

Forsøg med fysikundervisningen 2000-2002

Opsamling af erfaringer

Udviklingsprogrammet for fremtidens ungdomsuddannelser
Hæfte nr. 22

Uddannelsesstyrelsen
November 2002

Indholdsfortegnelse

Forord	4
1 Indledning	5
1.1 Baggrund	5
1.2 Evalueringsgruppen	5
1.3 Kommissorium	5
1.4 Om denne rapport	6
1.5 Metode	7
1.6 Forsøgs overførselsværdi	7
1.7 Hvornår er et forsøg lykkedes?	7
2 Spørgeskemaundersøgelse	8
2.1 De to åbne spørgsmål	8
2.2 Afkrydsningsspørgsmålene	10
3 Iagttagelser, konklusioner og anbefalinger	13
3.1 Generelt	13
3.2 Projektorganiseret undervisning (POU)	13
3.2.1 Definition	13
3.2.2 Erfaringsbaggrund	13
3.2.3 Variationsbredde	13
3.2.4 Tilrettelæggelse af POU ved forsøgsskolerne	14
3.2.5 Lærer- og elevkommentarer	14
3.2.6 Resume af evalueringsgruppens iagttagelser	16
3.2.7 Konklusioner	19
3.2.8 Anbefalinger	20
3.3 Eksperimentelt arbejde	21
3.3.1 Åbent formulerede eksperimenter	21
3.3.2 Projektarbejde med eksperimentelt indhold	22
3.3.3 Forsøg med tolærerordning	22
3.3.4 Udstyret og de ydre rammer	23
3.3.5 Grupperapporter	23
3.3.6 Elevaktivitet og elevengagement	24
3.3.7 Konklusioner og anbefalinger	24
3.4 Samspil med andre fag	25
3.4.1 Indledning	25
3.4.2 Fysik i samspil	25
3.4.3 Konklusioner og anbefalinger	28
3.5 Aftagernes syn på forsøgene	29
3.5.1 Videregående uddannelser	29
3.5.2 Virksomhedernes syn på forsøgene	30

4	Tidligere undersøgelser af fysikfaget	31
4.1	GF-rapporterne	31
4.1.1	Resumé af GFII-rapport nr. 1	31
4.1.2	Resumé af GFIII-rapport, del A	33
4.2	At lære fysik	35
4.2.1	Introduktion	35
4.2.2	Projektets problemstilling	35
4.2.3	Nogle konklusioner	35
4.3	Fysik i skolen - skolen i fysik	37
4.3.1	Introduktion	37
4.3.2	Anbefalingerne har en række konkrete adressater	38
4.4	Autentisk Fysikundervisning	39
4.5	Fysikfaget i forandring	41
5	Dokumentation	42
5.1	Skolernes selvevalueringsrapporter	42
5.2	Skolebesøg	42
5.2.1	Besøg på Christianshavns Gymnasium 20.2.2002	42
5.2.2	Besøg på Odense Katedralskole 25.5.2002.	44
5.2.3	Besøg på Birkerød Gymnasium og HF 2.5.2002	45
5.2.4	Besøg på Ingrid Jespersens Gymnasieskole 10.5.2002 ...	46
5.2.5	Besøg på Sct. Knuds Gymnasium 6.3.2002	48
5.2.6	Besøg på Esbjerg Statsskole 5.4.2002	49
5.2.7	Besøg på Vestfyns Gymnasium 7.3.2002	51
5.2.8	Besøg på Støvring Gymnasium 23.5.2002	53
5.2.9	Besøg på Vejen Gymnasium og HF 11.3.2002	54
5.2.10	Besøg på Tønder Gymnasium og HF 3.5.2002	56
	Hæfter om udviklingsprogrammet	58

Forord

Som led i *Udviklingsprogrammet for fremtidens ungdomsuddannelser* blev skolerne i august 2000 med hæftet *Udvikling af fysikundervisningen i det almene gymnasium* opfordret til at deltage i forsøg med undervisningen i fysik.

Opfordringen førte til 77 godkendte projekter fordelt på blandt andet følgende kategorier:

- Eksamensformer.
- Faglig udvikling og fordybelse.
- Samspil mellem fagene.
- Organisering og arbejdsformer.

Mange forsøg omhandler flere af indsatsområderne samtidigt. De fleste forsøg er to-årige og dækker skoleårene 2001/2002 og 2002/2003.

For at samle erfaringerne fra de mange forsøg blev der nedsat en arbejdsgruppe bestående af Ass. professor Carl Angell, Universitet i Oslo, lektor Tove Bangsgaard, Frederiksberg Gymnasium, 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 samt chefkonsulent Hanne Schou, Dansk Industri.

Arbejdsgruppen har ved skriftlige indberetninger fra forsøgsskolerne og ved besøg på 10 udvalgte skoler dannet sig et indblik i forsøgenes indhold og perspektiver.

Arbejdsgruppen har i denne rapport på baggrund af erfaringsopsamlingen givet en række anbefalinger. Der gøres opmærksom på, at konklusioner og anbefalinger er arbejdsgruppens egne, og at synspunkterne ikke nødvendigvis deles af ministeriet.

Rapporten dækker arbejdsgruppens arbejde for skoleåret 2001/2002. Arbejdsgruppen fortsætter arbejdet i skoleåret 2002/2003, og i efteråret 2003 udsendes en afsluttende rapport.

Arbejdsgruppens synspunkter har indgået i arbejdet med udmelding af nye muligheder for forsøg fra skoleåret 2002/2003. Der er således iværksat et forsøg med et nyt fagbilag i fysik fra august 2002.

Arbejdsgruppen takkes for et grundigt arbejde og for en perspektivrig rapport.

Uddannelsesstyrelsen
Området for gymnasiale uddannelser
November 2002

1 Indledning

1.1 Baggrund

I perioden 2000-2002 blev der gennemført i alt 77 godkendte forsøg med fysikundervisningen, fordelt på følgende kategorier:

- Eksamensformer.
- Faglig udvikling og fordybelse.
- Samspil mellem fagene.
- Organisering og arbejdsformer.
- Andet.

En gennemgang af forsøgsansøgningerne viser, at en meget stor del af forsøgene handler om flere af indsatsområderne samtidig.

1.2 Evalueringsgruppen

I september 2001 nedsatte Undervisningsministeriet en arbejdsgruppe til at evaluere disse forsøg. Gruppen består af

- Ass. professor Carl Angell, Universitetet i Oslo.
- Lektor Tove Bangsgaard, Frederiksberg Gymnasium (udtrådt 31. maj 2002).
- 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.

1.3 Kommissorium

På baggrund af allerede gennemførte undersøgelser, som GFII, GFIII, At Lære Fysik samt Danmarks Evalueringsinstituts evaluering af fysik i det almene gymnasium og i forlængelse af hæfte 4 under Udviklingsprogrammet for fremtidens ungdomsuddannelser, ønskes en opfølgning af de forsøg med fysikundervisningen, der er igangsat som led i udviklingsprogrammet.

Arbejdsgruppen skal på baggrund af sit arbejde med at følge de igangsatte forsøg give forslag til, hvordan fysikundervisningen kan udvikles, så flere elever får et bedre udbytte og et mere positivt indtryk af faget.

Tidsplan for arbejdet

- *Arbejdet har et 2-årigt perspektiv, hvor der i skoleåret 2001/2002 foretages indsamling og kortlægning af erfaringer fra allerede gennemførte evalueringer*
- *opsamling af erfaringer med de gennemførte højniveau-forsøg 2001/2002*
- *opsamling af erfaringer fra forsøg med fysik på obligatorisk niveau, der afsluttes sommeren 2002*

- opsamling af erfaringer fra forsøg, der involverer fysik og et beskedent antal andre fag, der samarbejder (dog ikke pakkeforsøg, der evalueres ad anden vej)
- indsamling af materialer om forsøg i fysik i 1.g-klasser i 2001/2002
- pr. 1. juli 2002 og 1. okt. afleveres arbejdsgruppens rapporter, jf. nedenstående afsnit om produktkrav.

Projektet forventes fortsat i skoleåret 2002/2003 med en lignende erfaringsopsamling.

Produktkrav

Ved afslutningen af hvert skoleår udarbejdes to rapporter, der afleveres til Uddannelsesstyrelsen på elektronisk form. Den første rapport afleveres til ministeriet senest 1. juli 2002. Rapportens konklusioner indgår i overvejelserne over det kommende års forsøgsudmelding. Denne rapport forventes at være relativt kortfattet. Senest 1. oktober 2002 indsendes en mere udbygget årsrapport over arbejdsgruppens arbejde i skoleåret 2001/2002. Rapporten forventes at indeholde arbejdsgruppens anbefalinger, jf. afsnittet om metode.

Arbejdsgruppen forventes at stille repræsentanter til møder, seminarer og kurser, der sættes i værk i forbindelse med udviklingsprogrammet for fysik.

Metode

Det forventes, at arbejdsgruppen danner sig et repræsentativt indblik i såvel læreres, elevers og aftageres syn på de gennemførte forsøg og giver en vurdering af forsøgenes effekt med hensyn til

- elevernes faglige udbytte
- elevernes interesse og engagement
- hvordan fagbilaget bør revideres
- hvilke undervisningsmaterialer, der er behov for
- hvilke arbejdsformer, der er hensigtsmæssige
- hvilke evalueringsformer, der er hensigtsmæssige
- lærernes muligheder for at udvikle undervisningen.

1.4 Om denne rapport

En midtvejsrapport i et toårigt forløb kan naturligvis ikke leve op til alle kravene i det ambitiøse kommissorium, eftersom halvdelen af erfaringerne mangler. De fleste forsøg bliver først afsluttet i 2003. Censorrapporter og skolernes egne rapporter fra forsøgene indgår derfor ikke i denne erfaringsopsamling, men vil indgå som en del af vurderingsgrundlaget i den afsluttende rapport, der udsendes i efteråret 2003.

Bemærk i øvrigt, at kommissoriet taler om *erfaringsopsamling* og ikke om *forskning*.

1.5 Metode

Gruppen har i oktober 2001 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 2002 besøgt 10 udvalgte gymnasier, overværet undervisning, talt med lærere og elever og bedt eleverne om at udfylde et spørgeskema (se kapitel 2). 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. Der er indløbet svar fra 24 skoler med udfyldte spørgeskemaer fra i alt 1161 elever, se kapitel 2.

Gruppen har holdt fire møder (oktober og december 2001 samt maj og oktober 2002). Kommunikationen i gruppen derudover er sket via en elektronisk konference, som har været flittigt brugt, og hvor alt datamateriale har været tilgængeligt for alle gruppemedlemmer.

I et enkelt af de tilfælde, hvor forsøgsklasser er blevet udtrukket til eksamen, har et gruppemedlem været beskikket som censor. Desuden har et gruppemedlem besøgt en forsøgsklasse for at overvære en årsprøve.

1.6 Forsøgs overførselsværdi

Evalueringsgruppen er opmærksom på, at forsøg med undervisning erfaringsmæssigt har en tendens til at lykkes i elevers og læreres bevidsthed.

Selv om lærere og elever oplever undervisning under forsøgsbetingelser som en succes, er der ingen garanti for, at undervisning med tilsvarende tilrettelæggelse vil opleves som en lige så stor succes hos andre klasser med andre lærere.

1.7 Hvornår er et forsøg lykkedes?

Det er nærliggende at betragte et forsøg med fysikundervisningen på obligatorisk niveau som en succes, hvis en større andel af eleverne end vanligt vælger faget på højniveau. Det er imidlertid evalueringsgruppens opfattelse, at et forsøg godt kan betegnes som en succes, selv om kun en lille del af eleverne vælger faget på højniveau.

Mange grunde kan tale for, at en elev, som interesserer sig for fysik, alligevel ikke vælger det på højniveau. Elever *skal* vælge to fag på højniveau og *kan* vælge tre. Af hensyn til arbejdsbelastningen fraråder mange studievejledere tre højniveaufag. Mange elever vælger af hensyn til adgangsbetingelserne ved de videregående uddannelser engelsk og matematik på højniveau og er derfor afskåret fra fysik på højniveau, hvis de vil undgå et 3. højniveaufag.

2 Spørgeskemaundersøgelse

Det følgende er en kort opsummering af de svar, som eleverne har givet på et spørgeskema, der er sendt til de skoler, som gennemfører forsøg med fysikundervisningen.

Spørgeskemaet bestod af nogle få afkrydsnings spørgsmål samt to åbne spørgsmål om, hvad der havde været godt og dårligt ved forsøget. Vi har fået svar fra 24 skoler med i alt 1161 elevsvar. Kun elever, der er med i et forsøg, har fået spørgeskemaerne. Disse elever udgør selvsagt ikke noget repræsentativt udvalg af danske fysikelever. Resultaterne af denne undersøgelse er derfor kun gyldige for disse elever, og resultaterne kan ikke umiddelbart generaliseres til en større population.

Det er vanskeligt at koble spørgeskemaerne direkte til et bestemt indsatsområde. For det første dækker en række af skolerne flere indsatsområder. Desuden, og det er vigtigst her, er det meget vanskeligt at knytte elevernes svar og kommentarer direkte til de indsatsområder, skolen arbejder med. Eleverne refererer ofte til specielle dele af forsøget. Derfor har vi i denne opsummering af spørgeskemaerne ikke fordelt svarene på skoler, bortset fra spørgsmålet om forsøget er noget, der bør arbejdes videre med.

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

2.1 De to åbne spørgsmål

Hvad har været godt ved forsøgsundervisningen?

Svarene fra eleverne er kategoriseret, og figur 1 viser antal elever i hver kategori. En del elever har svaret flere ting, således at summen er større end antallet af elever. Det fremgår imidlertid klart af figuren, at *mange elever sætter pris på det forsøg, de har været med i, fordi det fremmer selvstændighed, man får mere ansvar og medindflydelse, og fordi det fremmer mere forståelse og giver mere anledning til at gå i dybden med stoffet.* Der er også et betydeligt antal elever, som nævner arbejdsformerne: *projektarbejde og gruppearbejde.* Mere generelt får *anledningen til samarbejde* megen positiv omtale. *Variation i undervisningen, at det har været spændende og interessant, at det har været gode forsøg og god sammenhæng mellem teori og praksis* bliver også nævnt af ganske mange.

Af dem, der ikke svarer på spørgsmålet om, hvad der har været godt, er det omtrent halvdelen, som heller ikke svarer på spørgsmålet om hvad der har været skidt.

Elever fra samme skole har en tendens til at svare ensartet. Ikke alle naturligvis, men der tegner sig et mønster, når vi fordeler svarene på skolerne. Fx er der et udvalg på omtrent 8 skoler, som bidrager betydeligt til den øverste kategori på figuren. Det betyder, at eleverne i samme klasse i ganske stor grad har en fælles oplevelse af det forsøg, som foregår.



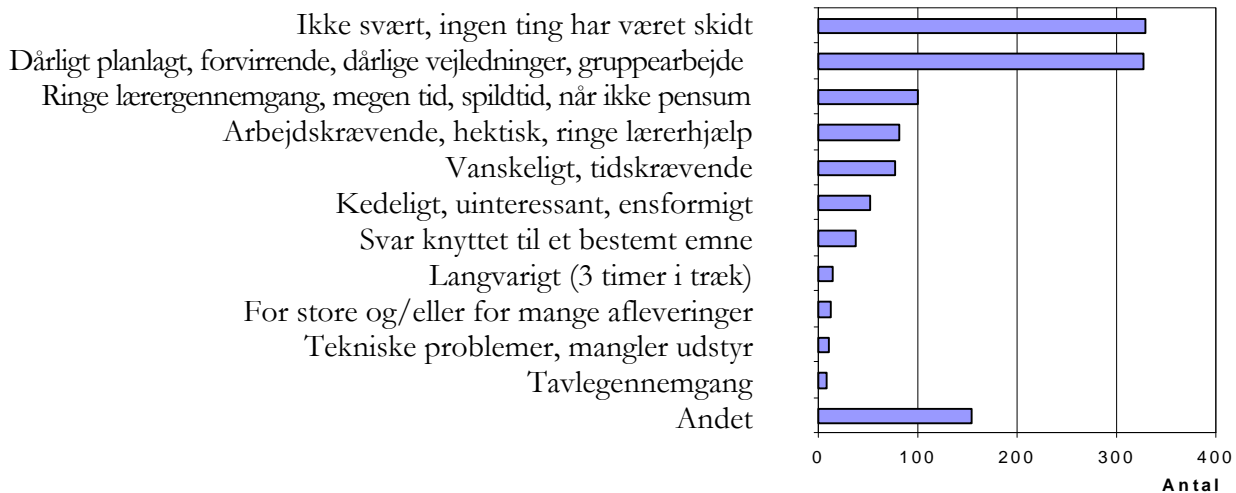
Figur 1: Hvad var godt ved forsøgsundervisningen? Søjlerne viser antal elever i hver kategori.

Hvad har været skidt ved forsøgsundervisningen?

Svarene på spørgsmålet om hvad der har været skidt er kategoriseret på samme måde som svarene på spørgsmålet om hvad der har været godt.

Det er værd at bemærke, at en *stor andel af eleverne mener, at der ikke har været "noget skidt" ved forsøgsundervisningen* i det hele taget. Forholdsvis ofte nævnes imidlertid 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. Et interessant fund er, at en del elever først skriver at det har været godt at kunne arbejde i grupper, fordi de fx sætter pris på samarbejdet. På den anden side skriver de samme elever, at gruppearbejdet til tider fungerer dårligt, særligt fordi der er enkelte elever, som ikke bidrager til gruppens arbejde. Det er omtrent halvdelen af de elever, der skriver, at *gruppearbejde, projekt o.l. er godt, som samtidig skriver, at der har været problemer med gruppearbejde, dårlig planlægning o.l.*

Andre ting, som bliver påpeget i noget mindre omfang er, at forsøgsundervisningen i fysik har været *arbejdskrævende og vanskelig*. Det har til tider været hektisk, og det har været tidskrævende. Nogle er bekymrede over om de bruger for megen tid, så de ikke kommer gennem pensum.



Figur 2: Hvad var skidt ved forsøgsundervisningen?

Når vi ser på de to spørgsmål under et, ser det ud, som om eleverne har meget positivt at sige om fysikundervisningen. Hvis vi ser meget groft på det, kan vi sige at, når eleverne nævner noget *godt* ved forsøgsundervisningen, har det enten med selve *faget* at gøre, eller med noget, som har at gøre med *organiseringen, gennemførelsen* eller *administrationen* af det hele. Derimod er det i stor udstrækning momenter knyttet til *organisering* o.l. der bliver nævnt, når de skriver om, hvad der har været *skidt*. Nogle elever peger også på, at et bestemt emne har været kedeligt eller uinteressant, eller at hele projektet har været ensformigt eller kedeligt.

I det følgende præsenteres optællingen af afkrydsningsspørgsmålene. Hver overskrift angiver det spørgsmål som blev stillet i spørgeskemaet.

2.2 Afkrydsningsspørgsmålene

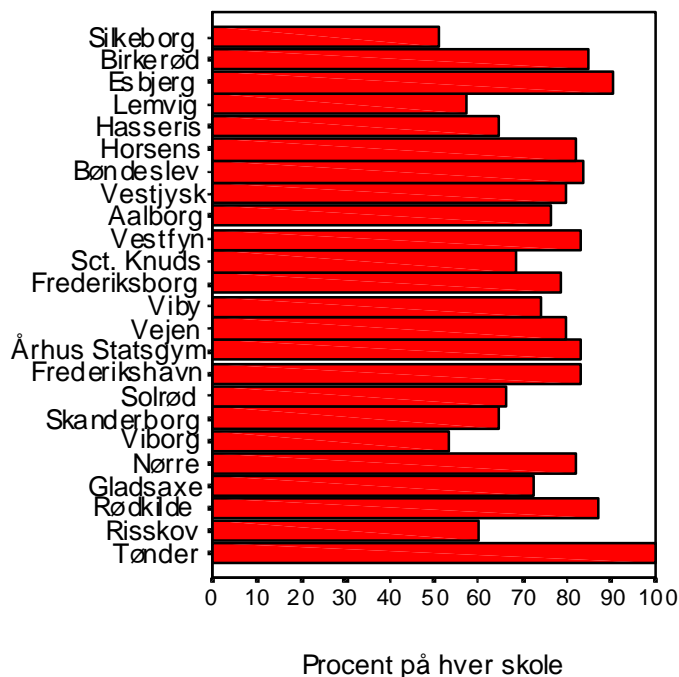
Er dette forsøg noget, der skal arbejdes videre med på andre skoler med andre lærere?

	Frekvens	Procent
Ja	835	71,9
Nej	85	7,3
Ved ikke	235	20,2
Sum	1155	99,5
Ej besvaret	6	0,5
Total	1161	100,0

Resultatet er ganske overbevisende. Et *solidt flertal* giver udtryk for en *positiv holdning* til den forsøgsundervisning, de har haft. Kun 7 % er klart negative.

Figur 3 viser svarfordelingen på dette spørgsmål fordelt på skolerne. Andelen af elever, der anbefaler, at forsøget 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 51 til 100.

Vi er selvsagt klar over, at alle forsøg har “en tendens til at være vellykkede”. Lærerne er måske specielt entusiastiske og interesserede, og alene elevernes viden om at de er specielt udvalgt på en eller anden måde, kan give en positiv effekt. En del elever skriver imidlertid, at de vanskeligt kan vurdere forsøget i fysik, fordi de ikke har oplevet noget andet.



Figur 3: Er dette forsøg noget, der skal arbejdes videre med på andre skoler med andre lærere?

Hvordan vil du vurdere din interesse for fysik inden du kom i gymnasiet?

	Frekvens	Procent
Ringe	181	15,6
Middel	656	56,5
Stor	323	27,8
Sum	1160	99,9
Ej besvaret	1	0,1
Total	1161	100,0

De fleste vurderer, at deres interesse for fysik var *mid-del* eller *stor*, før de begyndte i gymnasiet. Udgangspunktet for fysikundervisningen i gymnasiet er med andre ord ganske god for disse elever.

Hvordan oplever du gymnasiefysikundervisningen?

	Frekvens	Procent
Uinteressant	185	15,9
Interessant	798	68,7
Meget interessant	166	14,3
Sum	1149	99,0
Ej besvaret	12	1,0
Total	1161	100,0

Tabellen viser, at de adspurgte elever i temmelig høj grad oplever fysikundervisningen som *interessant* eller *meget interessant*. Det er altså endnu en indikation af, at fysikfaget bliver værdsat.

Hvordan klarede du dig i fysik/kemi i folkeskolen?

	Frekvens	Procent
Svagt	38	3,3
Middel	385	33,2
Godt	729	62,8
Sum	1152	99,2
Ej besvaret	9	0,8
Total	1161	100,0

Mange elever mener åbentbart, at de klarede sig godt i fysik/kemi i folkeskolen.

Hvordan synes du at du klarer dig i fysik i gymnasiet?

	Frekvens	Procent
Svagt	152	13,1
Middel	707	60,9
Godt	296	25,5
Sum	1155	99,5
Ej besvaret	6	0,5
Total	1161	100,0

De fleste svarer, at de klarer sig *middel*. I forhold til folkeskolen er den andel af eleverne, som svarede *godt* på spørgsmålet om, hvordan de klarede fysik/kemi, gået ned fra 63 % til 26 % . Det er næppe overraskende.

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

	Frekvens	Procent
Nej	462	39,8
Måske	377	32,5
Sandsynligvis	151	13,0
Ja	166	14,3
Sum	1156	99,6
Ej besvaret	5	0,4
Total	1161	100,0

Kun 14 % svarer *ja* på dette spørgsmål, og 13 % svarer *måske*. At 40 % svarer definitivt *nej*, kan vel ikke siges at være et tilfredsstillende resultat set i forhold til ønsket om, at flere elever skal søge teknisk/naturvidenskabelige uddannelser.

Vi har også set lidt på sammenhænge mellem de forskellige afkrydsningsspørgsmål. Som nævnt mener et stort flertal, at der bør arbejdes videre med det forsøg, de har deltaget i (72 %). Det gælder uanset om interessen for fysik før gymnasiet var lille eller stor, eller om de klarede sig godt eller dårligt i fysik/kemi i folkeskolen. Derimod er de, som oplever gymnasiets fysikundervisning som meget interessant, mere positive end gennemsnittet (83 %). Det samme gælder dem, som siger, at de klarer fysik i gymnasiet godt (79 %). Der er også flere *positive til forsøget blandt dem, som har klare planer om en teknisk/naturvidenskabelig uddannelse* end blandt dem, som ikke har det. Andelen af positive stiger fra 69 % til 79 %.

Elevernes svar indikerer, at en række forsøg i fysikundervisningen fungerer godt, og at de vækker interesse hos eleverne.

3 Iagttagelser, konklusioner og anbefalinger

3.1 Generelt

Det bliver ofte hævdet, at fysik i gymnasiet er vanskeligt, og at det i for ringe grad beskæftiger sig med elevens hverdag og/eller erfaringsverden. Den traditionelle systematiske opbygning af faget kan i nogen grad bidrage til at befæste det lidt gammeldags indtryk, man kan få af fysikfaget.

Fysik i gymnasiet bør derfor i langt større grad end i dag fremstå som et moderne fag, som benytter moderne teknologi og udstyr. Moderne computerbaseret udstyr, som bl. a. skal bruges ved projektorganiseret arbejde, kræver også *plads*. Mangelfulde ressourcer, både når det gælder udstyr og bygningsforhold, skaber dårlige forudsætninger for udvikling af en mere moderne fysikundervisning. Nogle af de skoler, vi har besøgt, har til fulde vist, at en effektiv udnyttelse af moderne fysikudstyr, computere, dataopsamlingsudstyr osv., kræver at eleverne har plads til at bruge det og til at arbejde i grupper.

3.2 Projektorganiseret undervisning (POU)

3.2.1 Definition

En stor del af forsøgsskolerne gennemfører/har gennemført forsøg med projektorganiseret undervisning i en eller anden form. Hvordan POU tilrettelægges, vil i høj grad afhænge af hvilke elever der skal undervises. Selvstændighedskravene til elever i begyndelsen af 1.g skal naturligvis være meget mindre end de tilsvarende krav til 3.g-elever på fysik højniveau. Der må derfor være en rummelig definition af, hvad der på gymnasialt niveau kan kaldes projektorganiseret fysikundervisning.

POU defineres i nærværende rapport ved at den er *gruppebaseret* og forbundet med et *produktkrav* (rapport, fremlæggelse, hjemmeside, PowerPoint etc). Der stilles ikke yderligere krav om fx deltagerstyring eller bestemte organisationsmodeller.

3.2.2 Erfaringsbaggrund

Fysikevalueringsgruppen har besøgt 6 skoler, hvor der er foregået POU. Rapporterne herfra findes i kapitel 5. Gruppen modtog desuden i april 2002 tilbagemeldinger om forsøg med POU fra 8 skoler med i alt 14 involverede forsøgshold.

3.2.3 Variationsbredde

Projekternes samlede varighed varierer fra 10 timer til ca. halvdelen af undervisningstiden. Nogle lærere laver stærk lærerstyring ved alle projekter, mens andre gradvis slipper tøjlernes, så eleverne ender med at arbejde med mere eller mindre selvdefinerede opgaver i selvstyrende grupper og med læreren som konsulent.

Forsøgene med POU kombineres desuden ofte med en eller flere andre aktiviteter, og med forsøg med forskellige eksamensformer.

Den store variationsbredde har som konsekvens, at det bliver vanskeligt at tildele enkeltelementer i et undervisningsforsøg æren for en evt. øget interesse for fysik. Når der i en forsøgsklasse med POU spores forøget interesse for fysik, er det svært at afgøre, om årsagen er projektformen, virksomhedsbesøgene, udstrakt brug af PowerPoint, lærerens engagement, kombinationen af det hele eller bare det øgede fokus på undervisningen som følge af at der er tale om et undervisningsforsøg.

3.2.4 Tilrettelæggelse af POU ved forsøgsskolerne

Trods alle forskelle i projekternes antal og varighed er der en række fællestræk:

- Normalt indgår der eksperimentelt arbejde i projekterne.
- Ved mange skoler skifter gruppesammensætningen fra projekt til projekt.
- Med få undtagelser foregår projekterne ikke ude af huset.
- Med få undtagelser er projekterne ikke tværfaglige.
- Grupperne arbejder ofte med indbyrdes forskellige projekter, gerne under et fælles overordnet tema (fx vejr og vind).
- Kun undtagelsesvis er der tale om en tolærerordning.
- Kun undtagelsesvis er der tale om gruppeeksamen.

3.2.5 Lærer- og elevkommentarer

Typiske POU-positive lærercommentarer

- Eleverne bliver bedre til at formulere sig mundtligt og skriftligt om fysik.
- Den større perspektivering på grund af projektarbejdet gør forhåbentlig undervisningen mere interessant.
- Eleverne bliver bedre til at arbejde i grupper og til at planlægge selvstændigt.
- Som lærer får man ved gruppearbejdet mulighed for at se, at nogle af de stille elever har færdigheder, som de ikke viser ved klasseundervisning.
- En del elevers interesse for og glæde ved faget øges.
- Eleverne er meget mere aktive end ved klasseundervisning.

Typiske POU-skeptiske lærercommentarer

- Man når ikke samme mængde stof som ved klasseundervisning.
- Man når ikke samme faglige dybde som ved klasseundervisning.
- Elevernes kontante færdigheder er svagere end ved klasseundervisning.
- Tilrettelæggelse og gennemførelse af projektorganiseret arbejde kræver stor arbejdsindsats af læreren.
- POU stiller meget store krav til skolernes apparaturbestand og lokalerne.
- Elevernes interesse for faget øges ikke mærkbart.
- Kvaliteten af elevernes produkter er ofte ringe.
- En del piger bryder sig ikke om projektarbejdsformen, fordi de foretrækker et veldefineret pensum, som de kan læse grundigt på for at få høje karakterer.

- Gruppensammensætningen kan være et problem, og gruppearbejdet fungerer ofte dårligt.
- Den store spredning i elevkvalifikationer bevirker, at svage elever bliver svagere, mens de stærke elever kører på frihjul, fordi de kan score pæne karakterer uden stor arbejdsindsats.
- Elever, der er blevet undervist projektorganiseret i større stil, er svagere rustet end andre elever, hvis de vælger faget på højniveau.
- De dygtige elever falder fra, fordi det bliver for kedeligt for dem, efterhånden som det bliver sværere for de matematiksvagere kammerater.

Andre lærerkommentarer

- Hvis der skal undervises projektorganiseret, bør man starte tidligt i 1.g og langsomt øge kravene til selvstændighed. Hvis man venter til 2.g med at starte, magter eleverne ikke opgaven.
- Det er en fordel at arbejde med kønsopdelte grupper.
- Ved valg af eksamenspensum var de projektemner, hvor eleverne i høj grad selv havde skullet sætte sig ind i teorien, det pensum, som de nødigst ville opgive. Eleverne var tydeligvis ikke trykke ved, om de havde lært stoffet godt nok ved projektarbejdet.

Typiske rosende elevkommentarer

- Det er motiverende at arbejde i egen ansvarlighed.
- Det er spændende at arbejde med selvdefinerede projekter.
- Ved tværfaglige projekter er det godt at se, at fagene kan bruges til noget, og at fagene støtter hinanden.
- Faget bliver ikke så kedeligt.
- Det er det selvdisponerende arbejde, der gør forskellen på grupperne. Godt at være selvstændig, og dog få hjælp af læreren.
- Det er godt med det meget gruppearbejde. Det tager nok lidt længere tid på den måde, men det er vigtigt for forståelsen. I gruppen har man nogen at spørge, og man kan man bruge sine egne ord.
- Det er godt, hvis projektet viser, hvad fysik kan bruges til i praksis.

Typiske kritiske elevkommentarer

- Man når mindre end ved traditionel undervisning.
- Ved længerevarende projekter er det svært, hele tiden at vise disciplin.
- Nogle grupper fungerer dårligt.
- Projektarbejdet er i perioder meget arbejdskrævende. Hvis flere fag samtidigt gennemfører projektarbejde, vil man ikke kunne overkomme det.
- Det kan være svært at motivere sig selv. Det samme stof kunne være gennemgået hurtigere og bedre af en lærer.
- Der har været grupper, som på grund af for ringe ansvarsfølelse ikke har nået nok.

Billedet er langt fra entydigt, og POU fremstår hverken for elever eller lærere rosenrødt som en undervisningsform, der løser alle problemer.

3.2.6 Resume af evalueringsgruppens iagttagelser -om POU som undervisningsform

- Ved skolebesøgene udtrykte eleverne overvejende tilfredshed med undervisningsformen.
- I de tilfælde hvor gruppemedlemmer overværede projektorganiseret undervisning, var eleverne mere aktive og engagerede end vanligt.
- Ved gruppefremlæggelser (Frederiksborg, Støvring, Vejen) virkede eleverne mere velformulerede og velforberedte end vanligt.
- Projektorganiseret arbejde stiller store krav til lokaler og samlinger.
- Projektorganiseret arbejde stiller store krav til læreren.
- Omfattende POU betales muligvis med en forringet behandlingsdybde eller -bredde.
- Udbredt lærerønske om at kunne afslutte POU med gruppeeksamen og gruppefremlæggelser af et projekt.
- Ved gruppeeksamen efter forudgående POU på Frederiksborg Gymnasium og HF opnåedes karakterer væsentligt over gennemsnittet.
- POU får med en enkelt undtagelse ikke eleverne til at vælge faget på højere niveau. Nogle steder er der tydeligt færre elever en vanligt, der vælger faget på højniveau.

-om elevernes interesse for fysik i POU-klasser

Tabellen på næste side sammenligner de POU-skoler, som evalueringsgruppen har besøgt, med alle de skoler, som har indsendt spørgeskemaer.

Andelen af elever, som synes, at *gymnasiets fysikundervisning er meget interessant*, er næsten dobbelt så stor ved de besøgte POU-skoler som ved gennemsnittet af alle de skoler, som har indsendt spørgeskemaer (fede tal). Omvendt er det ved andelen af de elever, som synes, at *gymnasiets fysikundervisning er uinteressant*. Der anes ved de besøgte POU-skoler også en øget andel af elever, som *sandsynligvis vil vælge en naturvidenskabelig uddannelse*. Endelig er det bemærkelsesværdigt, hvordan de to grupper elever forholder sig til spørgsmålet, om der skal *arbejdes videre med forsøget på andre skoler*.

Der er fællestræk ved de 6 besøgte POU-skolers tilrettelæggelse af undervisningen:

- Projekterne har udfyldt mellem 30 % og 50 % af undervisningstiden.
- Projektarbejdet har været tilrettelagt med tydelig progression med henblik på krav til elevselvstændighed, og eleverne havde store frihedsgrader ved projekter sent i forløbet.
- Lærere og elever viste et bemærkelsesværdigt, iøjnefaldende engagement.

		Besøgte POU-skoler %	Total %
Bør arbejdes videre med forsøget	Ja	81,41	71,9
	Nej	3,85	7,3
	Ved ikke	14,74	20,2
Interesse før gymnasiet	Ringe	18,13	15,6
	Middel	53,75	56,5
	Stor	28,13	27,8
Gymnasiets fysikundervisning	Uinteressant	9,38	15,9
	Interessant	65,0	68,7
	Meget interessant	25,63	14,3
Standpunkt før gymnasiet	Ringe	3,14	3,3
	Middel	34,59	33,2
	Godt	62,26	62,8
Standpunkt nu	Ringe	6,92	13,1
	Middel	62,89	60,9
	Godt	30,19	25,5
Naturvidenskabelig uddannelse	Nej	36,48	39,8
	Måske	31,45	32,5
	Sandsynligvis	18,24	13,0
	Ja	13,84	14,3

Det kan desuden bemærkes:

- Projektarbejdet ved to af skolerne var tværfagligt.
- Flere af skolerne udmærker sig ved gode lokale- og udstyrsforhold med let adgang til it-arbejdspladser.

Det er svært at afgøre, hvad der har været udslagsgivende for den øgede motivation for faget. Der er formentlig tale om en helhedsvirkning.

-om eksamen i POU-klasser

Der findes mange varianter af eksamen, der afslutter delvist projektorganiseret undervisning, heriblandt forskellige former for gruppeeksamen.

Erfaringerne synes at vise følgende om projektorganiseret undervisning med afsluttende gruppeeksamen:

- Hvis en gruppeeksamen udformes som en praktisk prøve i ukendt stof, kan det være svært at tildele eleverne individuelle karakterer, fordi eksaminator har været nødt til at hjælpe gruppen som helhed.
- Der er ellers ingen væsentlige problemer med at tildele eleverne individuelle karakterer.
- Stemningen ved eksamen er mere afslappet end ved traditionel eksamen.
- Eleverne forbereder sig tilsyneladende bedre til gruppeeksamen end til traditionel eksamen. Måske i solidaritet med gruppen, eller måske fordi det er pinligt at fremstå uforberedt over for kammeraterne.
- Eleverne virker gennemgående mere engagerede end ved traditionel eksamen
- Det er uheldigt for en gruppeeksamen, hvis kun en del af holdets elever kommer op til eksamen.
- Ønsket om, at eleverne eksamineres gruppevis i deres projekter, kan medføre komplikationer ved eksamen, hvis eleverne har arbejdet i skiftende grupper.
- Eksamenspensum målt i emner, der kan eksamineres i, forekommer at være tydeligt mindre end ved traditionel undervisning.
- Problemet med de skiftende hold, som eleverne har arbejdet i, kan løses ved at hver gruppe har et særligt (og særlig stort) projekt, et såkaldt *eksamensprojekt*, som de eksamineres i.

-om de ydre forhold ved POU

Evalueringsgruppen har ved skolebesøg fået bekræftet, at POU stiller betydeligt større krav til lokaler og udstyr end traditionel fysikundervisning.

Udstyrmæssigt, fordi

- Projekters emner ofte vælges af eleverne, hvilket stiller store krav til samlingernes indhold af forskelligartet udstyr.
- Projekters varighed er som regel væsentligt større end traditionelle totimers-øvelser, og projektarbejdsformen indeholder en vis grad af ønsket uforudsigelighed, ikke mindst i 2.g, hvor eleverne arbejder mere selvstændigt. Det betyder, at der undervejs kan blive behov for udstyr, som man ved projektets start slet ikke havde forudset.
- Hvis en klasse på 28 elever laver fx 9 tolvtimersprojekter på samme tid, stiller det desuden store krav til samlingernes beholdning af grundudstyr, som samtidig skal bruges af mange grupper.

Lokalemæssigt, fordi elevaktiverende arbejdsformer af enhver art kræver plads, uanset om det drejer sig om

- Eksperimentelt arbejde i laboratoriet.
- Informationssøgning.
- Gruppediskussioner.
- Udarbejdelse af grupperapporter og/eller -præsentationer.

Ofte vil alle disse aktiviteter foregå parallelt. Det stiller krav til *fysiklokalerne*, til *opholdsarealer* i tilknytning til fysiklokalerne og til antallet af *it-arbejdspladser*. Evalueringsgruppen har besøgt skoler, hvis udstyrs- og lokalesituation er befordrende for elevaktiverende undervisning. Sct. Knuds Gymnasium i Odense og Støvring Gymnasium er eksempler herpå.

Evalueringsgruppen har også set skoler, hvor de ydre forhold vanskeliggør elevaktiverende aktiviteter i større omfang, og hvor forsøgsarbejdet sker på trods af uhensigtsmæssige bygnings- og/eller utilstrækkelige samlingsmæssige vilkår. Ofte er laboratorierne for små, og der mangler opholds- og arbejdsområder i tilknytning til fysiklokalerne.

3.2.7 Konklusioner

-om POU som undervisningsform

- Det er til en vis grad muligt at stimulere elevernes interesse for fysik ved POU.
- Det er muligt, at der ved omfattende POU kan være problemer med at nå samme behandlingsdybde eller -bredde som ved traditionel undervisning. Gruppens erfaringsmateriale er ikke stort nok til at afklare dette spørgsmål.
- En del elever opnår bedre evne til at formulere sig om fysik end ved traditionel undervisning.
- En del elever opnår muligvis øget selvstændighed ved arbejde med POU. Det er svært at afgøre, fordi der ikke er noget at sammenligne med.
- Nogle svage elever bliver efter nogle lærerudsagn svagere. Det er muligt, at POU bare gør svage elevers svaghed mere synlig.
- Ikke mindst tværfaglige projekter synes at motivere eleverne, fordi det bliver tydeligt, at fagene støtter hinanden.
- Ligeledes har projekter, der illustrerer fysiks anvendelse i praksis, motivationsfremmende karakter.
- Selv POU i store doser synes ikke at øge tilgangen til højniveauet.

-om eksamen i POU-klasser

Gruppebaseret POU med grupperapporter lægger op til gruppeeksamen.

-om ydre forhold for POU-klasser

POU stiller væsentligt større krav til lokaler, udstyr og it-arbejdspladser end traditionel undervisning.

- Laboratorierne skal være store nok til at der kan foregå adskillige og 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 rigt og varieret eksperimentelt arbejde.

-om lærerens arbejdsbyrde i forbindelse med POU

POU kræver ifølge lærerudsagn en væsentligt større arbejdsindsats af læreren end traditionel undervisning. Om der er tale om et overgangsfænomen, er det for tidligt at udtale sig om. Det er sandsynligt, at der er tale om spidsbelastninger af læreren i projektforbereðelsesfasen og i projekternes første fase. Ved skolebesøg udtrykte flere lærere et ønske om en tolærerordning i projektfasen. Vejen Gymnasiums tværfaglige projekter var skemalagt med en sådan ordning, som efter lærerudsagn forløb meget tilfredsstillende.

3.2.8 anbefalinger

-om POU som undervisningsform

- POU bør starte i 1.g, og der bør være tydelig progression med hensyn til krav til selvstændighed samt til projekternes kompleksitet og varighed.
- Der bør i øget grad gøres forsøg med kønsopdelte grupper, som nogle skoler angiver at have gode erfaringer med.
- Skolerne bør undersøge muligheder for samarbejde med virksomheder.
- I forbindelse med projektforbereðelsene bør tolærerordninger tilstræbes.
- Undervisningen bør ikke være udelukkende projektor organiseret.

-om tværfaglige projekter

Mulighederne for gennemførelse af tværfaglige projekter (og i øvrigt tværfagligt samarbejde af enhver art) forbedres ved en gymnasiereform.

-om eksamen i POU-klasser

- Der bør være gode muligheder for at eksamen i fysik kan afspejle holdets arbejdsformer, bl.a. ved at der gives bedre muligheder for gruppeeksamen.
- Problemet med at kun en del af en gruppe kommer op til gruppeeksamen løses på strukturel vis i forbindelse med en gymnasiereform.
- Arbejdet med at udvikle nye eksamensformer intensiveres.

-om efteruddannelse af POU-lærere

- Der arrangeres inspirationskurser om POU for fysiklærere.
- Der afholdes tværfaglige inspirationskurser for fysiklærere, så interessen for tværfaglige projekter stimuleres.

-om de ydre forhold i forbindelse med POU

- Skoleledelserne gennemgår skolernes fysikafsnit i samarbejde med fysiklærerne og skoleejerne med henblik på konklusionerne og anbefalingerne på siderne 18-20 om de ydre forhold.
- 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.

- Skoleejerne tager i deres bevillinger højde for, at forældelsesfristen for naturvidenskabeligt udstyr er væsentligt kortere, end den var for få år siden.

3.3 Eksperimentelt arbejde

Mange steder indgår en ændret tilrettelæggelse af det eksperimentelle arbejde som en væsentlig del af skolens forsøg. I de senere år er der da også fra mange sider peget på, at fysikundervisningens eksperimentelle indhold burde tages op til revision, jævnfør nærværende rapports kapitel 4.

I *EVA-rapporten* (Fysik i skolen - skolen i fysik, Evaluering af fysik i det almene gymnasium, Danmarks Evalueringsinstitut 2001) bemærkes for det første, at både elever og lærere ser det eksperimentelle arbejde som en central del af fysikundervisningen. Endvidere fokuseres der bl.a. på åbne contra lukkede forsøg. Det nævnes, at mange lærere tilslutter sig de pædagogiske argumenter for åbne forsøg, men samtidig oplever en række vanskeligheder med dem i praksis. Rapporten anbefaler bl.a. *“at fysiklærerne arbejder mere bevidst med en skelnen mellem forsøg, der har til formål at formidle kernestoffet, og forsøg, der har til formål at udvikle elevernes evne til at arbejde eksperimentelt og naturvidenskabeligt”*. Tilsvarende problemstillinger og synspunkter fremgår af Uddannelsesstyrelsens hæfte *Udvikling af fysikundervisningen i det almene gymnasium* (Udvikling af fysikundervisningen i det almene gymnasium - debatoplæg og forsøgsramme, Udviklingsprogrammet for fremtidens ungdomsuddannelser, Hæfte nr. 4, Uddannelsesstyrelsen 2000).

Undervisningsministeriets forsøgsramme for fysik indeholder blandt meget andet en mulighed for en ændret tilrettelæggelse af det eksperimentelle arbejde, hvor fagbilagets præcise krav til timetal til eksperimentelt arbejde og rapportantal fjernes (se *Udvikling af fysikundervisningen i det almene gymnasium* side 21-22). Som nævnt benytter mange forsøgsskoler sig af denne mulighed. Formålet med en sådan ændret tilrettelæggelse af det eksperimentelle arbejde anføres sjældent eksplicit i forsøgsansøgningerne - og det har der heller ikke været lagt op til - men den ændrede tilrettelæggelse hænger utvivlsomt nøje sammen med overvejelser som de ovenfor refererede. Det fremgår også tydeligt af de enkelte skolars beskrivelse af deres forsøg.

Den følgende opsummering af de foreløbige forsøgserfaringer på dette område bygger på forsøgsskolernes tilbagemeldinger til evalueringsgruppen, elevsvar på spørgeskemaerne, samt lærer- og elevudsagn på de forsøgsskoler, evalueringsgruppens medlemmer har besøgt.

3.3.1 Åbent formulerede eksperimenter

På mange skoler har man reduceret brugen af “køgebogsøvelser”, altså de helt lukkede elevøvelser. I stedet inddrages eleverne i planlægningen af eksperimenterne, og flere steder får eleverne i høj grad lov til at prøve sig frem. Der

lægges således op til, at eleverne er mere selvstændige i det eksperimentelle arbejde. En del skoler fokuserer specielt på variabelkontrol i forbindelse med åbne eksperimenter. Andre steder lægges der særlig vægt på formidlingsaspektet ved rapportskrivningen.

De foreløbige forsøgserfaringer tyder på, at en sådan ændret tilrettelæggelse har både fordele og ulemper. En væsentlig fordel er, at eleverne bringes til at tænke over, hvordan et eksperiment eller en måleserie skal tilrettelægges for at føre til et fornuftigt og anvendeligt resultat. Langt de fleste elever sætter pris på de krav til selvstændighed, som denne undervisningsform stiller. Hvor en kogeboogsøvelse primært er "lærerens projekt", bliver sådanne eksperimenter i langt højere grad "elevernes projekt". Mange giver udtryk for, at det har været positivt både for elevernes motivation og for deres faglige udbytte.

Som ulemper kan nævnes: Elevernes planlægning kan let resultere i mindre hensigtsmæssige eksperimenter, end hvis en erfaren fysiklærer havde stået for planlægningen. Det kan betyde, at nogle elever ender med et ringere materiale fra eksperimenterne, eller at der må bruges tid på at lave nogle målinger om. Erfaringerne viser også, at svage elever kan føle sig fortabt, når de ikke har en vejledning at holde sig til.

3.3.2 Projektarbejde med eksperimentelt indhold

Siden gymnasireformen i 1988 har eksperimentelle projekter indgået som en obligatorisk del af fysikundervisningen, men herudover har der kun været projektundervisning på få skoler og kun i beskedent omfang. Mange forsøg inddrager imidlertid projektarbejde som undervisningsform i større omfang. I de fleste projektforsøg indgår eksperimentelt arbejde som et naturligt element, men der er tilsyneladende stor variation i, hvor stor vægt eksperimenterne har i projektarbejdet.

De foreløbige erfaringer tyder på, at projekter, der både omfatter teori og eksperimenter, i den enkelte projektgruppe kan give frugtbare diskussioner af, hvordan teori og eksperiment hænger sammen, og hvad det kan bruges til. Både lærere og elever giver udtryk for, at en sådan proces kan hjælpe eleverne til en bedre forståelse af stoffet og måske også motivere dem til at gå mere i dybden med det. Arbejdsformen kan således få fysikundervisningen til at fremtræde mere meningsfuld for eleverne. Det kan dog nemt blive en ret tidskrævende proces, og elevernes udbytte afhænger i høj grad af (og det giver de eksplicit udtryk for på spørgeskemaerne), hvor godt samarbejdet fungerer i den enkelte projektgruppe.

3.3.3 Forsøg med tolærerordning

På Esbjerg Statskole er der i en enkelt klasse gennemført et forsøg med tolærerordning og øget vægt på eksperimentelt arbejde. I to tredjedele af fysiktimerne (en egentlig dobbelttime) har klassen to lærere, og i disse timer arbejdes der primært eksperimentelt. I den sidste tredjedel (en egentlig enkelttime) har klassen

kun den ene af lærerne, og her arbejdes der udelukkende med teorien. Der læses efter det sædvanlige fagbilag, og der er således ikke tale om et forsøg i bekendtgørelsmæssig forstand. I undervisningen lægges der vægt på stor elevaktivitet og på, at eleverne tilegner sig det faglige stof ud fra deres egne eksperimenter. Tavlegennemgang er ikke afskaffet, men reduceret til et minimum.

Både elever og lærere giver udtryk for stor tilfredshed med undervisningsformen og det faglige udbytte. Nogle elever fremhæver således betydningen af, at teori og eksperimenter kan understøtte hinanden til en samlet forståelse.

Det er også tydeligt, at man i forsøget undgår nogle af de vanskeligheder, man ellers møder, når der kun er et beskedent antal deletimer eller tolærertimer til rådighed og dermed et tilsvarende beskedent antal timer med elevforsøg. At gennemføre elevforsøg i en stor klasse med kun én lærer er jo ikke uproblematisk. Dels vil det give kø hos læreren for at få hjælp (med deraf følgende spildtid), dels er der hensynet til elevernes sikkerhed.

Forsøgserfaringerne peger således på nogle tydelige fordele ved en udvidet tolærerordning til eksperimentelt arbejde, men ikke på nogen ulemper - bortset fra de øgede udgifter til aflønning af lærerne.

3.3.4 Udstyret og de ydre rammer

I *EVA-rapporten* fremhæves, at en del af skolerne har meget beskedne fysiske rammer, og at det forringer elevernes udbytte af undervisningen. Man har fra mange sider gjort opmærksom på den store betydning, som det eksperimentelle udstyr og de ydre rammer har. Dette bekræftes i høj grad af såvel tilbagemeldingerne fra forsøgsskolerne som af de besøg, evalueringsgruppen har foretaget. For at sikre eleverne et godt udbytte af det eksperimentelle arbejde er det nødvendigt med gode pladsforhold og moderne udstyr.

Det nødvendige "moderne udstyr" omfatter både fysiske måleinstrumenter og computere. De foreløbige erfaringer viser således, at det er fordelagtigt, hvis hver elevgruppe/hvert øvelseshold har en computer til rådighed, allerede mens eksperimenterne udføres. Det er ofte hensigtsmæssigt, at hele rapporteringsarbejdet kan udføres ved hjælp af it, lige fra at måleresultaterne noteres i et skema på computeren, til den færdige rapport efter lærerens rettelser skal forbedres.

Ligeledes er det en forudsætning for forsøgsundervisningens ændrede tilrettelæggelse af det eksperimentelle arbejde, at der er gode pladsforhold til elevernes selvstændige arbejde i mindre grupper.

3.3.5 Grupperapporter

I forsøgsundervisningen benyttes der i høj grad grupperapporter i stedet for individuelle rapporter. Dette hænger både sammen med den anderledes undervisningsform og med den øgede brug af it.

Når der er tale om åbne eksperimenter, der er planlagt af en gruppe, eller når eksperimenterne indgår i et gruppeprojekt, er det naturligt, at også behand-

lingen af måleresultater og rapporteringen foretages af gruppen i stedet for af de enkelte elever hver for sig. Ligeledes lægger eksperimentelle forløb, hvor elevgruppen/øvelsesholdet allerede under selve forsøget anvender en computer til skemalægning og bearbejdning af måleresultaterne, op til, at også rapporteringen udføres af hele elevgruppen med anvendelse af computer.

De foreløbige erfaringer tyder på, at eleverne stort set er glade for at arbejde i grupper, og at de oplever et godt fagligt udbytte af arbejdet i de grupper, hvor samarbejdet fungerer. Man kan dog også få for meget af det gode. I de forsøg, hvor fysikundervisningen overvejende bygger på gruppearbejde, spores der en tendens til, at i hvert fald en del af eleverne savner individuelle opgaver.

3.3.6 Elevaktivitet og elevengagement

Det går som en rød tråd igennem forsøgsundervisningen i fysik, at man har ønsket en forøget elevaktivitet. Dette gælder også forsøgene med en ændret tilrettelæggelse af det eksperimentelle arbejde, og dette mål er tydeligvis blevet nået netop i kraft af den anderledes tilrettelæggelse. Det gælder både forsøg med åbne eksperimenter, hvor planlægningen i høj grad overlades til eleverne, forsøg med projektarbejde, der inddrager eksperimenter, og forsøget med tolærerordning og øget vægt på eksperimentelt arbejde. Elevernes udtalelser på spørgeskemaer og ved skolebesøg tyder på, at næsten alle elever er glade for undervisningsformer, der indebærer stor elevaktivitet.

Udtalelser fra lærere og elever tyder også på, at den ændrede tilrettelæggelse af det eksperimentelle arbejde har virket motiverende og engagerende på eleverne. Der ses således en tendens til, at eleverne oplever fysikundervisningen mere meningsfuld og spændende. Måske er der i nogle tilfælde især tale om, at de elever, der med en mere traditionel undervisning ville finde fysikken abstrakt og uvedkommende, nu har nemmere ved at se meningen med faget. Der ses derimod ikke umiddelbart nogen gennemgående effekt med hensyn til, hvor mange elever der vælger fysik på højt niveau. Det skal dog endnu en gang understreges, at erfaringsmaterialet er lille, og det er næppe muligt på det foreliggende grundlag at drage nogen sikker konklusion på dette område.

3.3.7 Konklusioner og anbefalinger

- Der skal være gode muligheder for åbne eksperimenter, men ikke alt eksperimentelt arbejde skal være åbent. 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 dog ofte meget tidskrævende, og svage elever kan blive/føle sig tabt.
- Der skal være gode muligheder for projekter, der kombinerer teori og eksperimenter.
- De nuværende muligheder for tolærerordninger eller deletimer til eksperimentelt arbejde skal forøges.

- Der skal være mulighed for, at eleverne udfører en stor del af det eksperimentelle arbejde (incl. resultatbehandling og rapportskrivning) i grupper. Der skal dog også være en vis mængde individuelt arbejde.
- Skoleejerne skal sørge for gode ydre rammer og penge til moderne udstyr. Dette har stor betydning for elevernes udbytte af det eksperimentelle arbejde.

3.4 Samspil med andre fag

3.4.1 Indledning

I *Udviklingsprogrammet for fremtidens ungdomsuddannelser* peges på et særligt behov for en indsats, når det gælder udvikling af samspillet mellem fagene. Ifølge *Gymnasiebekendtgørelsen* skal undervisningen i gymnasiet udgøre en helhed og tilrettelægges således, at fagene gensidigt støtter hinanden.

Hovedmotiverne for dette krav er et ønske om at komme ud over den traditionelle skoles tendens til at proppe emner fra virkeligheden ned i kunstige, adskilte kasser med navne som dansk, matematik, fysik, . . . Denne tradition betyder, at det kan være vanskeligt overhovedet at tage visse emner op i undervisningen, og at en eventuel behandling undertiden kan blive unødigt mangelfuld.

Tværfagligt samarbejde øger muligheden for at belyse emneområder fra flere synsvinkler, lige som det bidrager til bedre at kunne overskue helheder og sammenhænge. Endvidere giver det mulighed for at anvende eksempelvis fysikfaglige begreber og arbejdsformer i nye sammenhænge. Endelig er tværfaglige samarbejder yderst velegnede til at perspektivere de deltagende fag, ligesom det er et håb, at det kan medvirke til et øget elevengagement med øget udbytte af undervisningen som følge.

3.4.2 Fysik i samspil

På mange skoler indgår fysik i samspil med andre fag. Som eksempler på sådanne aktiviteter kan nævnes “Fysikkens fortællinger” i samspil med filosofi og historie, “Formidling af fysik” i samspil med dansk og “Krop og energi” i samspil med biologi og idræt.

Nogle steder etableres samarbejdet i håb om at opnå større elevengagement, mens det andre steder er det “atmosfæreskabende”, som er hovedmotivet. Med atmosfæreskabende menes: “Giv fysikfaget et nyt image”. Som eksempel kan nævnes et samarbejde om Middelalderen mellem fysik og dansk i et 1.g- introforløb, hvor eleverne blandt andet byggede kastemaskiner (“Hvem kommer længst?”, “Hvem rammer mest præcist?”).

Tre skoler, hvor det tværfaglige samarbejde har været vægtet særlig højt, omtales nedenfor lidt mere udførligt.

Odense Katedralskole

Siden skoleåret 2000-2001 har *Odense Katedralskole* haft et forsøg med et to-årigt forløb, hvor fagene *fysik og filosofi* kører tæt parløb i form af et *nyt mellemniveaufag*

se afsnit 5.2.2. Udgangspunktet fra fysiks side har været at beskæftige sig med historiske og erkendelsesmæssige aspekter for derigennem blandt andet at skabe større interesse for fysikfaget. Det har endvidere været et hovedformål med forsøget, at eleverne skal opnå en forståelse for naturvidenskabens betydning for udviklingen af den europæiske kultur, og at de bliver fortrolige med naturvidenskabelige erkendelsesformer og videnskabsteoretiske begreber. Forsøget er udførligt beskrevet i "Samling af materiale om forsøg med fysik/filosofi på Odense Katedralskole" (Kan rekvireres via Ole Keller).

Undervisningen har været inddelt i undervisningsperioder, hvor de to deltagende fag har afløst hinanden, samtidigt med at der er blevet sørget for tæt faglig koordinering. Undervisningsformerne har været ret traditionelle, dog med en anelse mere gruppearbejde og større projekter end vanligt.

Nogle lærerkommentarer

- Forsøget har virket "tvangsmodnende" på eleverne.
- Parløbet med filosofi har været et plus for fysik.
- Eleverne ser fysik som andet end formler.
- Forsøget har forøget elevernes interesse for fysik.

Nogle elevkommentarer

- Når jeg ser formlen $s = \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$, tænker jeg lige så meget på Galilei som på formlen.
- Det kan være svært at adskille fagene (ment positivt).
- Fagene er begge yderst interessante.

Nogle iagttagelser

Ved et skolebesøg oplevedes nogle meget modne og velformulerende elever, som dog næppe er repræsentative for en normal 2.g-klasse. Når eleverne fortalte om deres fysikundervisning, benyttede flere af dem termer fra deres filosofiundervisning. Selve fysikundervisningen afviger kun i meget begrænset omfang fra en klassisk undervisningsform.

Fysik/filosofifaget er et eksempel på et vellykket forsøg, hvor det tilsyneladende ikke først og fremmest er afvekslende undervisningsformer, der er i fokus. Fysiks gevinst fremkommer fra en øget vægtning af det almindelige aspekt (historiske, filosofiske, metodemæssige sider af fysikfaget).

- Fysik kan profitere af en øget vægt på fagets almindelige aspekt. Dette kan blandt andet tilgodeses i passende tværfaglige samarbejder.
- Et lignende forsøg vil næppe blive en succes, hvis hele klasser tvangsmæssigt skulle følge det. Grundet abstraktionsniveauet og de mere filosofiske problemstillinger vil store elevgrupper nok ikke kunne lokkes til seriøst at engagere sig i et sådant fag, ligesom de kan få svært ved at honorere kravene.

Christianshavns Gymnasium

Science er et forsøgsfag, som *kun* findes på *Christianshavns Gymnasium*, se afsnit 5.2.1, og som har været afprøvet af to hold. Det er et mellemniveaufag, der integrerer fysik, biologi, kemi, matematik og filosofi. Faget udbydes til alle elever, der har et naturvidenskabeligt valgfag på højt niveau.

Science er organiseret omkring tre forskellige projektperioder á ca. 9 uger. Projekternes hovedoverskrifter: “De menneskeskabte og naturlige trusler mod menneskeheden”, “Nye naturvidenskabelige landvindinger” og “Grundliggende og erkendelsesmæssige problemer i de naturvidenskabelige fag”.

Til støtte for det sidstnævnte projekt fik scienceeleverne et kortvarigt, specielt tilrettelagt filosofikursus af en faglærer.

Elevholdninger til forsøget

- Alle elever peger på arbejdsformen i forsøgsfaget som værende meget positiv, og at det på en måde er det væsentligste. Få fremhæver/nævner overhovedet selve indholdet i faget.
- Plusord: Selvstændigt arbejde i grupper, tilegnelse af kompetence i projektarbejde, naturvidenskabelige fag mere interessante på grund af selvvalgte problemstillinger.
- Alle elever mener, at faget og specielt undervisningsformen fortjener udbredelse ud over Christianshavn.

Nogle iagttagelser

- Ved skolebesøget fremstod den lille klasse i et noget elitært lys. Meget modne, velformulerede og tænksomme elever af begge køn. Der sporedes en tendens til, at faget fysik (især i forhold til biologi) forsvandt lidt både ved selve projektvalgene og som delelementer i projekterne. “Fysik er svært”. “Fysik har en høj indgangstærskel”. Det virker ikke umiddelbart sandsynligt, at dybe filosofiske/erkendelsesmæssige problemstillinger er et oplagt tiltrækningsaktiv, hverken over for de mange eller over for den typiske ingeniør-aspirant(?)
- Kursuselementer, der lægger op til denne type projektarbejde, vil være et værdifuldt indslag i fysikundervisningen.
- Modellen med at andre faglærere i kortere forløb supplerer fysikfaget med kvalificerede input er interessant og perspektivrig.

Birkerød Gymnasium

Birkerød Gymnasium har siden skoleåret 2000-2001 haft et toårigt tværfagligt forsøg med fagene *fysik og historie*. Forsøget har været koncentreret om fire fælles projekter (et projekt pr. halvår). I og op til projektperioderne (der har været mellem 3 og 6 uger) har undervisningen i fysik og historie kørt med en nøje koordinering. Undervisningsformen har i projektperioderne fortrinsvis været gruppearbejde i forbindelse med skrivning af rapport.

De perioder, der har været genstand for projekterne har været: “Fysik og den industrielle revolution”, “Fysik i oldtiden”, “Den naturvidenskabelige revolution” samt “Manhattanprojektet”.

Nogle lærerkommentarer

- For fysik har den samtidige historieundervisning været et plus.
- Eleverne er blevet mere interesserede i fysik.
- Eleverne ser nu fysik som andet og mere end formler, og historie som andet end krige.

Nogle elevkommentarer

- I historie ved vi kun noget om tre ting.
- Vi har brugt rigtig mange timer på projekterne.
- Vi har ikke lært lige så meget fysik som historie.
- De andre klasser kender meget mere til krige og formler.
- Sjove projekter, som har givet os et større overblik.
- Måske for meget gruppearbejde - gruppearbejde er ikke altid seriøst.
- God træning i at skrive.
- Godt at se den røde tråd mellem fysik og historie.
- Det er mere interessant, når vi går mere i dybden.
- Rart at kunne arbejde selvstændigt (uden lærer).
- Man er i tvivl, om man lærer pensummet lige så godt, som man ellers ville.

Nogle iagttagelser

Forsøget er et vellykket eksempel på et tværfagligt samarbejde, der i det væsentlige er afholdt inden for de normale rammer. Forsøgets succes skyldes formodentlig i udstrakt grad særligt engagerede, kompetente og samarbejdsdygtige lærere.

3.4.3 Konklusioner og anbefalinger

- Til opnåelse af øget elevinteresse og til perspektivering af fysikfaget er tværfaglige samarbejder et værdifuldt indslag i undervisningen.
- Fysikfagets almendannende aspekt bør opprioriteres. Dette kan blandt andet tilgodeses i passende tværfaglige samarbejder.
- Meningsfyldt tværfagligt samarbejde vil ganske ofte fokusere på mere overordnede problemstillinger, og bliver derfor næsten pr. definition sværere end mere almindelig undervisning. Derfor må tyngden af tværfagligt samarbejde nøje tilpasses det enkelte hold.
- Den nuværende gymnasiestruktur vanskeliggør/umuliggør lærer-elevønsker om tværfaglige samarbejder.
- Korte perioder med input fra udefra kommende faglærere kan inspirere og højne det faglige niveau også i forbindelse med tværfaglige emner.

3.5 Aftagernes syn på forsøgene

3.5.1 Videregående uddannelser

Dette afsnit er et udvalgsmedlems (EB) opfattelse af den almindelige holdning hos underviserne på aftagerinstitutionerne.

De tekniske og naturvidenskabelige institutioner er interesserede dels i et stabilt studenterinput, dels i at russerne har en så høj kvalitet, at de er i stand til at gennemføre studiet. Aftagerinstitutionerne er i dag godt tilfredse med såvel de fagspecifikke som de generelle kvalifikationer især hos studerende med fysik på højt niveau. Skal der foretages justeringer i gymnasieundervisningen, vil ændringer, der forbedrer de følgende *kompetencer* og *holdninger*, være særlig ønskværdige:

Modelleringskompetencen

En større evne til at kunne analysere en problemstilling og at opstille og derpå behandle en matematisk model af problemstillingen.

Formidlingskompetencen

En større erfaring i at formidle naturvidenskabelige emner såvel på skriftlig som på mundtlig form.

Den positive anvendelsesholdning

En grundlæggende holdning om

- at naturvidenskaberne spiller en helt central rolle, når beslutninger om velfærdssamfundets udvikling skal foretages.
- at naturvidenskaberne er andet end forurening, risiko og miljøproblemer.
- at naturvidenskaberne i et nært samarbejde med andre fagområder kan bidrage til en god fremtid for alle.

Der har ikke været forsøg, som specifikt har været rettet mod en forbedring af elevernes modelleringskompetence. Skal denne kompetence forbedres, vil det antagelig være nødvendigt at indskrænke det faste, traditionelle fysikpensum og i stedet arbejde dybere med en række specialelever. Pensumindskrænkninger har i øvrigt kendetegnet en lang række af forsøgene. For aftagerinstitutionerne er det ikke det præcist definerede og ensartede pensum, der er af størst interesse. Forsøg, der arbejder med specielle emnekredse hilses derfor velkommen, især hvis modelleringsaspektet indgår med betydelig vægt.

I adskillige af de gennemførte forsøg har en større skriftlig rapport eller en mundtlig fremlæggelse været et centralt element. Eleverne har i disse forsøg tilsyneladende på en inspirerende måde fået øget deres formidlingskvalifikationer. Undervisningsformer, der som et væsentligt element har produktionen af en velformuleret rapport, er ønskværdige. Tilsyneladende er eleverne indstillede på, at en større del af undervisningen godt kan bestå i udformningen af en afsluttende, "pæn" rapport. Det er vigtigt, at eleverne fortsat har en eksperimenterende indstilling, men

slutresultatet af “en øvelse” bør være mere end en traditionel rapport.

En række forsøg har bestået i undervisningsforløb i et *samarbejde* mellem fysik og andre fag. Disse samarbejdsforløb har bidraget til at give eleverne et bredere og mere positivt syn på fysikkens betydning for samfundets udvikling. Selv om disse forsøg tilsyneladende har haft størst effekt blandt dygtige elever, er det alligevel en udviklingsretning, der bør følges. Samarbejdsforløb kræver formentlig en indskrænkning i det traditionelle pensum. Dette vil ikke møde aftagermodstand. Især ikke, hvis samarbejdsforløbene kan bidrage til en holdning om, at fysik ikke bare er en formelsamling, men en væsentlig brik i hele samfundsudviklingen. Det må heller ikke glemmes, at samarbejdsforløb vil stille større krav til de deltagende undervisere. Disse krav vil normalt resultere i en mere inspirerende undervisning.

3.5.2 Virksomhedernes syn på forsøgene

Virksomhedernes interesse for forsøgene med fysikundervisningen skal ses dels på baggrund af et ønske om, at alle studenter også i fysik sikres en vis naturvidenskabelig kompetence fra gymnasiet - dels på baggrund af et stigende behov for at kunne rekruttere medarbejdere med tekniske og naturvidenskabelige kompetencer.

Virksomhedernes interesse for fysikundervisningen består derfor både i at stimulere unges generelle viden og interesse for fysik, og i at få flere unge til at vælge fysik på højt niveau som afsæt for en videregående uddannelse inden for teknik eller naturvidenskab.

Hvad angår de kvalifikationer, som de unge har med sig fra gymnasiet - også i fysik - lægger virksomhederne vægt på, at både faglige og personlige kvalifikationer udvikles i gymnasiet gennem brug af varierede arbejdsformer.

Dette betyder ikke, at fagligheden skal nedtones. Fagligheden skal stadig prioriteres højt, men der skal også være plads til fx at arbejde mere projektorganiseret med fagligheden. *Problemidentifikation, indhentning af viden og data, problembearbejdning, samarbejde, formidling* m.v. er arbejdsopgaver, som unge vil møde både i fortsatte studier og i efterfølgende job. Betyder stramme pensumkrav i dag, at det kun vanskeligt kan lade sig gøre at arbejde projektorganiseret, må konsekvensen blive, at det obligatoriske pensum beskæres.

Forsøgene viser, at eleverne finder de nye og varierede undervisningsformer motiverende og udfordrende for deres egen selvstændighed, forståelse og ansvar. Så selv om forsøgene ikke bevirker, at en større andel af eleverne vælger fysik på højniveau, kan de alligevel betegnes som vellykkede, hvis de har bevirket, at flere elever har fået en betydelig mere positiv oplevelse af faget.

Og det er en lige så vigtig opgave for gymnasiet at sikre en positiv oplevelse af fysik for de mange elever, som ikke læser en teknisk eller naturvidenskabelig uddannelse, men som senere kommer til at sidde som bl.a. samarbejdspartnere, opinionsdannere, journalister og politikere med indflydelse på områder, som vedrører naturvidenskab og teknik.

4 Tidligere undersøgelser af fysikfaget

4.1 GF-rapporterne

4.1.1 Resumé af GFII-rapport nr. 1

”Om undervisningsstil og læringsudbytte
- en undersøgelse af fysikundervisningen i 1.g ”

Af Lars B. Krogh og Poul V. Thomsen fra Center for Naturvidenskabernes
Didaktik på Aarhus Universitet

Baggrund

De første GF-undersøgelser (Gymnasiefysik) er fra 1980'erne, og resultater fra disse rapporter var medvirkende til ændringerne af fagbilaget for fysik i forbindelse med gymnasireformen i 1988.

I 1998 oprettede Det naturvidenskabelige Fakultet på Aarhus Universitet et nyt Center for Naturfagernes Didaktik (CND), som blev bemandet med to videnskabelige medarbejdere samt en gymnasielærer, frikøbt på halv tid, som projektmedarbejder.

Introduktion

GFII er en kortlægning af, hvilken type fysikundervisning de nye 1.g-elever på matematisk linie oplever, og hvad de får ud af den. Kortlægningen søger at koble elevernes oplevelser, holdningsændringer og læring sammen med undervisningen med henblik på at finde sammenhænge mellem elevernes udbytte og lærerens målsætninger og undervisningsstil.

GFII-undersøgelsen omfatter spørgeskemaer til godt 100 klasser og deres fysiklærere i de første 5 måneder af 1.g. GFII-rapporten blev offentliggjort i marts 2000.

Konklusioner

-Elevernes opfattelse af undervisningen

Lystaspektet er vigtigt, for tidens postmoderne elever lærer af lyst og ikke af pligt. Undersøgelsen viser imidlertid, at elevernes møde med gymnasiets fysikundervisning er et meget dynamisk møde: 28 % af eleverne får mere lyst til fysik, mens 37 % oplever dalende lyst og engagement.

-Engagement og fagligt selvværd hænger sammen

Elevernes oplevelse hænger i høj grad sammen med deres oplevelse af at slå til fagligt. Langt den overvejende del af eleverne oplever at miste fagligt selvværd i løbet af de første måneder - især pigerne. Piger, der har en kvindelig fysiklærer, oplever faget mere positivt, mens drengenes opfattelse af faget ikke afhænger af lærerkøn.

-Hvordan der undervises i fysik

Fysikundervisningen er karakteriseret ved et begrænset udbud af arbejdsformer og aktiviteter. Dagligdagen er præget af lærermonolog og lærerstyret samtale typisk med forstrukturering (fra læreren) af relevante faglige begreber og henvisning til tidligere stof og forsøg efterfulgt af spørgsmål til eleverne. Elevernes svar giver ofte anledning til uddybning og forklaring fra lærerens side. Lærerne opfatter dette som dialog, mens eleverne undertiden opfatter det som en maskeret monolog.

-Få eksperimenter og projektarbejder

Det er en generel opfattelse, at eksperimenter opleves som motiverende for eleverne. Opgaver og eksperimenter ses kun i ringe grad i fysikundervisningen i det første halve år, og de er uden mange frihedsgrader for eleverne, når de finder sted.

Samtidig er mængden af projektarbejde meget lav, hvilket fra lærerside begrundes med, at de længerevarende eksperimentelle forløb vanskeligt kan udvikles inden for det første halve år.

-Gennembrud for pc-anvendelse

Anvendelse af pc'ere i undervisningen er så udbredt, at det betegnes som et gennembrud for bestræbelserne på at integrere it i den daglige undervisning.

-Elevmedbestemmelse

Eleverne har kun lille indflydelse på tilrettelæggelse af undervisning og arbejdsformer, men undervisningen kan ændres undervejs som følge af elevforslag/kritik.

-Lærerrollen

Læreren er af stor betydning for elevernes udbytte både holdnings- og interesse-mæssigt. Det er en gængs opfattelse, at lærernes begejstring for faget har betydning for elevernes udbytte og engagement, og GFII bekræfter dette. Elevernes opfattelse af lærerne er positiv. Lærerne opleves som venlige, fagligt engagerede og villige til at forklare ting flere gange.

-Undervisningsstil

Den dominerende undervisningsstil er "fagcentreret"¹ med hensyn til undervisningsmetodiske aspekter. Der er ikke mange fysikklasserum, hvor konstruktivistiske elementer² dominerer - på trods af, at elevernes opfattelse af under-

¹Dvs. fagets strukturer er omdrejningspunktet for undervisningen og læreren optræder som "skulptør" for eleverne, Bjørgen 1994 - definition fra GFII-rapporten p. 44

²Dvs. undervisningens fokus er elevernes læreprocesser, og læreren etablerer et læringsmiljø som udfordrer eleverne til selv at skabe mening i de fysiske emnekredse - definition fra GFII-rapporten p. 44

visningen bliver mere positiv, når undervisningen indeholder disse elementer. Fysikundervisning med *både* fagcentrerede og konstruktivistiske elementer blev oplevet meget positivt af eleverne.

Det konkluderes, at fysikundervisningen ikke er optimal, og at forbedringer vil kunne opnås med begrænsede ændringer i retning af et mere konstruktivistisk lærersyn. Ændringer, som menes at hænge sammen med, om lærerne selv oplever behov for udvikling.

-Lærernes oplevelse af deres egen undervisning

1.g-fysiklærerne er generelt ganske godt tilfredse med deres egen undervisning - uanset om undervisningen er udpræget fagcentreret eller konstruktivistisk. Imidlertid korrelerer lærernes tilfredshed ikke med elevernes lyst og engagement i faget.

Lærere peger selv på behov for øget faggruppesamarbejde. Manglende muligheder for bogindkøb opleves som et mindre problem end mangler med hensyn til fysikapparatur.

Elevernes testresultater var ikke færdigbehandlet ved rapportens offentliggørelse, men de foreløbige resultater tyder på, at elever fra konstruktivistisk undervisning klarer sig bedst.

Rapporten konkluderer, at en målrettet efteruddannelsesindsats vedr. brug af konstruktivistiske elementer vil kunne give bonus.

4.1.2 Resumé af GFIII-rapport, del A

"Hvordan gik det med fysikundervisningen og elevernes udbytte? - 2.g-opfølgning på GFII-undersøgelsen"

Lars B. Krogh, Peter Arnborg og Poul V. Thomsen fra CND, Aarhus Universitet

-Introduktion

GFII-rapporten undersøgte elevernes opfattelse af fysikundervisningen midt i 1.g. I GFIII-rapporten belyses de samme forhold med den samme elevgruppe, men umiddelbart før afslutningen af 2.g. - på et tidspunkt, hvor eleverne har besluttet sig for deres 3.g-højniveauvalg.

GFIII fokuserer på, hvad der skete videre frem i elevernes obligatoriske fysikforløb med hensyn til deres oplevelse og udbytte af undervisningen samt valg eller fravalg af fysik som højniveauvalg.

Undersøgelsen bygger på spørgeskemabesvarelser fra 43 klasser og deres fysiklærere. GFIII-rapporten blev offentliggjort i februar 2001.

Konklusioner

-Elevernes opfattelse af undervisningen

Undersøgelsen konkluderer, at eleverne *oplever et markant fald i lyst til og engagement i fysik på det 2-årige obligatoriske fysikkursus*. Det moderate fald i interesse,

som blev oplevet efter ½ år i 1.g, accelererer efterfølgende.

-Engagement og fagligt selvværd

Elevernes faglige selvværd spiller en rolle for deres opfattelse af faget. Eleverne oplever at klare sig bedre i andre fag end fysik - på trods af, at de rent faktisk får lige så gode årskarakterer i fysik som i de øvrige fag.

Gymnasiefysikundervisningen viser sig at være dårligst til at fastholde interessen hos de elever, som på forhånd havde den største faglige selvtillid og de største forventninger til faget!

Fysik er stadig det mest kønsopladende højniveaufag.

-Hvordan der undervises i fysik

Fysikundervisningen er også i slutningen af det obligatoriske forløb karakteriseret ved et begrænset udbud af arbejdsformer og aktiviteter. Lærermonolog og lærerstyret samtale dominerer stadig - kombineret med opgaveregning og eksperimenter.

Projektarbejde er dog mere hyppigt i 2.g - men ikke alle elever opfatter projektarbejdet positivt.

Undervisningen domineres stadig af den traditionelle fagcentrerede.

-Elevmedbestemmelse

Eleverne har stadig kun lille indflydelse på *indholdet* af undervisningen, men en smule mere indflydelse på arbejdsformerne.

-Undervisningsstil

GFIII peger på, at det stadig er mest udbytterigt at være elev i en af de konstruktivistisk inspirerede klasser.

-Valg af højniveaufag

Mange faktorer uden for fysikundervisningen påvirker de unges valg, men andelen af eleverne, som vælger fysik på højt niveau, er stadig en vigtig indikator.

Denne andel viser sig at have været nedadgående fra 16 % i 2000 til 13 % i 2001. 19 % af drengene og 6,4 % af pigerne vælger at fortsætte med fysik ud over det obligatoriske niveau.

Elevernes subjektive interesse for faget har stor betydning for valg af fysik på højt niveau. Det er især følelsen af faglig formåen inden for faget samt en fornemmelse af, at faget kan bidrage til gode fremtidsmuligheder, der er væsentlige for valg af faget på højt niveau.

Elever, der vælger fysik på højt niveau, viser sig i øvrigt i højere grad at vælge "hårde" mellemniveaufag som bl.a. datalogi og kemi frem for "blødere" fag som fx filosofi eller psykologi. En del højniveaufysikere vælger i alt tre højniveaufag, således at der slet ikke bliver plads til mellemniveaufag.

4.2 At lære fysik

- Et studium i gymnasieelevers læreprocesser i fysik

4.2.1 Introduktion

Uddannelsesstyrelsen udgav denne rapport i 2001. Redaktionen bestod af Jens Dolin og Verner Schilling.

I perioden 1996 til 1998 fulgtes fysikundervisningen i to klasser på matematisk linje, obligatorisk niveau. Der blev foretaget observationer, videooptagelser, interviews mv.

4.2.2 Projektets problemstilling

Det er formålet at studere gymnasieelevers læreprocesser i fysik med henblik på en uddybet forståelse af:

- *hvilke træk ved faget og undervisningstraditionen, der gør fysik til et vanskeligt fag for mange elever, og*
- *hvilke former for pædagogisk indsats i bred forstand, der kan forbedre elevernes udbytte af fysikundervisningen.*

Det er altså eleverne og deres læreprocesser i fysik, der er i fokus i projektet, men formålet er at drage konsekvenser for lærerens rolle og undervisningstilrettelæggelsen.

Projektets hovedidé er gennem de fulgte undervisningsforløb at analysere tre hovedperspektiver: *Elevperspektivet, fag/faglighed og teori for kognition og læring.*

4.2.3 Nogle konklusioner

Fysikfaget

Fysikken bruger en abstrakt begrebsverden til at beskrive og forklare fænomener i verden. Dette er særdeles vanskeligt, og mange af de pædagogiske problemer, man møder i fysikundervisningen, har deres udspring her.

I rapporten står: For eleverne kommer fysikken let til at fremstå som fjernt fra, eller helt uden forbindelse med deres egen erfaringsverden. For mange virker de emner, man beskæftiger sig med i faget, derfor heller ikke særlig motiverende. Men netop fordi fysikkens kerne er naturbeskrivelse ved hjælp af matematik og abstrakte modeller, er mulighederne for at gøre fysikken relevant i forhold til elevernes hverdags erfaringer stærkt begrænsede. De må snarere motiveres på anden måde, fx ved at blive præsenteret for overkommelige udfordringer i forbindelse med opstilling af simple modeller, eller ved at få en fornemmelse af at der findes store sammenhængende beskrivelser af universet.

Det konstruktivistiske perspektiv

Det konstruktivistiske perspektiv har præget det naturfagsdidaktiske forskningsfelt de sidste tiår. Rapporten fremhæver følgende:

Vi hævder ikke at det konstruktivistiske syn på læring fører til én bestemt type undervisning. Konstruktivismen har været et frugtbart paradigme at bygge på, når vi har analyseret eksempler på læring og undervisning, og undersøgt problemerne og kvaliteterne i forskellige måder at tilrettelægge undervisningen på. Og den forståelse der følger heraf har så igen ført til at vi kan give nogle bud på god undervisningspraksis. Den konstruktivistiske grundtanke, at læring sker ved en aktiv og bevidst proces, betyder bl.a. at det er eleverne selv, der må give fysikstoffet (begreber, sammenhænge osv.) mening. De fremstillinger af stoffet, som eleverne stilles overfor (fx i form af bøger), er de nødt til at transformere og give liv gennem egne sproglige fremstillinger, gennem forklaringer, problemløsningsstrategier, opgavebesvarelser, tegninger osv. To forhold er i denne forbindelse blevet tydelige for os, nemlig meningstilskrivelsens kontekstbundethed og dens sociale karakter: Elevernes forståelse af det samme stof bliver forskellig alt efter den sammenhæng, hvori det læres og anvendes; og forståelsen udvikles i fællesskab med andre mennesker og er også afhængig af dette fællesskab.

Elevers læring

Her fremhæves betydningen af *holdninger og forventninger, elevers metakognition og begrebsudvikling*. Bl. a. skrives i rapporten:

Elever har brug for overraskende lang tid til at få en meningsfuld forståelse af fysikkens begreber. Dette gælder uanset hvilken undervisningsform der benyttes - der er ingen genveje.(...)
Begrebsforståelsen synes at være stærkt kontekstbundet: Begrebsforståelsen er bestemt af den sammenhæng, hvori den blev udviklet, og nye situationer kræver ofte, at begrebskonstruktionen næsten begynder forfra. Begreberne skal ikke ses som faste størrelser, der læres og derefter anvendes; de er dynamiske og under stadig udvikling hos den enkelte person. Det betyder også, at overførsel af begreber og metoder fra et fysikområde til et andet, eller fra matematik til fysik, er et langt større problem, end man umiddelbart ville formode. Vi har her fat i en af de afgørende årsager til, at netop fysikfaget er så svært.

Undervisningen

Et grundlæggende spørgsmål er her: Hvilke typer undervisning er velegnet til at nå bestemte læringsmål?

Rapporten konkluderer bl. a. med følgende:

Med hensyn til den konkrete undervisningssituation kan lærerens grundlæggende dilemma formuleres således: Hvordan støtter man udviklingen af elevernes begrebsforståelse uden at indskrænke den frihed, der er nødvendig for at udviklingen af forståelsen kan finde sted? Lærerens rolle i læreprocessen er langt fra en oplagt sag. At læreren spiller en afgørende rolle, kan der ikke være tvivl om, men spørgsmålet er, hvordan og hvornår læreren skal gribe ind i processen, hvis indgrebet skal være konstruktivt. En af forudsætningerne for at kunne gribe

konstruktivt ind er, at læreren er klar over, hvor eleverne befinder sig i deres læreproces. (...) Ikke sjældent er læreren knap nok selv bevidst om sine egne holdninger til skolefagets natur og dets grundlæggende målsætninger, og i hvert fald forbliver disse holdninger ofte skjulte for eleverne. Noget tilsvarende kan siges om læringssynet. Det kan være bevidst eller ubevidst, men har uundgåeligt betydning både for undervisningens planlægning og udførelse.

Hvad kan vi gøre?

Her opfordres til at anlægge nogle bestemte synsvinkler, som kan gøre det muligt for læreren at udvikle bedre undervisning. Det drejer sig først og fremmest om at være opmærksom på og reflektere over *klasserumskulturen, arbejdsformer, læringsmål, elevernes indflydelse, dialogens betydning, vigtigheden af at lytte og refleksion over læreprocessen.*

Pensum og kompetencer

Her fremhæver rapporten følgende:

En af de centrale erkendelser vi nåede frem til gennem at studere elevernes begrebsforståelse i dybden, var som nævnt, at forståelsesprocessen er uventet tidskrævende. Denne indsigt må uundgåeligt føre til overvejelser over fysikpensummets omfang og indhold. Der er åbenbart grund til at se en vis modsætning mellem et meget omfattende pensum (dvs. en lang emneliste) og en dybere forståelse. Men der er næppe tale om en simpel sammenhæng som denne:

Reduceret pensum → større fordybelse → bedre begrebsforståelse

Det drejer sig derfor ikke om bare at reducere pensum, men om at nytænke det!

4.3 Fysik i skolen - skolen i fysik

Evaluering af fysik i det almene gymnasium udført af Danmarks Evalueringsinstitut

4.3.1 Introduktion

På grundlag af et kommissorium fra foråret 2000 blev evalueringen af fysikfaget i det almene gymnasium offentliggjort 1. oktober 2001.

Undersøgelsen og evalueringen af fysikfaget er delt op i følgende temaer:

- Undervisningens faglige indhold.
- Undervisningens tilrettelæggelse og arbejdsformer.
- Det skriftlige arbejde (projekter, laboratorierapporter etc).
- Fysikfaget og skolen.

Evalueringens overordnede problemstillinger handler om progression i uddannelsen i gymnasiet og om forudsætninger for videregående uddannelser.

Evalueringen baserer sig på et betydeligt dokumentationsgrundlag. Hver af de 15 udvalgte skoler, som deltog, leverede meget grundige selvevalueringsrapporter med tre dele:

- én del fra skolens fysiklærere.
- én fra skolens ledelse
- én fra nogle af fysikeleverne.

I tillæg er der gennemført en spørgeskemaundersøgelse blandt eleverne på alle tre trin i gymnasiet, og interviewundersøgelser blandt studenter og undervisere fra videregående uddannelsesinstitutioner. Evalueringsgruppen har også besøgt hver af de 15 skoler. Et af de mest interessante evalueringsindspil har været elevernes selvevalueringsrapporter, som har bestået af tre redegørelser:

- én redegørelse for det gode ved fysik
- én redegørelse for det dårlige ved fysik
- én redegørelse om hvordan fysikfaget og undervisningen burde være.

Gennem disse redegørelser viste eleverne stor grad af modenhed til at reflektere over fysikfaget og undervisningen i skolen. Derfor er alle elevredgørelserne udgivet som bilag til evalueringsrapporten.

4.3.2 Anbefalingerne har en række konkrete adressater

Evalueringsgruppen kommer med en lang række anbefalinger, som er rettet mod skoleejerne, undervisningsministeriet, fagkonsulenten, lærerne mm.

Rapporten tager overgangen mellem folkeskolen og gymnasiet op. Der peges på, at eleverne har manglende matematikkundskaber, og at de mangler træning i at behandle kvantitative problemstillinger. Denne side bør styrkes i folkeskolen. Evalueringsgruppen mener også, at det er nødvendigt, at lærerne giver en grundig introduktion til faget, når eleverne kommer fra folkeskolen, således at fagets identitet bliver tydeligere for eleverne. Det viser sig, at eleverne oplever faget som nyt og ukendt, når de starter i gymnasiet.

Gruppen konkluderer også, at skolefaget bør lægge mindre vægt på det systematiske undervisningsprincip, som er en arv fra videnskabsfaget, og hellere lægge mere vægt på tematisk undervisning med større grad af valgfrihed og større vægtning af temaer *om* fysik både i undervisning og i vurdering. Der peges på, at større grad af variation må indebære mere brug af dagligsprog parallelt med formelsprog, og at der bør lægges mere vægt på perspektiverne.

Bekendtgørelsen bør moderniseres. En mere præcis beskrivelse af kundskaber og kompetencer bør bl. a. kobles sammen med større valg af fordybelse.

Evalueringsgruppen peger på, at progressionen må blive bedre. Progression har imidlertid ikke bare at gøre med lærestoffets vanskelighed, men også med progression i begrebsudvikling, abstraktionsevne, brug af fagsprog, forskellige arbejdsformer og med graden af selvstændighed.

Dokumentationen viser, at det eksperimentelle arbejde er en væsentlig del af fysikundervisningen. Elever og lærere har en positiv holdning til forsøg, for-

di det giver eleverne muligheder for at arbejde selvstændigt, og de kan belyse fysikstof fra forskellige vinkler. Men evalueringsgruppen peger på, at lærerne bør være mere bevidste om forskellige mål for eksperimentelt arbejde, og at de forskellige mål bør kommunikeres til eleverne. Skolerne må desuden sikres rammebetingelser for mere eksperimentelt arbejde.

Evalueringsgruppen hævder, at brug af it vil kunne give et godt løft til fysikfaget, fordi det giver muligheder for fornyelse af det eksperimentelle arbejdet med faget. It fremhæves også, fordi det er en arbejdsform, som peger fremover og mod brug af fysik i industri, næringsliv og forskning. Her må myndighederne investere betydelige ressourcer og følge op med forsknings- og udviklingsprojekter.

Dokumentationen viser, at der foregår megen tavleundervisning i fysikundervisningen. Dette er ikke i tråd med moderne undervisningsmetoder. En nødvendig modernisering af faget kan blandt andet bestå i, at eleverne involveres i undervisningen i større grad. Samtidig bør det blive lettere at gennemføre tværfaglige arbejder og projekter. Det vil kunne give eleverne en opfattelse af et mere dynamisk fag.

Klasseundervisning bruges i lige stort omfang på alle tre niveauer i gymnasiet. Det betyder, at der ikke er nogen progression på dette område, hvor vægten på klasseundervisningen kunne aftage til fordel for mere selvstændigt arbejde på højeste trin.

Evalueringsgruppen foreslår, at der oprettes et større fagdidaktisk efteruddannelsesprogram for at imødekomme det store behov for efter- og videreuddannelse inden for et bredt spektrum af områder, blandt andet moderne fysik, teknologi, tværfaglige områder og mere grundlæggende fysikdidaktisk refleksion.

Studenter og lærere i postgymnasiale institutioner er ifølge dokumentationen ikke interesseret i hvilke *emner* inden for fysik, de nye studerende behersker, når de kommer til højere uddannelsesinstitutioner. Interessen gælder derimod spørgsmålet, om de nye studerende kan *arbejde selvstændigt med problemstillinger inden for fysik*. Det bliver hævdet, at fysik bør være et bredt anlagt almendannende fag, og ikke et for snævert studieforberedende fag i gymnasiet. Det er vigtigt at udvikle færdigheder i anvendelse af den naturvidenskabelige metode og yderligere udvikle den eksperimentelle del af faget.

“Så ja, fysikfaget og fysiklærerne har styrken - potentialerne ligger i samspillet mellem fysiklærere, elever, andre fag, skoleledere, skoleejere og”

4.4 Autentisk Fysikundervisning

Tove Bangsgaard, Jens Dolin, Anne-Birgitte Rasmussen, Ole Trinhammer
<http://sandkassen.rungsted-gym.dk/ot/slutrapport/autfys.html>

Projektet tager udgangspunkt i *fysikfagets egenart* og hvilke *kompetencer* eleverne skal opnå gennem undervisningen. Dette er koblet til *autenticitetsbegrebet*. Tre

forskellige former for autenticitet er formuleret:

- *Personlig autenticitet*, dvs. at fysikundervisningen skal sige eleverne noget, fx ved at give mening i relation til deres hverdag, eller måske bare opfattes som meningsfuld, fordi den indgår i en større (argumenteret) sammenhæng. Eleverne skal føle ejerskab til de behandlede problemer.
- *Samfundsmæssig autenticitet* bestemmes i forhold til den samfundsmæssige relevans, fx ved arbejde med centrale og/eller aktuelle problemstillinger, eller med forhold, som har betydning i forhold til demokratiske beslutningsprocesser.
- *Faglig autenticitet* indikerer, at fysikundervisningen arbejder med fysikken på en fagligt realistisk måde. Det vil sige, som man arbejder med fysik uden for skolen, fx i forskningssammenhænge eller i erhvervsammenhænge.

Ovenstående kan udmøntes i nogle bud på hvilke krav til undervisningen, som stilles, hvis der lægges vægt på autenticitet:

- Ikke-veldefinerede og ukendte problemer indgår i undervisningen, så eleverne oplever, at usikkerhed og tvivl er naturlige dele af en læreproces.
- Eleverne skal selv identificere problemer og kunne bruge procedurer og analysemetoder til at finde og afprøve viden og løsninger. Problemerne kan vælges ud fra elevernes hverdag og ud fra samfundsrelevante problemstillinger, men også ud fra fysikkens grundvidenskabelige problemkreds.
- Eleverne skal kunne formulere nye spørgsmål baseret på de udsagn og løsninger, de har.
- Problemer angribes med en fremgangsmåde, der så vidt muligt er korrekt i forhold til videnskabsfaget.
- Eleverne skal opfatte sig som medlemmer af et undersøgende fællesskab, hvor man deler viden, opfattelser, løsninger, praksis og ressourcer gennem forskellige former for dialog. Det vil få eleverne til at opleve, hvorledes naturvidenskabelig viden og arbejdsform i vid udstrækning er social (uden at naturvidenskabelig viden derfor er en relativ størrelse).

En sådan undervisning kan siges at være *udforskningsbaseret* og *fællesskabsorganiseret*.

I AFU-projektet argumenteres der for, at empirisk modellering er et væsentligt aspekt ved autentisk fysikundervisning. Der er altså fokus på at *modellere i fysik*, som et træk ved faget, som kræver nogle centrale kompetencer. Det hele munder ud i en *kompetencebeskrivelse af fysikfaget* i et forsøg på helt at undgå konkrete indholdsmæssige bindinger. Det at løsrive det ønskede undervisningsudbytte fra de konkret gennemgåede emner har en række fordele:

- Det er en realistisk beskrivelse af, hvad der foregår i fysikundervisningen.
- Den emnemæssige valgfrihed er motiverende for såvel elever som lærere
- Det muliggør fordybelse og hindrer pensumitis.
- Det giver mulighed for at udvikle faget via inddragelse af nye/aktuelle emner.
- Det muliggør sammenligninger og koordinering mellem forskellige niveauer i uddannelsessystemet.
- Det vil kunne fremme en pædagogisk udvikling i faget.

Som en integreret del af dette projekt er der udarbejdet undervisningsforløb, som specielt omhandler projektarbejdsformen i fysik og det eksperimentelle arbejde som en vej til læring.

Der er gennemført en *alternativ årsprøve* for at få erfaringer til en anderledes eksamen i 2.g.

4.5 Fysikfaget i forandring

Læring og undervisning i fysik i gymnasiet med fokus på dialogiske processer, autenticitet og kompetenceudvikling.

Jens Dolins phd-afhandling

Afhandlingens hovedærinde er at få indsigt i, hvorfor elever i gymnasiet har vanskeligheder med at forstå fysik, så det efterfølgende måske bliver muligt at gøre det enklere at forstå fysik.

Dolin har været observatør i tre klasser i gymnasiet. Han har fulgt klasserne gennem to projekter, som afhandlingen handler om. Det ene er At Lære Fysik (ALF), som fokuserede på, hvilke træk ved fysikfaget, der er problematiske for eleverne, og på elevernes og lærerens syn på faget og undervisning, se afsnit 4.2.

Det andet projekt er Autentisk fysikundervisning (AFU). Dette munder ud i forslag til en kompetencebaseret læreplan i fysik. Dette må ses som et forsøg på at åbne for større valgfrihed og fagdidaktisk refleksion blandt lærere og elever, og således opnå en mere autentisk undervisning, se afsnit 4.4.

Dolin fremhæver, at det vanskelige med fysik er, at de fleste emner kræver, at eleverne ikke bare skal beherske mange forskellige repræsentationsformer som fx det eksperimentelle, grafer og tabeller eller det matematisk-symbolske, men at de tillige skal beherskes samtidig, og at man skal beherske transformationer mellem de forskellige repræsentationsformer.

En central pointe hos Dolin er, at naturvidenskabelige arbejdesprocesser udfolder sig gennem samtale og argumentation. Dette bliver illustreret gennem modellering. Forskellige modelformer kan tjene som et middel til forståelse af fysikkens begreber og fænomener.

Dolin argumenter for, at fysikfagets mange emner må reduceres for at opnå mål knyttet til procesdimensionen. Han pointerer, at den vigtigste betydning af en kompetencebeskrivelse af fysik vil være, at elever og lærere på mere selvstændigt grundlag kan vurdere, hvad man skal arbejde med og hvordan. Pointen her er, at en traditionel pensumbeskrivelse med vægt på kendskab til konkrete fagområder kan virke som en hemsko for faglig og pædagogisk udvikling af undervisningen.

5 Dokumentation

5.1 Skolernes selvevalueringsrapporter

Evalueringsgruppen har ved juletid 2001 og igen i april 2002 modtaget korte statusrapporter fra en række skoler. Disse rapporter er indgået som en del af det materiale, som nærværende rapport bygger på. En vurdering af skolernes afsluttende selvevalueringsrapporter vil blive foretaget i evalueringsgruppens afsluttende rapport i 2003, eftersom en stor del af forsøgene ikke er afsluttet endnu.

5.2 Skolebesøg

Medlemmer af evalueringsgruppen har gennemført en række skolebesøg, der, med enkelte afvigelser i konkrete tilfælde, blev afviklet efter samme skabelon:

- Udsendelse af standardiserede elevspørgeskemaer til skolen forud for besøget.
- Returnering af udfyldte spørgeskemaer til de besøgende gruppemedlemmer forud for besøget.
- Gruppemedlemmerne forbereder besøget på baggrund af spørgeskemaerne.
- Observation af undervisning ved besøget.
- Samtale med elever i plenum og evt. i grupper.
- Samtale med læreren.
- Efter besøget udarbejdelse af en skriftlig rapport, som sendes til skolen.

Rapporterne følger herunder.

5.2.1 Besøg på Christianshavns Gymnasium 20.2.2002

Besøg af Erik Both og Kurt Jakobsen

Forsøgslærere: Uwe Timm og Henrik Bang

Undervisningsforsøg

Nyt mellemniveaufag *Science*.

Fakta om forsøget

Science er et *forsøgsfag*, som *kun findes på Christianshavns Gymnasium*. Det er et mellemniveaufag, der integrerer fysik, biologi, kemi, matematik og filosofi. Faget udbydes til alle elever, der har et naturvidenskabeligt valgfag på højt niveau. *Science* er organiseret omkring tre forskellige projekter med hver deres hovedoverskrift:

- De menneskeskabte og naturlige trusler mod menneskeheden. (Komplekset af globale problemer: klima, energi, ressourcer, miljøbelastninger, nye sygdomme...).

- De naturvidenskabelige landvindinger - nye teknologier og materialer. (Muligheder, risici og omkostninger).
- Grundliggende og erkendelsesmæssige problemer i de naturvidenskabelige fag. (Centrale paradigmer, aktuel status omkring grundliggende problemer).

Hvert tema tilrettelægges over ca. 9 uger. Først indledende oplæg, litteraturlæsning, projektvalg og problemafgrænsning. Dernæst en periode med konkrete undersøgelser tilrettelagt af projektgruppen - under vejledning. Heri kan eksempelvis indgå eksemplariske eksperimenter, interviews, besøg på virksomheder eller institutioner. Endelig en fase med rapportskrivning og mundtlig fremlæggelse.

Eksempler på anvendt fælleslitteratur: "Videnskab eller gud?" (DR), "Skruen uden ende".

Faget filosofi er blandt andet kommet i spil ved et specielt tilrettelagt kort forløb (ca. 6 timer) fælles med det ordinære filosofi-mellemniveau hold. Science har på Christianshavns Gymnasium kørt to gange; nemlig i skoleåret 2000/01 (24 elever) og 2001/02 (9 elever). Formodentlig oprettes faget ikke i skoleåret 2002/03 på grund af for få tilmeldinger (2 elever).

Lærernes mening om forsøget

Forsøget er vellykket.

Elevernes mening om forsøget

Alle elever peger på arbejdsformen i forsøgsfaget som værende meget positiv og på en måde at være det væsentligste. Få fremhæver/nævner overhovedet selve indholdet i faget.

Plusord: Selvstændigt arbejde i grupper, tilegnelse af kompetence i projektarbejde, naturvidenskabelige fag mere interessante på grund af selvvalgte problemstillinger. Alle elever mener, at faget og specielt undervisningsformen fortjener udbredelse ud over Christianshavn.

Iagttagelser

Vi mødte en lille klasse med et noget elitært skær. Meget modne, velformulerede og tænksomme elever af begge køn. Måske en tendens til at faget fysik (især i forhold til biologi) forsvinder lidt både ved selve projektvalget og som delelementer i projektet. "Fysik er svært". "Fysik har en høj indgangstærskel".

5.2.2 Besøg på Odense Katedralskole 25.5.2002.

Besøg af Erik Both og Kurt Jakobsen.

Forsøgslærere Ole Keller (fysik) og Karin Ann Madsen (filosofi)

Undervisningsforsøg

“Fagpakke” med fysik og filosofi.

Fakta om forsøget

Odense Katedralskole har siden 2000 haft et forsøg med et toårsforløb, hvor undervisningen i fysik og filosofi kører i et tæt parløb i l. og 2.g. Eleverne skulle positivt tilmelde sig forsøget ved start i l.g. Udgangspunktet fra fysiksidens har været at skabe en større interesse ved samtidig med fysikundervisningen at studere den historiske og erkendelsesmæssige udvikling. Formålet med forsøget har bl.a. været, at eleverne skal opnå en forståelse for naturvidenskabens betydning for udviklingen af den europæiske kultur, og at de bliver fortrolige med bl.a. naturvidenskabelig erkendelsesformer og videnskabsteoretiske begreber. Forsøget er udførligt beskrevet i en “Samling af materiale om forsøg med fysik/filosofi på Odense Katedralskole”, der kan rekvireres hos Ole Keller.

De to fag har vekslet med undervisningsperioder. Der har været en meget tæt faglig koordinering mellem fysik og filosofi. Undervisningsformerne har været ret traditionelle, dog med en anelse mere gruppearbejde og større projekter end vanligt. Forsøget følges af en klasse på 24 elever. Til toårsforløbet er i alt til de to fag bevilget 800 timer ekstra. Ved gentagelser vil der blive bevilget det halve timetal.

Lærernes mening om forsøget

Lærerne har været meget glade for at deltage i forsøget. At filosofi er blevet introduceret i l. g, har virket “tvangsmødende” på eleverne. Det har krævet mod både hos elever og lærer at starte filosofiundervisningen så tidligt. For fysik har den samtidige filosofiundervisning været et plus. Eleverne er blevet mere interesserede. De ser faget som andet og mere end formler.

Elevernes mening om forsøget

Eleverne virker alle meget tilfredse. Der var ikke lejlighed til at samle eleverne og foretage en spørgeskemaundersøgelse, men en rundtur til de grupper, der var i gang med at lægge sidste hånd på deres rapporter, viste en udtalt glæde over deltagelsen i forsøget.

Eleverne fortalte, at de fandt fagene yderst interessante. “Fysik har formået at have førertrøjen”. “Filosofi hjælper fysik; ikke den anden vej”. “Samarbejdet med filosofi tager det kedelige af fysik”. “Vi udvikler selv formlerne. De bliver sat ind i en kulturel/historisk sammenhæng.” “Vi hører om mændene bag; deres liv og tid”.

Iagttagelser

Eleverne virkede meget modne og velformulerende. Der var en yderst positiv stemning på holdet. Vi følte ikke, at det var en normal 2.g-klasse. Når eleverne fortalte om deres fysikundervisning, benyttede flere af dem termer fra deres filosofiundervisning. Selve fysikundervisningen er kun i meget begrænset omfang afvigende fra en klassisk undervisningsform. Lærerne var glade for forsøget og ønskede, at det skulle fortsætte. Et væsentligt problem var, at eleverne allerede ved start i l.g skulle træffe beslutning om valg af et fag på basis af en (virkelig velskrevet!) pjece, der nødvendigvis må indeholde en lang række for eleverne ukendte termer.

Konklusion. Forsøgets overførselsværdi

Et yderst interessant eksperiment, der af lærere, elever og os opfattes som vellykket. Fagets filosofindhold på et tidligt tidspunkt stiller meget store krav til eleverne, men kravene er blevet honorerede af dette hold. Vi tvivler dog på, at forsøget ville være samme succes, hvis hele klasser tvangsmæssigt skulle følge det. Faget bør oplagt tilbydes på skoler, hvor lærerinteressen er til stede. De elever, der vil følge et sådant fag, vil opnå et højere niveau i begge fag. Men faget vil næppe kunne blive en succes, hvis det følges af svagere elever. På trods af de meget positive, tilfredse, modne og velformulerende (især) piger var tilslutningen til højniveaufysik ikke øget. Det kan endvidere bemærkes, at den positive atmosfære på holdet ikke skyldtes inddragelsen af nye, spændende emner, men snarere skyldtes en kraftig opprioritering af at sætte formlerne ind i en erkendelsesmæssig/kulturel/historisk sammenhæng.

5.2.3 Besøg på Birkerød Gymnasium og HF 2.5.2002

Besøg af Erik Both og Kurt Jakobsen

Forsøgslærere: Niels Hartling og Bent Egaa Kristensen

Undervisningsforsøg

Projektforløb, der kombinerer fysik og historie.

Fakta om forsøget

Birkerød Gymnasium og HF har siden 2001 haft et tværfagligt forsøg med fysik og historie, som blandt andet har resulteret i fire fælles projekter (et projekt pr. halvår). I og op til projektperioderne (der har været mellem 3 og 6 uger) har undervisningen i fysik og historie kørt med en nøje koordinering. Undervisningsformen har i projektperioderne fortrinsvis været gruppearbejde i forbindelse med skrivning af en rapport.

For at få plads til de fælles projekter er der sket en fælles tilrettelæggelse i de to fag, og i fysik er der sket en reduktion af det obligatoriske pensum inden

for ellæren. Af hensyn til elevernes arbejdsbyrde er der også sket en mindre reduktion i antallet af sædvanlige fysikopgaver og rapporter. Et af de fire projekter træder i stedet for et af de sædvanlige eksperimentelle projekter i fysik. Af hensyn til de elever, der skal have fysik på højt niveau, bliver der for disse elever afsat en dag til "opgradering" i opgaveregning, ellære mm. I historie er den væsentligste ændring, at den obligatoriske historieopgave i 2.g indgår som et af de fire projekter.

Forsøget følges af en klasse på 27 elever. Til forsøget er bevilget 60 timer. Søgningen til fysik på højt niveau var på holdet ikke afvigende fra søgningen blandt skolens øvrige 2.g-klasser.

Udgangspunktet fra fysiksiden har været at skabe en større interesse ved samtidig med fysikundervisningen at studere den historiske og erkendelsesmæssige udvikling. Formålet med forsøget har bl.a. været, at eleverne skal opnå en forståelse for naturvidenskabens betydning for udviklingen af den europæiske kultur og at de bliver fortrolige med bl.a. naturvidenskabelig erkendelsesformer og videnskabsteoretiske begreber. De temaer, der har været genstand for projekterne har været: *Fysikken og den industrielle revolution. Fysikken i oldtiden. Den naturvidenskabelige revolution. Manhattanprojektet*. Nærmere oplysninger om kursusforløbet kan rekvireres hos Niels Hartling.

Lærernes mening om forsøget

For fysikken har den samtidige historieundervisning været et plus. Eleverne er blevet mere interesserede. De ser nu fysik som andet og mere end formler og historie som andet end krige. En sådan undervisningsform kræver, at de to lærere spiller godt sammen. Ikke alle vil vel med samme udbytte for eleverne kunne afvikle en sådan samkøret undervisning.

5.2.4 Besøg på Ingrid Jespersens Gymnasieskole 10.5.2002 Besøg af Hanne Schou og Tove Bangsgaard Forsøgslærer Kim Vedel Pedersen

Undervisnings- og eksamensforsøg

Forsøg med naturvidenskabelig linje med fokus på projektorganiseret undervisning, virksomhedsbesøg samt projekteksamen.

Fakta om forsøget

Skolen har en naturvidenskabelig linje, som eleverne melder sig til inden starten i 1.g. Eleverne binder sig til at følge det treårige matematikforløb til højt niveau, kemi på mindst mellemniveau, samt enten fysik eller kemi på højt niveau. (Eleverne kan hoppe fra efter 1.g).

Skolen har tildelt holdet én ekstra ugentlig lektion til fysik. Holdet på 13

elever har derfor 108 årsnormtimer i stedet for de bekendtgørelsesfastsatte 81. På det obligatoriske niveau i fysik har holdet arbejdet med fire længerevarende projektforsløb (dels projekter hvor læreren har foreslået en række projektemner, som eleverne så har valgt iblandt, dels projekter med mere frit emnevalg). Holdet har desuden været på 6 virksomhedsbesøg. Der planlægges en todelt eksamen, hvor der i den ene del eksamineres i projektforsløb (3 af de 4 projekter) og i den anden del i det resterende læsepensum (altså en traditionel del).

Projektforsløb

- Tværfagligt eksperimentelt projekt med kemi om tryk og gasser (frit emnevalg).
- Tværfagligt eksperimentelt projekt med matematik om mekanik og Newtons love.
- Projekt om historisk fysik (frit emnevalg).
- Eksperimentelt projekt om spektroskopi udført i HCØ's ungdomslaboratorium.

Virksomhedsbesøg

Amagerværket, Rigshospitalets trykkammer, MT Højgaard, Yxløn, NKT's Udstillingscenter, HCØ's ungdomslaboratorium.

Samtale med læreren

Læreren lægger stor vægt på at projektperioderne skal tages alvorligt af eleverne, og han har derfor ønsket en projekt-gruppeeksamen som en del af den mundtlige eksamen. Eleverne har selv dannet faste grupper, som de arbejder i i begge år. Gruppeeksamen er opgivet, da man ikke kan få lovning på at enten alle eller ingen elever skal op. Holdets pensumopgivelser er interessante i den forstand, at eleverne individuelt har fundet 50 sider, som de opgiver i forbindelse med projekterne samt selv fjernet andre 50 sider fra holdets opgivelser. Holdet har derfor ikke én opgivelse, men 13.

Med hensyn til virksomhedsbesøgene gav læreren udtryk for at de forskellige virksomheder alle havde været meget åbne og imødekommende.

Samtale med elever

Eleverne fandt fordelingen med 1/3 projektperiode og 2/3 klasseundervisning passende. 3 projektperioder fandtepassende i løbet af et år, gerne fordelt med ca. 2 måneders "almindelig" undervisning efterfulgt af et projekt, fx i efteråret, omkring jul og i foråret. I projektperioderne lærer man samarbejde, ansvarlighed og selvdisciplin. Desuden træner det evnen til at finde egnede projektmaterialer og øger ens fordybelse, og man får lejlighed til at arbejde med interessante ting samt sin egen indgang til stoffet. Engagementet er større, og stoffet hænger fast på en anden måde. Klasseundervisningen er god og nødvendig ind i mellem til at lære om baggrundsstof, teori og metoder. Eleverne finder også klasseundervisningen

mere strukturert med læreren som disiplinierende faktor.

Det er viktig at arbeide i lang tid med problemformulering (i de projekter, hvor den ikke er givet på forhånd). Elevene var glade for, at de selv hadde sammensatt grupperne, der typisk var på tre medlemmer, hvilket viste sig at være en passende gruppestørrelse. Man kender hinanden og kan arbeide bedre sammen.

Elevene var enige om, at læreren betyr - om ikke alt for interessen - så i hvert fall meget. Jo mere prokjektarbeide, des mindre betydning får lærerens personlighet, da man så mere bruker ham som vejleder (et redskab).

Vurdering

Vi mødte en flok meget velformulerte og engagerede elever, der var begeistrede for både forsøket, læreren og fysik. De fleste (10?) hadde valgt højt niveau og det fremgår af spørgekemaerne, at interessen for fysik er øget i løbet af de to år. Der er ingen tvivl om at undervisningsformen og lærerens engagement har betydning for den øgede interesse. Omvendt er det måske også noget nemmere at få det hele til at fungere med kun 13 elever, der på forhånd er interesserte i naturvidenskab og med en ekstra lektion om ugen.

5.2.5 Besøk på Sct. Knuds Gymnasium 6.3.2002

Besøk af Erik von Essen og Carl Angell

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

Undervisningsforsøg

Skolen driver forsøk i alle fire 1.g fysikklasser. De fire lærerne samarbeider (fagteam) om utviklingen av fysikkundervisningen.

Fakta om forsøket

Forsøket omfatter først og fremst:

- Skriftlig arbeid.
- Eksperimentelt arbeid og bruk av moderne teknologi.
- Virksomhetsbesøk.

I tillegg gjøres det overveielser knyttet til emnerekkefølgen.

Iagttagelser

Sct. Knud har nylig avsluttet et omfattende ombyggnings- og renovasjonsarbeide. Det innebærer gode arbeidsforhold for naturfagundervisningen. De tekniske fasiliteter er gode med videoprojektør, flexkamera, klassesett med CBL, PC'er etc. Elevene fant seg godt til rette med de nye tekniske hjelpemidler, noe som også er en helt nødvendig forutsetning for at forsøket skal kunne gjennomføres. Til gjengjeld så det også ut til å fungere helt utmerket. Lærerne la stor vekt på at forsøket gav dem mange impulser/ideer gjennom

det samarbeidet som var etablert. Det hadde utviklet seg et fagteam der de hadde gjensidig nytte og glede av hverandre. Lærene var meget bevisste på å utnytte de nye mulighetene de hadde etter ombygningen. Den tradisjonelle undervisningen var i betydelig grad erstattet av mer elevaktivitet i form av eksperimentelt arbeid, omlægning av skriftlig arbeid, virksomhetsbesøk, rapportskrivning i grupper og presentasjoner med fx "Power Point". Ansvar for og tilretteleggelsen av arbeidet er gitt til elevene i høyere grad end ved tradisjonell undervisning. Det gjør det nødvendig, at målene med undervisningsforløpene står helt klart for elevene.

Det er dessuten viktig med progresjon i undervisningen og i kravene til elevene, især i begynnelsen av 1.g. Det la de fire lærere stor vekt på

Gruppedannelsen er ikke uproblematisk, hva enten den foretaes av læreren eller helt eller delvis overlades til elevene.

Skolen har valgt å bruke CBL-systemet i ganske stor grad. Dette er et system som baserer seg på lommeregnerne, og elevene behersket det godt.

Konklusjon

Det var et interessant besøk, som til fulle illustrerte at en modernisering av fysikkfaget er avhengig av ny teknologi i klasserommet, og at det er tilstrekkelig plass til at elevene kan arbeide selvstendig.

5.2.6 Besøk på Esbjerg Statsskole 5.4.2002

Besøg af Erik von Essen og Carl Angell

Forsøgslærere Ole Gadsbølle Larsen og Leif Poulsen

Fakta om forsøget

Forsøket omfatter én 1.g klasse på matematisk linje. Lærerne har et utstrakt samarbeid og har organisert et tolærersystem for denne klassen. Forsøket omfatter en vesentlig vekt på eksperimentelt arbeid og en tilnærmet induktiv tilnærming til stoffet.

Klassen har hver uke en enkelttime med én lærer (Ole Gadsbølle) og en dobbelttime med to lærere og eksperimentelt arbeide. Ribe Amt har betalt for de ekstra lærerressurser, som klassen sannsynligvis bare får i 1.g. *Dette er ikke et forsøk i ministeriell forstand, idet det foregår under den gjeldende bekendtgørelse.*

Klassen (1.u) er tilfeldig valgt, det er altså ikke et forsøk elevene har kunnet melde seg på. Lærerne vurderer, at det er tale om en gjennomsnittsklasse.

Besøket

Skolen har forholdsvis gode lokaler som er godt utstyrt med fysikkutstyr og computere til arbeidsplassene. Lokalene har også video/PC prosjektør, slik at arbeidsforholdene må sies å være gode med vekt på moderne utstyr.

Forsøket

Skolens forsøk innebærer en betydelig vekt på eksperimentelt arbeid og til en viss grad en form for induktiv undervisningsmetode i den forstand at elevene i liten grad gjør eksperimenter etter en "kokebok". Det legges vekt på å minimalisere felles gjennomgang fra tavlen. Elevene får kun en kort presentasjon og blir deretter overlatt til seg selv for å finne ut hvilke målinger de bør gjøre. Elevene arbeider i grupper. Avleveringer foregår både individuelt og i grupper.

Vårt inntrykk var at elevene behersket undervisningsopplegget godt. Det gjaldt både selve fysikkutstyret og bruk av computere med tekstbehandling og regneark. Det var åpenbart at undervisningsformen medførte stor elevaktivitet, - og også engasjement. Det er viktig her at hele undervisningen er preget av den betydelige vekten på eksperimentelt arbeid. Det er altså ikke en isolert del som er gjenstand for forsøk, men det er et forsøk på å gi elevene en bedre forståelse for faget gjennom økt aktivitet og egne eksperimenter og arbeider.

Samtale med lærerne

De to lærerne la stor vekt på det forhold at de var to, at de utfylte hverandre og hadde stor nytte og glede av samarbeidet om klassen. Fysikkrommene er som sagt godt utstyrt, og det er en åpenbar forutsetning for at dette lykkes så godt som det gjør. Lærerne la videre vekt på at det er en helhetlig ide bak forsøket. Elevene blir systematisk oppøvd til å beherske undervisningsformen. Bl. a. ble det påpekt hvor viktig det er å begrense gjennomgangen fra tavlen. Tavlegjennomgang virker sløvende på elevene, og ofte gir det svært begrenset utbytte. Imidlertid fungerer en kort og begrenset felles gjennomgang bra så lenge elevene vet at det ikke skal vare hele timen gjennom. Lærerne la også stor vekt på at tolærersystemet var en forutsetning for at dette opplegget for dem fremstod som vellykket.

De fleste eksperimentene som elevene utfører, kan betegnes som forholdsvis åpne. Selv forsøkene vi overvar, som innebar en etterprøving av gasslover, hadde et innslag av åpenhet i problemstillingen, og det var ingen "kokebok". Imidlertid var eksperimentoppsettene denne gangen vel forberedt av lærerne.

Forsøgets overførselsverdi

Vi spurte om erfaringene kan overføres uten dobbeltlærerordningen. Svaret var at det ville være svært uten noen form for ressurser, men erfaringene med forsøket kan i et visst omfang overføres. Hvis faget fikk en ekstra time per uke kunne der bli tid til å arbeide induktivt og eksperimenterende og altså med et meget høyt aktivitetsnivå for elevene. Fx kunne halvdelen gjøre eksperimenter mens den andre halvdelen arbeider med internettsøkning, et teoretisk emne, oppgaver, rapportskrivning eller lignende.

Lærerne hadde ikke registrert noen betydelige forskjeller på gutter og jenter med hensyn til gjennomføringen av opplegget.

Samtale med elevene

Først og fremst uttrykte elevene seg svært positivt om fysikkundervisningen, og de satte pris på forsøket de var med på.

I løpet av samtalen pekte de på følgende:

- Eksperimenter skaper forståelse
- De slapp lange teoritimer der læreren prater
- Bruk av computere fungerer bra. De brukte det til rapportskrivning, og de var vel vandt med å bruke regneark til måleresultater og grafer.
- De hadde opplevd overgangen fra folkeskolen som bra: “nå var det ordentlig fysikk”.
- Det var fint å skifte grupper. Da blir en vandt til å samarbeide.

Det svære i fysikkfaget er for det meste knyttet til det som er lite konkret, - deler av elektrisitetlæren fx Noen elever fremhevet, at nettopp ved arbeide med de mer abstrakte og dermed vanskelige begreper er det viktig, at teori og eksperimenter understøtter hverandre til en samlet forståelse.

Vi spurte også elevene om hva som ikke fungerte så godt, men da fikk vi praktisk talt ingen svar!

Konklusjon

Et interessant besøk som på samme måte som vi opplevde på Sct. Knud, viser at en modernisering av fysikkfaget er avhengig av at elevene har tilstrekkelig utstyr og plass slik at de kan arbeide selvstendig. Det er også viktig å peke på at lærerne har en bevisst og reflektert begrunnelse og plan for deres tilretteleggelse av undervisningen. Som sagt oppfattet vi elevene som svært positive. Foreløpig valg av høynivå i fysikk viser at 12 elever i 1.u har ønsket høyt nivå i fysikk. Det er dobbelt så mange som i noen av de andre 1.g-klasse.

5.2.7 Besøg på Vestfyns Gymnasium 7.3.2002

Besøg af Carl Angell og Erik von Essen

Forsøgslærer Poul Viesmose

Undervisningsforsøg

Vestfyns Gymnasium gennemfører forsøg med projektor organiseret fysikundervisning i én 1.g-klasse.

Fakta om forsøget

Fysikundervisningen i 1.g er opdelt i fire store gruppeprojekter. Projekterne er lærerstyrede gruppeprojekter med kønsopdelte grupper. Undervisningen omfatter: Kortfattede læreroplæg om teori og eksperimenter; opgaveregning, eksperimentelt arbejde og rapportskrivning i grupper. Hvert projekt munder

ud i en større rapport, der bl.a. indeholder den relevante teori, opgaveløsninger og rapporter over de enkelte eksperimenter. Der afholdes en skriftlig test efter hvert projektforsløb.

1. projekt: "Fra is til kogende vand" (varmelære).
2. projekt: "Ellære" (bestemmelse af temperaturen af glødetråden i en pære).
3. projekt: "Ballon-design" (opdrift, gaslove).

Eleverne har en skolekom-adresse og adgang til et konferencesystem, men kun et fåtal benytter det. Læreren har udarbejdet et omfattende hæfte med eksperimentelle øvelser, opgaver o.lign.

Dobbelttimen blev indledt med lærergennemgang ved tavlen, mens eleverne tog notater. Derefter arbejdede eleverne i deres grupper med 1) opgaveregning, 2) en lille eksperimentel undersøgelse af opdrift med tilhørende rapportskrivning. Der var en høj grad af elevaktivitet og engagement i arbejdet.

Fysiklokalerne er af beskeden størrelse, men der er arbejdsborde med computere på gangarealet med fysiksamlingen. Det giver en god udnyttelse af pladsen og gør den udstrakte anvendelse af gruppearbejde mulig.

Lærer- og elevudsagn

- Projektarbejdet er tidskrævende.
- Der er en arbejdsmæssig spidsbelastning ved projektafslutningen.
- Den indledende lærergennemgang er nødvendig, men det er ved opgaveregningen at forståelsen kommer.

Elevudsagn

- Det er godt med det meget gruppearbejde. Det tager nok lidt længere tid på den måde, men det er vigtigt for forståelsen. I gruppen har man nogen at spørge, og man kan bruge sine egne ord. (Dvs. eleverne får lejlighed til at formulere deres egen forståelse - eller mangel på samme - af de faglige problemstillinger).
- Notater fra tavlegennemgangen er gode til at støtte forståelsen i starten, bl.a. ved den indledende opgaveregning. Senere i forløbet er lærebogen vigtig, både som opslagsværk og som støtte til rapportskrivning i korrekt fagsprog.

Lærerudsagn

- Gruppedannelsen kan være et problem. Det er godt med kønsopdelte grupper.
- Det vil være naturligt og hensigtsmæssigt med en gruppeeksamen, men ministeriets regler gør det desværre næsten umuligt. Sædvanligvis kommer kun en del af en klasse til eksamen, og man ved først ved undervisningens afslutning, hvem der skal til eksamen. Det er et påtrængende problem at få løst.

Projekter med stor elevaktivitet kræver god planlægning og organisering.

Læreren har lagt et betydeligt arbejde i organisering og strukturering af projekterne. Så vidt vi kunne bedømme, var eleverne positive over for den udstrakte brug af gruppearbejde, og de deltog med stort engagement.

5.2.8 Besøg på Støvring Gymnasium 23.5.2002

Besøg af Jens Ingwersen

Forsøgslærer Regnar Simonsen

Undervisnings- og eksamensforsøg

Støvring Gymnasium gennemfører et forsøg med projektarbejde i fysik. Desuden laves eksamensforsøg med 24 timers forberedelse, hvor der udarbejdes en præsentation med en besvarelse af eksamensspørgsmålet.

Fakta om forsøget

- Undervisningen veksler mellem klasseundervisning og projektarbejde. Der regnes med tre projektforsøg på hver ca. 30 timer i de to år, fysikundervisningen på obligatorisk niveau varer. Ca. halvdelen af undervisningen foregår derfor som projektarbejde. Grupperne fører elektroniske logbøger, så læreren og klassen kan følge med i hvad hver gruppe arbejder med.
- Til eksamen trækker eleverne individuelt et emne, som de får 24 timer til at forberede en (PowerPoint-) fremlæggelse af.
- Fælles for projekterne er, at grupperne selv vælger, hvad de vil arbejde med. Det kan ske ud fra en række oplæg (typisk på ca. 10 linjer, udarbejdet af læreren), men også være helt selvstændige valg.

Elevudsagn

- Undervisningsformen har bevirket, at de er blevet bedre til at arbejde selvstændigt.
- Det er af stor betydning for deres motivation, at de har en så engageret lærer, og at man selv kan bestemme, hvad man vil arbejde med.
- Ved den valgte undervisningsform bestemmer hver enkelt elev, hvor meget eller hvor lidt vedkommende vil lære.
- Der har været grupper med lav arbejdsmoral.
- Arbejdsbyrden er i gennemsnit ikke større end hos hold med traditionel undervisning, men kravene til selvdisciplin er større.

Kun to elever har valgt fysik på højniveau. Som årsag blev angivet, at man ikke brød sig om fysiks megen brug af formler og matematik.

Adspurgt hvad der var det bedste ved forsøget svarede klassen, at det var eksamensformen, som var blevet afprøvet ved en årsprøve.

Konklusion

Eleverne var velvilligt indstillet over for forsøgsundervisningen, og det var tydeligt, at de havde vænnet sig til at arbejde selvmotiverende og selvstyrende. Det er uklart, om elevernes velvilje kan henføres til projektarbejdsformen, eller om den primært skyldes deres respekt for lærerens engagement.

Interessen for fysik er ikke blevet styrket så meget, at særlig mange vil/tør vælge det på højniveau.

5.2.9 Besøg på Vejen Gymnasium og HF 11.3.2002

Besøg af Jens Ingwersen

Forsøgslærere: Karsten Refsgaard, Ole Graversen

Undervisningsforsøg

Forsøg med tværfagligt projektarbejde i fysik og matematik.

Fakta om forsøget

- Matematik- og fysiklektionerne ligger i forlængelse af hinanden (to matematik- og to fysiklektioner). Skolen har tildelt lærerne ekstra timer, så det er muligt at arbejde med to lærere på samme tid. Derfor kan der i fire lektioner i træk arbejdes med projekter.
- Et af projekterne handlede om hastighedsmålning. Klassen fremlagde projektresultaterne for en 8.klasse fra en naboskole.
- Undervisningen veksler mellem klasseundervisning og projektarbejde. Der regnes med fire projekter pr. år.

Ved første projekt arbejdede alle hold med samme opgave, og holdene fik et detaljeret oplæg. Ved de øvrige projekter fik hvert hold sin egen specifikke opgave, og oplæggene var mindre detaljerede.

Iagttagelser

- Eleverne var vant til at fremlægge resultater for hinanden.
- De fremlæggende elever havde forberedt sig omhyggeligt.
- Klassen lyttede opmærksomt, uden indbyrdes snak. Der blev stillet relevante spørgsmål til fremlæggerne.
- Eleverne var vant til at håndtere og programmere grafkommeregnere, til at tegne grafer og til at vurdere usikkerheder (relative og absolutte).

- Fremlæggelserne foregik i en god atmosfære, med en velvillig elevindstilling til projekterne.

Elevudsagn

- Det er godt med projektarbejde i den form, 1x har oplevet det, fordi
 - det er nemmere at forstå teorien, når man kan se den anvendt
 - på grund af tværfagligheden bliver begge fag lettere at forstå
 - det er en dejlig afveksling fra den normale klasseundervisning.
- Undervisningen bør veksle mellem klasseundervisning og projektarbejde.
- Der har ikke været samarbejdsproblemer i grupperne. "Vores klasse er god til at arbejde sammen" (elevcitater).
- Man får passende udbytte af projektarbejdet i forhold til den tilmålte tid.
- Det er vigtigt, at projektet afsluttes på en eller anden formel måde (aflevering af rapport eller andet; fremlæggelse for klassen). Hvis grupperne arbejder med noget forskelligt, er fremlæggelse vigtig, for at hver gruppe ved, hvad de andre grupper har lavet.
- Eleverne er blevet bedre til fremlæggelser, fordi de har fået rutine.
- Man lærer meget af at forklare andre noget. Derfor var samarbejdet med 8. kl. positivt. Man forstår tingene selv meget bedre, når man er nødt til at forklare det for andre, der ikke har samme forudsætninger.

Vurdering

Spørgeskemaerne viser, at 7 elever har fået øget interesse for fysik, mens den er blevet mindre hos 5. 12 elever har efter egen opfattelse fået forringet standpunkt i fysik, mens kun to har fået det forbedret. Noget tyder på, at det er muligt at stimulere interessen for et fag, selv om faget af eleverne opfattes som sværere.

Den eneste forskel mellem undervisningen i 1x og normal undervisning i fysik og matematik består i de tværfaglige projektorløb. Om den øgede elevinteresse skyldes projektarbejdet eller tværfagligheden, er det ikke muligt at afgøre endeligt. Elevudsagnene tyder på, at begge elementer har haft betydning.

Afslutning

Forsøget fortsætter ikke i skoleåret 2002/2003, fordi elevernes valg af matematikniveauer gør det umuligt at gennemføre tværfagligt samarbejde.

5.2.10 Besøg på Tønder Gymnasium og HF 3.5.2002

Besøg af Jens Ingwersen

Forsøgslærer Morten Brydensholt

Undervisnings- og eksamensforsøg

Tønder Gymnasium og HF gennemfører et forsøg med anvendelse af webbaseret materiale samt af JITT-konceptet i undervisningen. Dele af pensum findes derfor ikke i en lærebog, men som webbaseret materiale. Eleverne ejer hver en selvfinansieret bærbar computer, som trådløst er forbundet med skolens intranet. Til eksamen opgiver eleverne også computeranimationer og interaktive opgaver, som de gennemgår ved eksamen.

Iagttagelser

Lærer og elever havde alle hver deres bærbare computer, trådløst forbundet med skolens intranet. Der blev gjort flittigt brug af en videokanon. Eleverne hentede fra websider animationer og andet materiale, som de bearbejdede på forskellig vis.

Der var i hele forløbet et stort elevengagement og en god stemning. Eleverne sad med hver deres bærbare computer. Såvidt jeg kunne iagttage, var der ingen elever, som surfede på nettet, spillede, skrev eller læste mails. Når videokanonens skærbillede skiftede, skiftede eleverne uopfordret deres eget skærbillede.

Elevudsagn

- Forsøgsundervisningen er vellykket og bør afprøves på andre skoler.
- Forsøgsaktiviteten har ikke medført større arbejdsbyrde end ved normal undervisning, snarere tværtimod.
- En del elever savner tavlegennemgang, som man kan tage notater efter.
- Animationer er at foretrække frem for tekst og illustrationer i en bog. Animationerne tillader nemlig, at man kan se en udvikling eller et forløb, mens bogillustrationer er statiske.

Samtale med læreren

Ved årsprøve i fysik viste det sig, at eleverne i prøvesituationen ikke brød sig om animationer. Desuden havde eleverne i læseferien haft problemer med at finde de animationer, som blev opgivet til årsprøven. Til en evt. eksamen vil det blive nødvendigt at rense animationerne for forklarende tekst, for at eleverne ikke bare står og læser forklaringerne op fra skærmen.

Vurdering

- Stort elevengagement.
- Udtalt variation af undervisningen, med skiftende arbejdsformer og brug af højteknologi.
- Brug af videokanon med animationer i stedet for OHP gør det muligt at illustrere fænomener dynamisk.
- Skiftevis brug af tavle, videokanon og elevernes egne skærmbilleder på deres notebooks.

Spørgeskemaerne viser, at interessen for fysik i 2x i gennemsnit er vokset. 6 ud af 25 elever har besluttet sig for en naturvidenskabelig uddannelse, mens 4 siger, at de sandsynligvis vil vælge en. Forsøget må betragtes som en succes.

Forsøgets overførselsværdi

Forsøget kan pt ikke umiddelbart gennemføres på ret mange andre skoler, idet der kræves:

- Hver elev en bærbar computer.
- Læreren en bærbar computer.
- Alle computere tilkoblet et trådløst net.
- Læreren skal have grundigt kendskab til JITT-konceptet.
- Adgang til passende animationer og tutorials mm.
- En internetforbindelse med stor båndbredde.
- Indretning af fysiklokalet, så alle elever kan have deres computer tilsluttet en stikkontakt på samme tid.

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. Herfra kan bl.a. både nærværende hæfte og de øvrige i serien udskrives.

Nr.	Udgivet	Titel
1	Januar 2000	De skriftlige prøver i gymnasiet
2	August 2000	Fleksible arbejdsrammer og udvikling
3	August 2000	Eksamensforsøg i det almene gymnasium og hf
4	August 2000	Udvikling af fysikundervisningen i det almene gymnasium
5a-5b	September 2000	Samspil mellem fagene, hæfte I-II
6	September 2000	Forsøg og udviklingsarbejde i de gymnasiale uddannelser 2001/2002
7	Februar 2001	Temaer i hf-forsøgene
8	April 2001	Fleksible arbejdsrammer og praksis
9	April 2001	Sprogene i samspil
10	Maj 2001	Engelsk og samfundsfag i tværfagligt samarbejde
11	Juni 2001	IT i dansk
12	Juni 2001	Samarbejde mellem erhvervsgymnasiale uddannelser og erhvervsvirksomheder
13	August 2001	Projektarbejde
14	September 2001	Udviklingsarbejde og forsøg i de gymnasiale uddannelser 2002/2003
15	November 2001	Kernefaglighed i engelsk
16a-16b	November 2001	Hellere stå på tå end være på hælene. Rapport om kernefaglighed i dansk
17	November 2001	Eleverne og de erhvervsgymnasiale uddannelser
18	Marts 2002	Eksamensforsøg 2001 i det almene gymnasium og hf
19	Maj 2002	Psykologi, kernefaglighed og kompetencer
20	August 2002	Udviklingsarbejde og forsøg i de gymnasiale uddannelser 2002/2003
21	Oktober 2002	Evaluering af forsøg med fagpakker i matematik-fysik og matematik-kemi 1997-2001
22	November 2002	Forsøg med fysikundervisningen 2000-2002