besøgets forløb

Der blev ikke overværet undervisning. Derimod førte jeg en samtale på knap en lektions varighed med eleverne.

Elevudsagn

- Forsøgsundervisningen er vellykket og bør afprøves på andre skoler.
- Forsøgsaktiviteten har ikke medført større arbejdsbyrde end ved normal undervisning, snarere tværtimod.
- Det faglige udbytte er efter elevernes mening fuldt på højde med det, som man får ved traditionel undervisning.
- Eleverne føler sig fagligt godt rustede.

Samtale med læreren

Der er arbejdet med kønsopdelte grupper.

Der er bevilget gruppeeksamen, men det er usikkert, om holdet kommer op helt eller delvist. Hvis kun en del af holdet kommer op, kan der blive problemer med gruppefremlæggelserne.

Projekter med stor elevaktivitet kræver god planlægning og organisering. Læreren har lagt et meget stort arbejde i organisering og strukturering af projekterne, hvilket med al tydelighed fremgår af ovennævnte hjemmeside.

Forsøgets overførselsværdi

Forsøget kan gennemføres på de fleste andre skoler. Læreren må påregne en betydelig ekstra arbejdsbyrde i forhold til mere traditionel undervisning.

Vurdering

Et vellykket forsøg, der er forløbet til lærerens og elevernes tilfredshed. Forsøget kræver en ekstraordinær arbejdsindsats af læreren, mens belastningen af eleverne synes at have været mindre end normalt. Det strengt faglige elevudbytte synes at være normalt. Eleverne har opnået større selvstændighed, større kreativitet og større glæde ved faget end normalt.

## Hæfter om udviklingsprogrammet

Uddannelsesstyrelsens serie af debat- og inspirationshæfter, der knytter sig til Udviklingsprogrammet for fremtidens ungdomsuddannelser, omfatter for øjeblikket nedenstående udgivelser. Information om Udviklingsprogrammet kan i øvrigt læses på Undervisningsministeriets web-sider på [us.uvm.dk/gymnasie/udvikling](http://us.uvm.dk/gymnasie/udvikling) Herfra kan bl.a. både nærværende hæfte og de øvrige i serien udskrives.

Hæfte	Titel	Hæfte	Titel
50	Forsøg med fysikundervisningen 2002-2003		
49	Standardforsøg i skriftlig dansk	36a	Udviklingstendenser i det almene gymnasium 1. del
48	Matematik på hf	35	Dramatik
47	Udviklingsarbejde og forsøg i de gymnasiale uddannelser 2004/05 og eksamensforsøg 2004	34	Samfundsfag
46	Portfolioevaluering	33	Religion
45	Det virtuelle gymnasium Bind II: Bilag til følgeforskningsrapporten ( <i>pdf-version</i> )	32	Engelsk
44	Dansk	31	Film og tv
43	Profil og dannelse på htx	30	Filosofi
42	Profil og dannelse på hhx	29	Biologi
41	Psykologi på B-niveau	28	Matematik
40	Forsøg med fremlæggelse af særligt valgt emne	27	Musik
39	Udmeldelse, frafald og omvalg på hhx og htx i skoleåret 2001/02	26	Kemi
38	Datalogi	25	Geografi
37	Prøver på tværs af fagene	24	Historie med samfundsfag
36b	Udviklingstendenser i det almene gymnasium 2. del	23	Hvorfor? Følgehæfte til hæfte 23: Sådan?

Hæfte	Titel	Hæfte	Titel
22	Forsøg med fysikundervisningen 2000-2002	11	IT i dansk
21	Evaluering af forsøg med fagpakker i matematik-fysik og matematik-kemi 1997-2001	10	Engelsk og samfundsfag i tværfagligt samarbejde
20	Udviklingsarbejde og forsøg i de gymnasiale uddannelser 2003/2004 og eksamensforsøg 2003	9	Sprogene i samspil
19	Psykologi, kernefaglighed og kompetencer	8	Fleksible arbejdsrammer og praksis
18	Eksamensforsøg 2001 i det almene gymnasium og hf	7	Temaer i hf-forsøgene
17	Eleverne og de erhvervs-gymnasiale uddannelser	6	Forsøg og udviklingsarbejde i de gymnasiale uddannelser 2001/2002
16b	Hellere stå på tå end være på hælene! 2. del af en rapport om kernefaglighed i dansk	5b	Samspil mellem fagene II
16a	Hellere stå på tå end være på hælene! 1. del af en rapport om kernefaglighed i dansk	5a	Samspil mellem fagene I
15	Kernefaglighed i engelsk	4	Udvikling af fysikundervisningen i det almene gymnasium
14	Udviklingsarbejde og forsøg i de gymnasiale uddannelser 2002/2003	3	Eksamensforsøg i det almene gymnasium og hf
13	Projektarbejde	2	Fleksible arbejdsrammer og udvikling
12	Samarbejde mellem erhvervs-gymnasiale uddannelser og erhvervsvirksomheder	1	De skriftlige prøver i gymnasiet - et debathæfte