

Forstå, Fange og Fastholde

Gymnasieelever, undervisning og interesse for naturfag



Lars Ulriksen
Sofie Birch Jensen
Lene Møller Madsen
Henriette Tolstrup Holmegaard
Institut for Naturfagernes Didaktik



ERHVERVSSKOLERNES FORLAG

**Forstå, Fange og Fastholde
Rapportsammenfatning**

1. udgave, 1. oplag 2013

© Erhvervsskolernes Forlag 2013

Dtp: Erhvervsskolernes Forlag
Tryk: Clausen Grafisk
ISBN: 978-87-7082-443-9
Bestillingsnummer: 131035-1
Bogen er sat med ITC Legacy
Bogen er trykt på 115 g Silk

Fotos: Colourbox

Alle rettigheder ifølge gældende lov om ophavsret forbeholdes. Kopiering fra denne bog må kun finde sted på institutioner, der har en aftale om kopiering med Copydan Tekst & Node, og kun inden for aftalens rammer: højst 20 sider af en bog til samme hold/klasse pr. elev pr. undervisningsår.

Kopier skal tilføjes kildangivelse:

Forfatter, titel og forlag.

Se mere på www.copydan.dk

Erhvervsskolernes Forlag
Munkehatten 28
5220 Odense SØ
info@ef.dk
www.ef.dk
Tlf. +45 63 15 17 00
Fax +45 63 15 17 28

Forord

Undervisning og uddannelse kan både skabe og fjerne unges motivation for bestemte fag eller for at uddanne sig overhovedet.

Denne rapport præsenterer hovedresultaterne fra et projekt, som har forsøgt at sætte fokus på, hvad gymnasieelever synes er interessant ved de naturvidenskabelige fag, og hvordan man kan tilrettelægge undervisning på en måde, som vækker elevernes interesse.

Projektet omfatter en undersøgelsesfase, hvor elever og lærere på tre skoler er blevet interviewet og observeret, og hvor lærere i dialog med forskere har designet undervisningsforløb, som kunne understøtte elevernes interesser. Rapporten præsenterer de væsentligste punkter fra undersøgelsen og nogle af de pædagogiske greb, man kan bruge for at tage højde for de erfaringer, lærere og elever gav udtryk for.

Undersøgelsen er gennemført af Henriette Tolstrup Holmegaard, Lene Møller Madsen, Sofie Birch Jensen og Lars Ulriksen. Endvidere har Olga Trolle og Dorte Christiansen Elmeskov deltaget i undersøgelsesfasen, først og fremmest med spørgeskemaundersøgelserne. Alle er tilknyttet Institut for Naturfagenes Didaktik ved Københavns Universitet. Projektet er gennemført i samarbejde med Forum 100% og er finansieret af de involverede skoler samt af en bevilling fra Undervisningsministeriet. Projektet blev gennemført i perioden maj 2012 til juni 2013. Rapporten blev afsluttet 1. oktober 2013 og præsenteret ved en konference den 7. november 2013.

Hvorfor bekymre sig om unges interesse for teknik og naturvidenskab?

3

Unge interesse for teknik og naturvidenskab, eller mangel på samme, har længe optaget politikere, uddannelsesplanlæggere, undervisere og forskere. Hvorfor skal man så blive ved med at bekymre sig? Det er der især to fremtrædende grunde til. Den ene handler om rekruttering, og den anden handler om demokrati.

Den første grund hænger sammen med, at de unge ikke har søgt tekniske og naturvidenskabelige uddannelser i det antal, politikere og uddannelsesplanlæggere kunne ønske sig. Både i Danmark og i andre vestlige lande har der gennem længere tid været en vurdering af, at der fremover vil mangle teknisk og naturvidenskabeligt uddannede unge i forhold til det forventede behov på arbejdsmarkedet [1, 2]. Eftersom interesse er en vigtig parameter i unges valg af uddannelse [3], er det relevant at undersøge, hvad der sker med de unges interesser i løbet af gymnasiet.

Den anden grund hænger sammen med, at visse samfundsmæssige beslutninger bliver truffet på et grundlag, som trækker på teknisk og naturvidenskabelig viden. En indsigt i, hvordan den type viden skabes og kan forstås, vil derfor kunne give den enkelte borger bedre forudsætninger for at deltage i demokratiske beslutninger.

Hvis gymnasieelever mister interessen for og lysten til at lære teknik og naturvidenskab, er det altså et problem for både arbejdsmarkedet og demokratiet. Derfor er det foruroligende, at en række undersøgelser viser, at der stadig er et problem i forholdet mellem unge og naturvidenskab. Helt grundlæggende er der noget, der tyder på, at der er et sammenstød mellem de værdier, som er dominerende inden for naturvidenskaben, og de værdier, som har betydning for de unge. Det gælder ikke mindst, at mange unge lægger vægt på at kunne relatere undervisningens indhold til sig selv og egne erfaringer og på at kunne diskutere og påvirke indholdet [4]. Det støder sammen med undervisningsformen og indholdet i flere af naturfagene [5-7].

Fleere danske og internationale undersøgelser har også peget på, at undervisningen i sig selv kan svække elevernes interesse [8, 9]. Internationale undersøgelser viser, at mange elever oplever naturfagsundervisning som isoleret fra andre sammenhænge, uengagerende, og oplever at det oftest er læreren, som fortæller og formidler [10]. Det gør det vanskeligt for eleverne at relatere til indholdet. Forskning peger ligeledes på, at læreren og undervisningen spiller en vigtig rolle, når de unge skal vælge en videregående uddannelse [8].

Hvis unges interesse for naturvidenskab skal øges, er der derfor grund til at kigge på undervisningen. Derfor besluttede Institut for Naturfagernes Didaktik ved Københavns Universitet og Forum100% sammen at igangsætte et forsknings- og udviklingsprojekt, der skulle understøtte undervisning, som skaber interesse hos de unge. Undervisningsministeriet besluttede at støtte projektet økonomisk.



Hvad gjorde vi?

Projektets formål var at kombinere forskning og udvikling. To forskellige gymnasiefag blev valgt som afsæt for projektet:

- Fysik, som er et etableret fag med traditioner for, hvordan der skal undervises.
- Bioteknologi, som er et nyt fag, der kombinerer to andre fag (biologi og kemi), og som stadig er ved etablere sig.

Tre skoler (to htx, en stx) lagde i alt ni lærere, syv klasser og ressourcer i projektet. Projektet blev tilrettelagt i tre faser: en undersøgelsesfase og to designfaser.

Undersøgelsesfasen

Undersøgelsesfasen dannede grundlag for tilrettelæggelsen af undervisningsforløb, som ville kunne skabe interesse hos eleverne. Fasen afdækkede elevernes og lærernes interesser og oplevelser og bestod af følgende elementer:

- Observation af undervisning hos hver af de ni lærere.
- Gruppeinterview med tre elever fra hver af de syv klasser efter den observerede undervisning.
- Individuelle interview med hver af de ni lærere.
- Webbaseret spørgeskemaundersøgelse blandt eleverne i de syv klasser.
- Videoptagelser af undervisning hos hver af de ni lærere gennemført af lærerne selv.
- Møder på hver skole mellem de tre lærere og en forsker med udgangspunkt i optagelserne.

Undersøgelsesfasen blev afsluttet med et seminar, hvor tværgående erfaringer blev præsenteret og diskuteret, og hvor lærerne og forskerne i fællesskab formulerede fokusområder for de følgende designfaser.

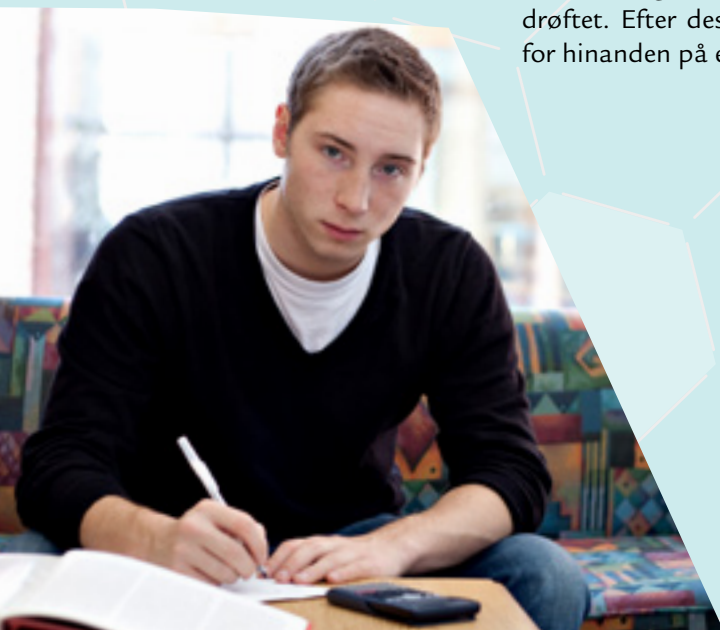
Designfase 1 og 2

I designfaserne planlagde og gennemførte lærerne undervisning, som kunne være svar på nogle af de udfordringer, der var kommet frem i undersøgelsesfasen. Fokus i designfasen blev:

- Bedre forbindelse mellem biologi og kemi, så begge fag tilgodeses.
- Mere og bedre dialog i undervisningen.
- Brug af opdagende eller undersøgelsesbaseret undervisning.
- Differentieret undervisning, blandt andet gennem mere gruppe- og laboratoriearbejde og brug af vodcast.
- Inddragelse af elevervureringer.

Fokuspunkterne afspejler, at nogle udfordringer var knyttet til det faglige indhold, mens andre i højere grad havde med elevgruppen at gøre.

Efter designfase 1 sammenfattede lærerne deres erfaringer i et notat. På grundlag af dette blev der skolevis holdt et møde mellem forskerne og lærerne, hvor mulige justeringer til designfase 2 blev drøftet. Efter designfase 2 præsenterede lærerne deres erfaringer for hinanden på et fælles seminar.



Landsdækkende spørgeskemaundersøgelse

I slutningen af skoleåret 2012/13 gennemførtes en landsdækkende spørgeskemaundersøgelse blandt fysiklærere og bioteklærere ved stx og htx. Tidspunktet gav mulighed for at inddrage erfaringerne fra undersøgelses- og designfasen i udformningen af spørgeskemaet. Undersøgelsen blandt fysik- og bioteknologilærere blev besvaret af 310 lærere (260 stx-lærere og 50 htx-lærere). Svarprocenten var på 45. Spørgeskemaet til bioteklærere blev gennemført som en del af en landsdækkende evaluering af biotekfaget, hvor nogle af spørgsmålene var indføjjet med henblik på vores projekt. Her svarede 236 lærere (191 stx, 45 htx), en samlet svarprocent på 79.

Spørgsmålene i skemaerne omhandlede:

- Lærernes undervisning og hvilke arbejdsformer der indgår.
- Lærernes vurdering af elevernes motivation for at vælge faget.
- Hvad lærerne tror vil kunne øge elevernes interesse for faget.
- Elevernes læring.

Skemaet kan ses på <http://www.ind.ku.dk/interesse>

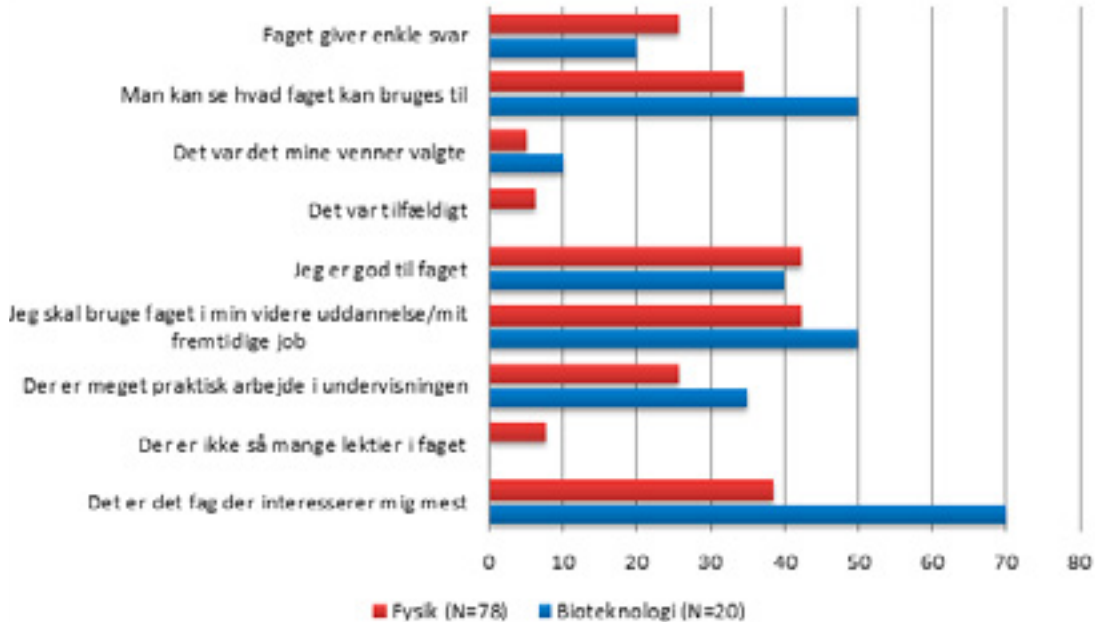
Analysen

Vi har gennemført en tematisk analyse af interviewene og observationerne [11], mens de kvantitative data er analyseret som simple frekvensanalyser. I de følgende afsnit præsenterer vi hovedpunkterne fra undersøgelses- og designfaserne.

Første del af analysen omhandler elevernes motivation og interesser i fysik og bioteknologi, og hvordan de oplever den undervisning, de møder, mens anden del af analysen omhandler lærernes oplevelse af, hvad der skaber interesse for fagene. Afslutningsvis gives bud på udfordringerne i fremtidens interesseskabende naturfagsundervisning.

Resultater

Hvilke interesser har eleverne?



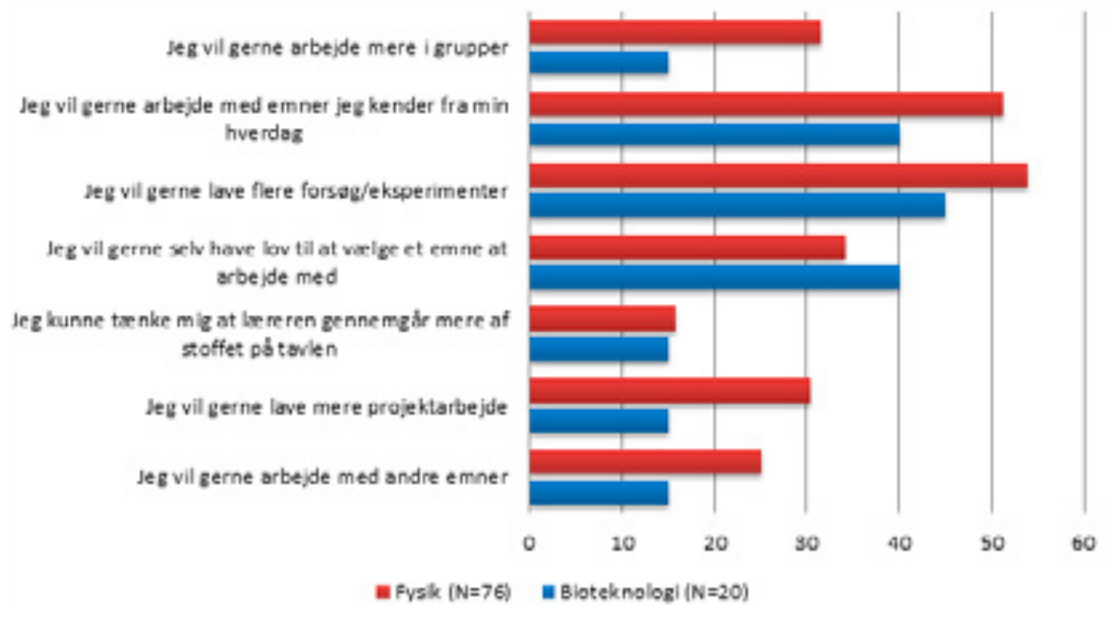
Figur 1: Hvorfor har du valgt fysik/bioteknologi som en del af din studieretning?
(Andel helt enig eller enig for hvert udsagn)

Hvad fremhæver eleverne som interesseskabende naturfagsundervisning?

Når vi kigger på elevernes interesser for naturvidenskab og deres begrundelser for valg af studieretning, er der en del af eleverne, der har valgt bioteknologi eller fysik, fordi de er gode til fagene, men også fordi de regner med at skulle bruge dem i uddannelse eller job senere hen. Der er flere bioteknologi- end fysikelever, der har valgt faget, fordi de kan se, hvad det kan bruges til, ligesom der er en højere andel, der angiver, at de har valgt studieretningen, fordi bioteknologi er det fag, der interesserer dem mest. De interviewede bioteknologielever fortæller også om at have valgt deres studieretning på grund af bioteknologien. Det, der særligt tiltrækker dem ved faget, er den del, der handler om at forstå, hvordan kroppen virker, for eksempel gener og DNA.

Fysikelevernes interesser stritter derimod i højere grad i forskellige retninger. Blandt eleverne er der ikke enighed om, hvilke emner der er interessante, anvendelige eller svære. Desuden er der en tendens til, at de interviewede fysikelever i højere grad har faget, fordi det fulgte med den studieretning, de valgte, og ikke fordi faget i sig selv har været styrende for deres valg. Ligeledes er der en gruppe fysikelever (8 %), som i spørgeskemaundersøgelsen svarer, at de ikke kan lide faget.

Bioteknologieleverne burde altså umiddelbart være lettere at motivere gennem faglige interesser, end fysikeleverne er. Men uanset hvor interesserede eleverne er i udgangspunktet, så er det også væsentligt at overveje, hvilke arbejdsformer og metoder eleverne oplever som motiverende – og hvorvidt de oplever, at disse arbejdsformer præger undervisningen.



Figur 2: Hvad skal der til for at gøre dig endnu mere interesseret i fysik/bioteknologi?
(Andel helt enig eller enig for hvert udsagn)

Laboratorieundervisning

Stort set alle de interviewede elever nævner, at de er meget glade for fagenes eksperimentelle dimension. De kan godt lide, at det er aktive fag, hvor de selv kan være med til at lave eksperimenter og forsøg. De oplever, at eksperimentelt arbejde er en del af undervisningen, men mange af dem vil gerne have, at det fyldte endnu mere. Det billede går igen i spørgeskemaundersøgelsen, hvor 52 % af alle eleverne er enige i, at flere forsøg eller eksperimenter kunne gøre dem mere interesserede i fagene, som det ses på Figur 2.

I interviewene angiver eleverne flere forskellige grunde til, at de er glade for at lave forsøg:

- Laboratoriearbejdet kan bruges til at knytte faget til den virkelige verden og illustrere, hvad det kan bruges til. Eleverne oplever denne relevans som vigtig for deres motivation for faget.
- Laboratorieundervisningen gør fagene afvekslende og varierede. Det beskrives som en kvalitet ved fagene, at man ikke altid laver det samme.
- En gruppe elever (overvejende htx-elever) nævner det værkstedsagtige ved laboratoriearbejdet som motiverende. De kan godt lide selv at få lov til at rode med tingene og at have noget mellem hænderne, og det er rart, at fagene her bliver konkrete og praktisk orienterede.
- Nogle elever udtrykker, at de først lærer teorien ved at få mulighed for at prøve den i praksis i laboratoriet. Andre mener ikke, at de lærer meget af selve forsøgene, men til gengæld at efterbejdningen med rapportskrivning bidrager væsentligt til deres forståelse.
- En gruppe elever oplever forsøgene som vigtige, fordi man her med egne øjne kan se, at teorien er sand – eksperimenterne skal bruges til at bevise teorien. En elev forklarer: *Det kunne jo lige så godt være en stor løgn, han stod og fortalte, fordi man ikke har fået det bevist* (stx, Roskilde).



Hvordan laver man åbne laboratorieøvelser?

12

Flere af lærerne i projektet har arbejdet med at engagere eleverne gennem åbne øvelser, der understøtter elevernes medbestemmelse. Som det ses af Figur 2, vil en del elever gerne have mulighed for at arbejde med et emne, de selv har valgt. At gøre laboratorieøvelserne åbne kan ske i forskelligt omfang:

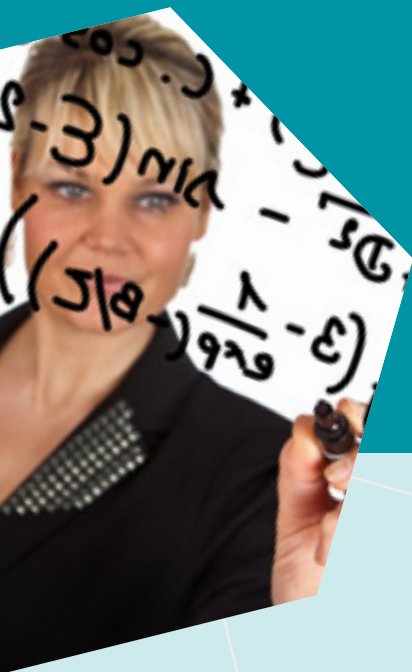
- Man kan indledningsvist lægge en valgfrihed ind i en øvelse (vælg mellem kartofler, lever eller gær i en øvelse om reaktionshastigheder).
- Man kan sætte bindinger ind i øvelsen (afprøv minimum to parametre med indflydelse på reaktionshastigheden).
- Man kan lade eleverne selv udarbejde øvelsesvejledningerne, inden de udfører forsøget.

Omfanget af åbenhed i laboratorieøvelserne vil give eleverne varierende medbestemmelse. Samlet vil åbenheden kunne bruges som et redskab til at styrke deres engagement og potentielle læringsudbytte af øvelsen. Åbenheden kræver til gengæld, at læreren sætter tydelige rammer for elevernes arbejde, så deres læringsudbytte bliver synligt for dem selv. Det kan for eksempel gøres ved, at eleverne får ansvar for forskellige elementer i øvelsen, som er centrale for det læringsmæssige indhold.

En af lærerne beskriver det således: *Det er jeg blevet bedre til. Nu, hvor man har fået mere overskud, så at lade eleverne selv lave øvelsesvejledningerne. Det synes jeg har fungeret godt, eleverne var helt vilde med det (lærer, bioteknologi).*

Anvendelser og den virkelige verden

Men det er ikke kun laboratorieundervisningen, der kan understøtte fagets relation til den virkelige verden.



Når eleverne skal nævne, hvad de godt kan lide ved fagene, så er fleste enige i, at det er, at fagene kan anvendes. Ligeledes kan det i Figur 2 ses, at det at arbejde med emner, der kendes fra hverdagen, er noget af det, flest elever angiver som noget, der kunne øge deres interesse for fagene. I interviewene fortæller eleverne, at det både gælder fagenes relation til verden generelt, men også konkrete forbindelser til deres dagligdag. Emner, der ellers opleves som abstrakte og teoretiske, kan gøres spændende og relevante ved, at der etableres en relation til elevernes hverdag.

Nogle elever oplever, at fagenes relevans for videregående uddannelser og jobs, har størst betydning for deres valg af studieretning (se Figur 1). En af eleverne foreslår i den forbindelse, at det kunne være spændende at komme på besøg på for eksempel forskellige universiteter for at se, hvordan fagene anvendes her. Andre beskriver, hvordan lærerens relatering af undervisningen til livet uden for klasseværelset har samme effekt.

Kun et svar

En gruppe af eleverne er glade for naturfagene, fordi de kun har et svar. Det gælder især fysikeleverne. Der er noget konkret viden, og det er let at gennemskue, hvornår man har løst en opgave. Det er rart, at der ikke er mulighed for fortolkning, diskussion eller uenighed, og at der er en struktur og logik i fagene. En elev udtrykker, at der i bioteknologi er rigtige og forkerte svar i modsætning til for eksempel samfundsfag, hvor svarene i stedet er gode eller dårlige. Det er rart, synes eleverne – en af dem forklarer hvorfor: *Vi er nok lidt kasse-mennesker alle sammen* (htx, Holbæk).



Det betyder samtidig, at det kan være frustrerende at støde på spørgsmål, hvor læreren ikke kan give et klart svar. En af eleverne siger, at de har lavet forsøg: *Hvor det var sådan: 'Det tror man, at det fungerer sådan her'. Det med 'tror', det er lidt svært at finde hoved og hale i* (stx, Roskilde). Læreren står over for en særlig udfordring i forhold til denne gruppe af elever, der værdsætter de klare metoder og forventninger i naturvidenskab. På den ene side består opgaven i at holde fast ved elevernes motivation for det skematiske og entydige i fagene, mens udfordringen på den anden side er at formidle en forståelse af, at naturvidenskaben udvikler sig og ikke altid giver entydige svar.

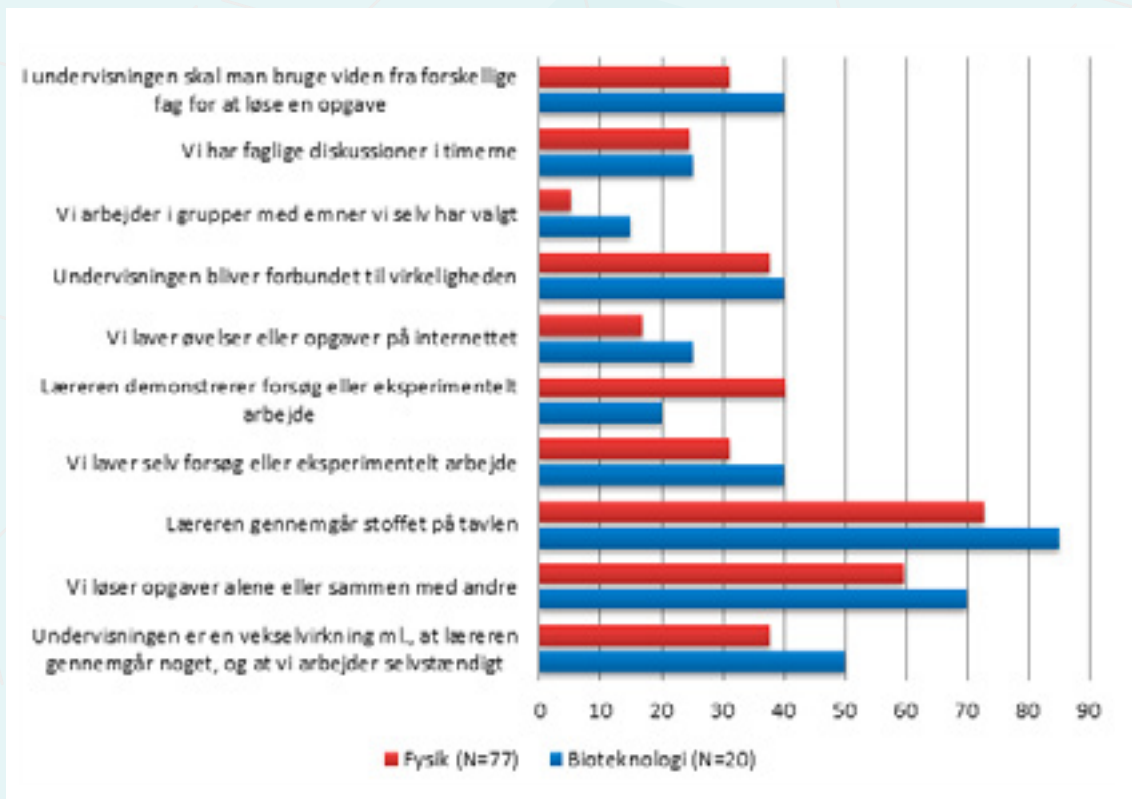
Variation og elevaktivitet

Eleverne giver udtryk for, at varieret undervisning, der indeholder sekvenser, hvor de selv skal være aktive, har en betydning for deres udbytte af faget. Hvis man skal høre læreren tale for længe, stiller det store krav til ens selvdisciplin – man kobler hurtigt ud og laver noget irrelevant på computeren i stedet. *Du kan heller ikke lære at spille fodbold ved at stå og kigge på nogen spille med en bold*, som en af eleverne siger (htx, Skive).

Generelt er eleverne enige om, at den gode undervisning veksler mellem forskellige arbejdsformer. Som eksempel på en særlig god fysiktime svarer en elev: *Timen i dag var rigtig god. Vi nåede bare virkelig mange forskellige ting. Vi nåede både det der teori, opgaver, se en film, få perspektiveret til det og fremlæggelse ved tavlen* (stx, Roskilde).

I Figur 3 har eleverne angivet, i hvor høj grad de synes, undervisningen er præget af forskellige arbejdsformer. Tavlegennemgang og opgaveregning fylder meget i elevernes oplevelse, mens færre elever er enige i, at eksperimentelt arbejde præger undervisningen.

Samtidig er 38 % af fysikeleverne og 50 % af bioteknologieleverne enige i, at undervisningen er præget af at være en vekselvirkning mellem, at lærerne gennemgår stof, og at de arbejder selvstændigt.



Figur 3: Hvilken undervisning oplever du præger bioteknologi/fysik?
(Andel helt enig eller enig for hvert udsagn)

De interviewede elever er grundlæggende tilfredse med den variation, de møder i undervisningen, og de nævner, at lærergennemgang af teori oftest afveksles med opgaveregning, tavlegennemgang af opgaver og nu og da forsøg i laboratoriet.

Når undervisningen er meget lærerstyret, som for eksempel ved tavlegennemgang af teori, vil eleverne gerne inddrages og have mulighed for at indgå i en dialog med læreren. Hvis læreren undervejs i gennemgangen stiller spørgsmål til klassen, hjælper det eleverne til at være aktive og følge med og ikke falde hen og gå på computeren.

Der er forskellige holdninger til, om elever, der gennemgår stof ved tavlen, betragtes som variation i undervisningen. Nogle elever oplever det som vanskeligt at relatere sig til andre elevers stofgennemgang, da det kan være svært at se, hvad der er rigtigt, og hvad der er forkert. Andre oplever, at der kan være en fordel ved, at andre elever gennemgår de spørgsmål, man selv tumler med.

I et interview fortæller en elev, at det er lettere at lære noget, når man ikke er ved tavlen, for der kan man ikke tænke. Men hvis man ikke er ved tavlen, så kommer man let til at tænke på noget andet.

Det kan dog være rart på anden vis at komme op og stå eller væk fra sin plads for at få lidt variation. Det er blandt andet det, eleverne godt kan lide ved laboratorieundervisningen, men mindre kan også gøre det. For eksempel fremhæver eleverne i en af fysikklasserne en undervisningsgang, hvor de skulle illustrere de forskellige tilstandsformer ved at lege molekyler, der bevægede sig ind og ud mellem hinanden.

Struktur

Generelt fremhæver eleverne, at de godt kan lide, at undervisningen er struktureret og følger en tydelig plan. Det opleves som trygt og gør det let at vide, hvilke krav der stilles. En gruppe af eleverne fremhæver, at for mange sidespring i undervisningen kan gøre dem i tvivl om, hvorvidt de når det, de skal nå. Flere af eleverne giver udtryk for, at de gerne vil have konkrete produkter med sig fra un-

dervisningen, som de kan bruge senere, for eksempel forsøgsrapporter eller noter efter at have gennemgået teori. En elev siger: *Jeg synes, det er godt at lave rapporter, for du lærer rigtig meget. Det kan du også huske og gemme, for du har skrevet det med egne ord* (stx, Roskilde).

Samtidig giver en gruppe af eleverne udtryk for, at de godt kan lide undervisning, der er deduktivt tilrettelagt. De vil gerne gennemgå noget teori først og efterfølgende regne opgaver eller lave øvelser, hvor de skal bruge teorien. Omvendt oplever de det som forvirrende, hvis de selv skal opdage sammenhængene.

En af eleverne siger, at laboratoriearbejdet er bedst, hvis *man ikke bare selv skal finde på teori ud fra forsøg. Det har det også nogle gange været. 'Er der nogen sammenhæng i det her?' Så sidder man og ser på 20 tal. Er der en sammenhæng? Hvilken sammenhæng bør jeg se?* (stx, Roskilde).

En anden elev siger ligeledes: *Med lys startede vi med at gå i laboratoriet, uvidende om teorien bag det. Jeg synes, det skal være omvendt, at man lærer teorien bag det og så går over i laboratoriet for at se det* (htx, Skive).

En mindre gruppe af eleverne oplever det dog som motiverende at skulle opdage sammenhænge selv og herefter få teorien koblet på: *Vi har prøvet en gang sidste år hvor vi bare fik at vide, at vi selv skulle opstille et emne. Vi skulle arbejde med karse, og så skulle vi vælge et eller andet, vi ville undersøge omkring karse, og så måtte vi egentlig selv opbygge forsøget ud fra det. (...) Det var meget anderledes. Det meste af det blev meget kaos, fordi det var første gang, så vi var ikke helt vant til, hvordan man skulle arbejde med det. Men det var også meget sjovt at prøve det* (htx, Holbæk).

Feedback

Et overordnet tema i elevinterviewene er betydningen af at få konkret, brugbar og konstruktiv feedback fra læreren. Særligt fremhæves feedback i forbindelse med skriftlige afleveringer som væsentligt, og eleverne oplever det som utilfredsstillende ikke at få tilstrækkelig feedback på det arbejde, de har afleveret. En af eleverne siger i den forbindelse, at *et 12-tal er fint, men nogle gange ville jeg hellere have 4 eller 7, og så kunne han skrive nogle forbedringer, jeg kunne gøre* (htx, Skive).

Eleverne oplever, at tilbagemeldingen på deres skriftlige arbejde udgør en mulighed for at blive bedre, og de oplever det som frustrerende, når denne mulighed ikke følges til dørs. Samtidig udtrykker eleverne et ønske om, at deres arbejde i højere grad evalueres formativt (fremadrettet), således at de kan bruge evalueringen i deres videre arbejde.

Nogle af eleverne fortæller, at deres mulighed for at få hjælp og feedback i den daglige undervisning er større, hvis de sidder på de forreste rækker i klassen. Her har man tættere kontakt med læreren. En af eleverne siger om at sidde forrest: *Jeg sad nede allerbagest sidste år, hvor det var lidt svært at få kontakt med læreren og få fat i læreren og især at få hjælp af læreren, når man sad og arbejdede med opgaver. Det er noget nemmere nu, hvor jeg sidder på første række* (htx, Skive).

Dette er et problem i forhold til, at nogle elever har svært ved at få adgang til løbende feedback på deres arbejde. Problemet understreges af, at eleverne beskriver, at de som regel sidder på de samme pladser i klassen. Et centralt opmærksomhedspunkt er således, hvordan man sikrer, at den løbende feedback ikke er styret af elevens placering i klasselokalet.

Hvad fremhæver eleverne som udfordrende ved naturfagsundervisning?

Bioteknologi

19

Mange af eleverne oplever, at faget bioteknologi består af en biologi- og en kemidel, der er forskellige, men relaterer sig til de samme emner. Eleverne oplever altså en opdeling af faget, men også, at de to dele supplerer hinanden: *Vi har om DNA i biologi. Så går hun (læreren, der underviser i kemidelen) ind og har det med organisk kemi, så det hænger sammen, så vi forstår kemien bag biologien (htx, Holbæk).* Kemidelen af faget bliver spændende, fordi den kan bruges til at forklare og begrunde biologidelen af faget, men er også ofte sværere og mere abstrakt: *Det er nok mest kemien, der egentlig er udfordrende, i hvert fald regneteknisk (htx, Holbæk).*

Nogle af eleverne oplever det som en fordel, at faget er tydeligt opdelt, fordi det gør strukturen i undervisningen tydelig, at man ved, hvilken lærer der underviser i hvilke emner. Samtidig siger et par af eleverne, at det kan være forvirrende, hvis to forskellige lærere skal undervise i det samme. Så kan man få forskellige forklaringer og blive i tvivl om, hvilken måde at gøre tingene på der er mest korrekt: *De har nogle forskellige måder at undervise det på, og nogen gange er det forvirrende, når den ene siger den ene ting, og den anden kommer ind og retter det. Så er det lidt sådan: Er det rigtigt, har jeg misforstået det, eller er det læreren, der forklarer det på den forkerte måde? (htx, Skive).*

Et generelt træk i bioteknologi er, at eleverne ikke af sig selv leder efter de koblinger, der gør faget til bioteknologi og ikke biologi og kemi.

Dette peger på, at det i udviklingen af et nyt fag er centralt, at det ikke overlades til eleverne selv at opdage disse sammenhænge. Samtidig ligger der en udfordring i at gøre det til en ressource og ikke en forhindring for elevernes læring og forståelse af faget, at der er to lærere og dermed også potentielt to måder at forklare tingene på.

I bioteknologi oplever eleverne, at man skal kunne huske en stor mængde fremmedord, der bruges i faget. Det er noget af det svære ved bioteknologi. For at forstå faget skal man lære at tale et nyt sprog og huske, hvad de forskellige ord betyder. En elev udtrykker det således: *Det er ikke selve viden, der er svær, det er mere, at der er så meget, man skal huske og lære, hele tiden noget nyt* (htx, Skive).

Nogle af eleverne oplever af denne grund, at man let bliver hægtet af i bioteknologi, fordi alt, man skal lære, bygger videre på tidligere viden. Er man kommet bagud i et fag som dansk, oplever eleverne, at man kan komme med igen, når man starter på en ny tekst. I bioteknologi bliver det hurtigt en ond spiral. Når man først er kommet bagud, kræver det en stor indsats at indhente det forsømte for ikke at komme længere bagud.



Fysik

I fysik oplever eleverne matematikken som det nye fagsprog, det kan være svært at tilegne sig. At matematikken bliver brugt så meget i fysiktimerne, gør abstraktionsniveauet højt. Eleverne oplever, at der er mange tegn, formler og ligninger, de skal holde styr på, og at manglende forståelse af en ligning kan blokere ens forståelse i resten af lektionen.

For eksempel siger en elev: *Når han først har skrevet en ligning op, hvor man tænker "Hvad er det, han mener?"... Han siger ofte, at det kommer vi tilbage til, og så viser han videre. Så kan man bare ikke følge med resten af timen, fordi man ikke forstår den ene ligning* (stx, Roskilde).

Generelt opleves det som vanskeligt for eleverne at skulle anvende metoder, de har lært i matematiktimerne, i andre fag. Omvendt kan det at skulle bruge matematikken i andre fag være motiverende for lysten til at lære matematik, fordi man får nogle eksempler på, at den kan være konkret anvendelig. For eksempel fortæller nogle af eleverne om, at de i en bioteknologitime skulle lære at regne med logaritmer, før de havde lært om dem i matematik. Det var svært, men gjorde til gengæld, at man var ekstra motiveret for at forstå logaritmen, da de så dukkede op i matematiktimerne, fordi man vidste, hvad de kunne bruges til.

Hvordan imødegås sproglige udfordringer i naturfagene?

22

Begrebskort over grundlæggende begreber i fysik [12]



Ideen bag anvendelse af et begrebskort er at gøre eleverne opmærksomme dels på deres egen viden inden for et emne, dels på, hvordan de forstår sammenhængen mellem begreber og termer inden for emnet. Begrebskort kan laves både individuelt og i grupper med forskelligt fokus. En af lærerne har i bioteknologi arbejdet med lade eleverne lave begrebskort både i starten af et undervisningsforløb, undervejs og afslutningsvist. Således blev deres læring tydelig og konkret - og ved sammenligning med andres begrebskort måske også sat i perspektiv.

Samtidig oplever eleverne, at det er meget nyt og anderledes, at fysikundervisningen baserer sig så meget på matematik. En af eleverne forklarer: *I folkeskolen har jeg aldrig brugt ligninger i fysik. Så kommer man herop, og her er det hele bare ligninger* (stx, Roskilde). For eleverne er det altså ikke kun ligningerne i sig selv, der er svære. Det er også en udfordring at vænne sig til, at matematikken fylder så meget i fysiktimerne.

En stor gruppe af eleverne oplever forskellen på folkeskolen og gymnasiet som stor. Fysikfaget er meget anderledes, end de kender det fra fysik og kemi i folkeskolen, og nogle af dem siger, at de først fandt ud af, hvad forskellen var på fysik og kemi, efter at de startede i 1.g. Eleverne oplever, at de ikke kan gøre så meget brug af den viden om fysik, de har fra folkeskolen – at have fået gode karakterer i fysik i folkeskolen betyder ikke nødvendigvis, at man har let ved fysik i gymnasiet. Som en af eleverne udtrykker det: *I folkeskolen syntes jeg, at det var jeg ret god til, men det var også på et meget andet niveau. Jeg føler bare, at det her er raketforskning i forhold til* (stx, Roskilde).

Nogle af eleverne efterspørger derfor også, at læreren i højere grad udtrykker forståelse for, at overgangen er vanskelig for dem og anerkender og gør brug af den viden, de har med fra folkeskolen. Dette understreges af, at 40 % af eleverne var enige i, at de har valgt en studieretning med bioteknologi eller fysik, fordi de er gode til faget (Figur 1). For disse elever, kan det være en udfordring, at det, de oplevede at være gode til i folkeskolen, ikke umiddelbart lader sig overføre til gymnasiet.

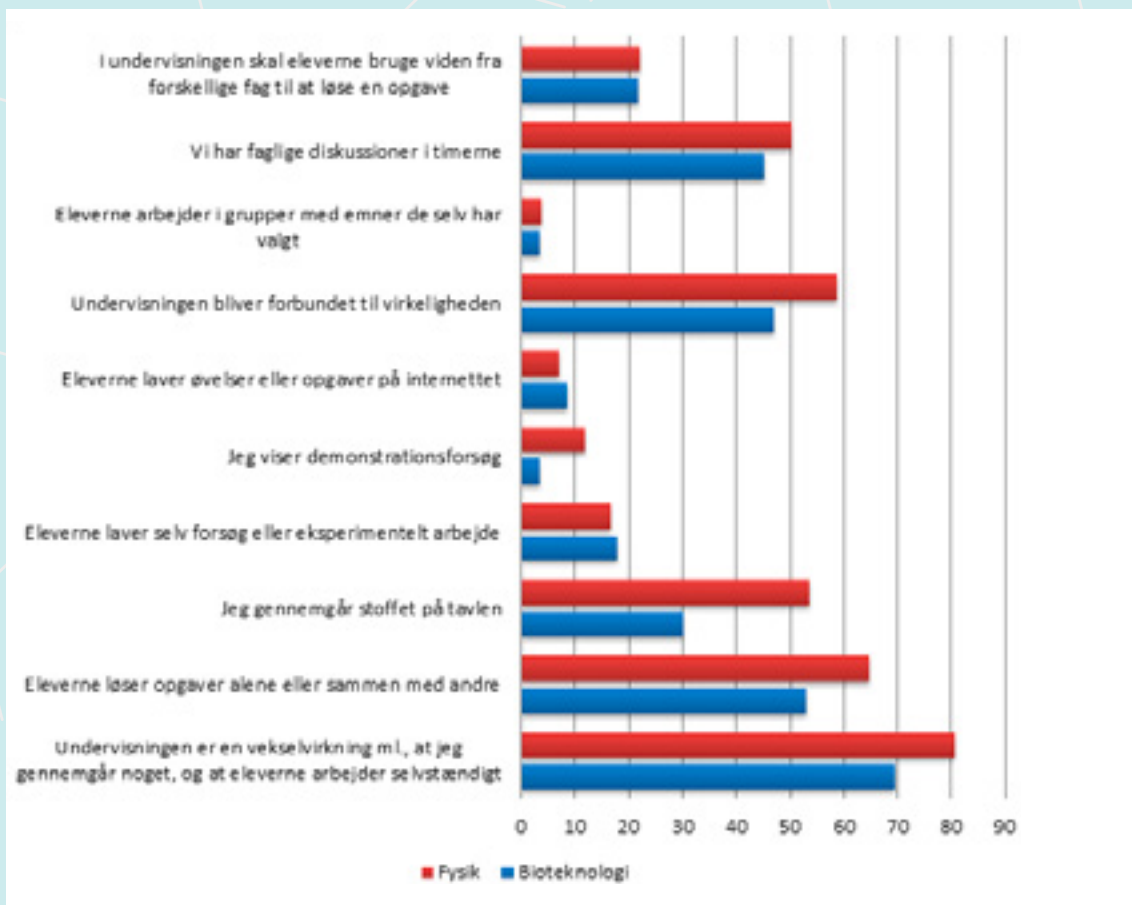
Elevers oplevelse af overgangen fra folkeskolen

24

- ” Den største udfordring synes jeg helt klart er alle de fagord og måder, man skal have lavet bindingerne sammen og sådan. Det med for eksempel når vi får at vide, at vi har så og så mange stoffer, og så skal vi have sat dem i en cyklus. Det synes jeg er utrolig svært (htx, Skive).
- ” Når det bliver meget teoretisk oppe på tavlen, bliver det svært at holde fokus på, hvad han fortæller os. Hvis man ikke har den baggrundsviden, som han går ud fra, at vi har, så er det svært. Jeg kommer også fra 9., og der er nogle af begreberne, jeg heller aldrig har hørt om før. Og det går han bare ud fra, at vi ved (stx, Roskilde).
- ” Jeg har altid elsket fysik og glædet mig rigtig meget til at skulle have det på et højt niveau. Så kommer jeg herop, og så bliver jeg bare slået i hovedet, føler jeg. Jeg kunne ikke følge med mere, og man var tabt efter første time nærmest (stx, Roskilde).



Den gode undervisning ifølge lærerne



Figur 4: Hvad kendetegner din undervisning i fysik/bioteknologi? (Andel, der har angivet 1 eller 2 på en skala fra 1 til 7, hvor 1 er næsten hver lektion, og 7 er aldrig).

Hvordan ser undervisningen ud i fysik og bioteknologi?

I Figur 4 har lærerne i både fysik og bioteknologi angivet, hvordan deres undervisning er sammensat. Som det fremgår, er undervisning, hvor læreren gennemgår noget stof, som eleverne selvstændigt arbejder med, mest udbredt. Dernæst angiver begge lærergrupper undervisning, hvor eleverne arbejder med indholdet selvstændigt eller i grupper. Over halvdelen af fysiklærerne angiver, at deres undervisning karakteriseres af at forbinde stoffet til virkeligheden, sætte skub i faglige diskussioner i timerne og gennemgå stoffet på tavlen. Lige under halvdelen af bioteknologilærerne angiver, at deres undervisning kan karakteriseres ved, at den forbindes til virkeligheden, og at den sætter gang i faglige diskussioner i klassen. Eksperimenter, demonstrationsforsøg og selvvalgte emner er ikke en del af hverdagen. Det er ikke fordi, lærerne ikke inkluderer disse elementer i deres undervisning. De er blot mere sjældne. Det er interessant, da det eksperimentelle arbejde blev fremhævet i elevinterviewene som en væsentlig platform for læring.

Det eksperimentelle arbejde

Overordnet set kan lærerne godt lide fagenes eksperimentelle dimension. Laboratoriarbejdet giver afveksling og variation i det daglige arbejde, og det er motiverende som lærer at se eleverne få aha-oplevelser når de laver forsøg. Desuden kan elever, der ellers ikke interesserer sig så meget for faget, motiveres af at få lov til at arbejde eksperimentelt. *Det er der, de blomstrer mest*, siger en af bioteknologilærerne.

Lærerne tror desuden, at eleverne godt kunne tænke sig at arbejde mere eksperimentelt: *De sukker jo også lidt efter at komme mere i laboratoriet, der vil de også forfærdelig gerne over og rode lidt med tingene*, siger en anden bioteknologilærer.

Meget af det eksperimentelle arbejde foregår i laboratoriet og er øvelser, som eleverne senere skal aflevere en rapport om. Til disse forsøg får eleverne ofte en forsøgsvejledning, der beskriver, hvad formålet med øvelsen er, hvordan den skal udføres, og hvad den efterfølgende rapport skal indeholde. Lærerne oplever, at det at skulle skrive en rapport efterfølgende kan betyde noget for elevernes motivation for at lave øvelsen, hvilket også blev fremhævet af eleverne selv i interviewene.

Nogle af lærerne har arbejdet med åbne laboratorieøvelser, der har givet eleverne mulighed for selv at tilrettelægge og designe deres forsøg. Dette stemmer overens med, at over en tredjedel af eleverne angav mulighed for medbestemmelse som interesserende (Figur 2). Men det kræver overskud fra lærerens side, fordi eleverne så laver mange forskellige ting samtidig og derfor har brug for mere forskelligartet feedback, end de ville have i en mere lukket øvelse. Generelt er det lærernes indtryk, at de elever, der har prøvet at lave mere åbne forsøg, har været glade for det: *Vi havde et energiprojekt, hvor vi havde købt solceller og små modelvindmøller. Det syntes de var fedt at lege med og eksperimentere. Det syntes de var spændende. (...) At de fik lov til at eksperimentere med det, de gerne ville* (lærer, fysik).

Lærernes udfordringer ved at undervise i laboratoriet

” *Jeg synes faktisk, at en af de største udfordringer ved at være ny lærer, og det synes jeg stadig, jeg er, det er de laboratorieøvelser. For hold da op, hvor tager det lang tid, når man selv skal stå dernede og køre det hele igennem og finde fejlkilder. Det synes jeg bare var helt vildt hårdt. Og så kan man altså godt blive lidt svedig, når man har 30 med nede i lab på en gang. Det er ikke muligt at dele klassen op. Har man en stor klasse, er det bare ærgerligt. Så må man enten ofre sine egne timer på det, eller også skal man have hele baduljen med ned (lærer, bioteknologi).*

” *Der er en hel masse nye teknikker. I dem skal man lige finde ud af, hvordan man laver opløsningerne, og hvordan man sætter det hele op. Der er meget af det der laboratoriearbejde, som ligger lidt langt ude i fortiden (lærer, bioteknologi).*

” *Alt med laboratoriearbejde er noget, der forventes, at det bare er en del af vores forberedelsestid. Men det kræver jo rigtig meget at gå op og se, hvordan de nye apparater virker, og have prøvet det af tilpas mange gange til, at man kan bruge det i undervisningen. Der ligger forfærdelig meget tid i det. Men det bliver ikke rigtig honoreret på nogen måde, det er faktisk ens egen fritid, man skal bruge på det. Det forventes bare, at det kan man, de ting (lærer, bioteknologi).*

Generelt oplever lærerne både i fysik og bioteknologi, at det kan være tidskrævende og besværligt at lave eksperimenter. Det kræver klargøring af apparatur og i det hele taget mere forberedelse end almindelig klasseundervisning. Samtidig er særligt bioteknologi et fag i udvikling, hvor der er nye eksperimentelle metoder, man som lærer skal bruge tid på at blive fortrolig med, før man kan bruge dem i undervisningen. Det kan være vanskeligt at finde tid til. Derudover kan det stille store krav til lærerens overblik at være i laboratoriet med klasser med mange elever.

Ekspireriter i klasselokalet

Nogle af lærerne vil gerne i højere grad integrere fagenes eksperimentelle dimension i den daglige undervisning, så forsøg ikke kun er noget, der foregår i særlige laboratorietimer. På den måde kan forsøg og eksperimenter også bruges til at skabe variation i den daglige undervisning, ligesom det kan inddrage mere af det, eleverne godt kan lide ved fagene. Demonstrationsforsøg kan være en måde at få det eksperimentelle arbejde inddraget i klasseundervisningen på uden for meget praktisk besvær, men omvendt er netop det selv at få lov til at rode med tingene og have noget mellem hænderne noget af det, der gør, at eleverne godt kan lide forsøg.

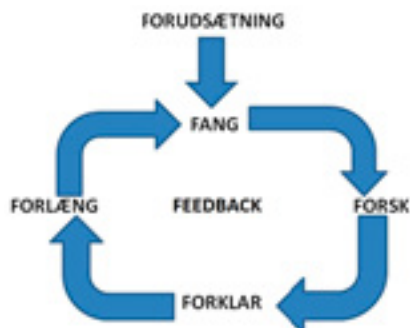
Nogle af lærerne har arbejdet med at inddrage forskellige computersimuleringer eller virtuelle eksperimenter for at kunne lave øvelser i klasselokalet uden at være afhængige af særligt udstyr. Flere af lærerne fortæller, at et legende eller spillende element i undervisning kan vække elevernes interesse. For eksempel har en af bioteknologilærerne haft gode erfaringer med at lade eleverne lave spørgsmål til en quiz, de efterfølgende har spillet. Konkurrenceelementet i quizen gjorde, at eleverne gik meget op i at lave gode og præcise spørgsmål. Ligeledes diskuterer lærerne fra en af skolerne muligheden for at tilrettelægge noget af undervisningen som rollespil, hvor man for eksempel lader eleverne forestille sig, at de er forskere, der skal lave undersøgelser og præsentere deres resultater.



Undersøgelserbaseret undervisning: At slippe eleverne fri og sætte rammer

Lærerne har oplevet, at det har været motiverende for eleverne at blive sluppet løs og på egen hånd få lov til at eksperimentere og prøve sig frem med forskellige øvelser eller projekter, de selv har været med til at vælge og definere. At slippe eleverne løs i undervisningen og lade dem eksperimentere giver en udfordring i forhold til at sikre, at alle elever havner, hvor man gerne vil have dem, og får lært det, de skal.

Det kræver nogle rammer. En fysiklærer beskriver en anden lærers åbne undervisning, hvor eleverne skal undersøge luftballoner, de selv har bygget: *Jeg har et billede i mit hoved af, at han er sådan en fårehyrde der skal drive sin flok fra A til B. Når nogle af fårene begynder at stikke af, går han ud og bjæffer lidt derude og siger, at de skal rette ind. Efterhånden får han gennet hele flokken samme sted hen.*



Flere af lærerne i projektet har arbejdet med undersøgelsesbaseret undervisning (også kaldet IBSE – inquiry-based science education) i form af 6F-modellen. Ideen med 6F er at skabe en ramme for elevernes interesse, spørgsmål og undren.

Illustration fra Evans og Madsen, 2012 [13]

Forudsætning: Læreren får gennem spørgsmål og opgaver indsigt i elevernes forudsætninger i relation til det forløb, der igangsættes. Både faglige og de interesse-mæssige forudsætninger indkredses og synliggøres.

Fang: Gennem overraskende, fascinerende og forunderlige filmklip, forsøg, datasæt osv. fanges elevernes interesse for emnet. Fang-fasen hænger tæt sammen med forudsætning, da læreren for at fange elevernes interesse må tage udgangspunkt i deres forudsætninger og synspunkter. Målet med fang-fasen er at gøre det relevant og motiverende for eleverne at opsøge ny viden.

Forsk: Eleverne udforsker, samler data og udvikler hypoteser, mens læreren hjælper, når eleverne har spørgsmål, brug for et skub eller yderligere udfordring. Hvor omfattende og avancerede metoder der anvendes, afhænger af elevernes forudsætninger. Det centrale er, at eleverne selv gør erfaringer og udvikler ideer. Man kan gøre emnet og undersøgelserne mere eller mindre åbne, både afhængigt af eleverne og af, hvor sikker læreren selv føler sig med formen.

Forklar: I denne fase kobles elevernes erfaringer fra forsk-fasen med fagets termer og forståelser. Eleverne deler deres observationer, hypoteser og konklusioner, men vigtigst er, at de afprøver deres argumenter og ræsonnementer med læreren og de øvrige elever. Læreren kan selv bringe nye hypoteser på banen og lade eleverne vurdere disse, for at processen kan føre til den viden, læreren ønsker.

Forlæng: Før viden kan anvendes, kræver det, at den kommer i spil og prøves af i forskellige sammenhænge. Eleverne bruger derfor i forlæng-fasen den viden, de har opnået, i nye sammenhænge. For eksempel kan de have arbejdet med cirkelbevægelser i fysik ved at undersøge en karusseltur og i forlæng-fasen skulle bruge denne viden til at undersøge hastigheder og accelerationer i en tørretumbler.

Feedback: Gennem hele forløbet får læreren feedback på, hvad elevernes faglige udfordringer består i, og kan løbende tilpasse, hvad de skal arbejde med. Eleverne får under hele forløbet formativ feedback på deres arbejde, både fra læreren og fra de andre elevers arbejde med forsøg, data og bearbejdning.

Anvendelse af undersøgelsesbaseret undervisning inddrager eleverne – også i fag, hvor der kun er et svar. Vejen til at afgøre, om svaret er rigtig eller forkert, indgår som et væsentligt element i undervisningen. Se fx Persson (2013), Achiam mfl. (2012) samt andre for inspiration til konkrete forløb [14, 15].

Dialog og elevinddragelse

Som det fremgik af Figur 2 og 4, er klassegennemgang af teori og opgaveregning i grupper typiske elementer, der går igen i lærernes undervisning i løbet af de forskellige forløb. De interviewede lærere oplever afvekslende og varieret undervisning som nødvendigt for at fastholde elevernes interesse. Det er nødvendigt i hver enkelt lektion at veksle mellem forskellige arbejdsformer, så man ikke for eksempel får for lange perioder med tavlegennemgang.

Mange af lærerne fremhæver undervisning, hvor de er i dialog med eleverne, som en metode til at sikre variation. Desuden er der en række gevinster ved dialog. Her har man som lærer mulighed for at få en forståelse af elevernes niveau og få indblik i elevernes interesser, spørgsmål og undren. For eksempel siger en af lærerne, at han foretrækker, *når de begynder at spille med og stille spørgsmål. Bare at gå ind og holde en times foredrag, det kan jeg da godt, men det er ufattelig kedeligt, faktisk også for mig* (lærer, fysik).

Lærernes erfaring er dog, at det kan være vanskeligt at skabe en dialog, der involverer hele klassen. Det er særligt en udfordring i klasser, hvor elevernes faglige niveau er meget forskelligt – hvordan får man alle elever inddraget i dialogen her? En lærer påpeger, at man risikerer at få skabt en dynamik i klassen, hvor størstedelen af eleverne er tilbageholdende med at besvare lærerens spørgsmål, fordi de ved, at de dygtige elever, der rækker hånden op, alligevel svarer rigtigt: *Det er ikke sådan, at de overruler de andre, men når de sidder sådan her (med hånden oppe)... Vi ved alle sammen godt, at det, de siger lige om lidt, er rigtigt, så gider de andre ikke altid byde ind* (lærer, bioteknologi).

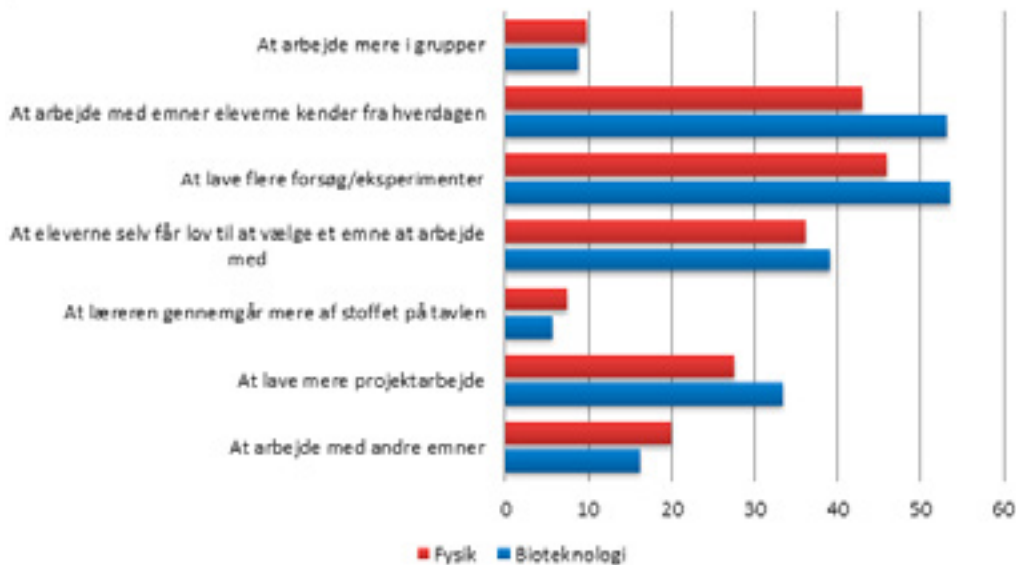
Som lærer kræver det en indsats at gøre eleverne trygge ved at deltage i den klassebaserede dialog og lade elevernes forkerte svar indgå konstruktivt i undervisningen således, at eleverne oplever



et udbytte ved at deltage i dialogen snarere end et udbytte ved at besvare lærerens spørgsmål korrekt.

At lade undervisningen basere sig på elevernes spørgsmål kræver rammer. For det første kræver det fagligt overskud fra elevernes side at stille gode spørgsmål. For det andet har mange elever et behov for struktur på lektionerne, så de oplever at have forstået det, de skulle, når timen er slut. Lærerne oplever, at det kan være lettere at få eleverne til at gå med på den dialogbaserede undervisning, når de arbejder i grupper, fordi det i en individuelt baseret dialog på klassen i højere grad er sårbart at sige noget forkert.

At skabe interesse og motivation



Figur 5: Hvad tror du ville kunne gøre eleverne mere interesserede i fysik/bioteknologi, uanset om de kan lide faget eller ej? (Andel helt enig eller enig for hvert udsagn)

I Figur 5 udpeger lærerne de elementer i undervisningen, som de mener kan understøtte elevernes interesse i deres fag. I både fysik og bioteknologi er topscorerne at arbejde med emner, eleverne kender fra deres hverdag, at lave forsøg og eksperimenter, og at eleverne får lov til at arbejde med selvvalgte emner. Figur 4 viste, at hverken eksperimenter eller selvvalgte emner er elementer, der præger den daglige undervisning. Lærerne er således opmærksomme på, at der eksisterer en modsætning mellem på den ene side deres elevers interesser og præferencer og på den anden side den reelle undervisningspraksis. I interviewene forklarer et par af lærerne, hvordan man som lærer kan motivere eleverne ved at inddrage eksempler fra sit eget liv. En af htx-lærerne forklarer: *Jeg kan tydeligt mærke, især i et fag som teknologi, at det er et stort plus, at jeg har været næsten 20 år ude i erhvervslivet og har oplevelser og historier med derfra at krydre det med. De kan se, at det er noget, der er blevet brugt til noget fornuftigt derude* (lærer, fysik).

At kunne koble gymnasiefaget til den virkelige verden og kunne begrunde, hvorfor det er brugbart, kan give lærerne en mulighed for at motivere eleverne. I spørgeskemaundersøgelsen blev eleverne spurgt om, hvad de bedst kunne lide ved fagene. Både blandt fysik- og bioteknologieleverne var muligheden for anvendelse det, de fleste (knap 60 %), var enige i, at de godt kunne lide.

Det er straks mere vanskeligt at indkredse elevernes faglige interesser. Specielt fysiklærerne har svært ved at definere, hvad eleverne finder spændende. Lærerne nævner både emner, der har en umiddelbar fascinationskraft, konkrete metoder og udregninger, man kan mestre, mere filosofiske spørgsmål omkring universets beskafenhed og emner, der relaterer sig til hverdagen.

Ser man på elevernes svar i spørgeskemaerne, er der også en stor spredning. I datamaterialet fremhæver nogle fysikelever, at de godt kan lide, at der kun er et svar i fysik, mens andre sætter særlig pris

på den del af fysikken, der handler om de grundlæggende spørgsmål i livet. Lærerne møder altså klasser, hvor der kan være ret forskellige interesser blandt eleverne. Særligt som fysiklærer bliver det derfor vigtigt, at det, der skal vække elevernes interesse, ikke kun er det faglige indhold, men også for eksempel særlige arbejdsmetoder eller muligheden for at se fagets anvendelser.

Bioteknologilærerne har en oplevelse af, at eleverne er glade for den del af faget, der handler om at forstå, hvordan menneskekroppen fungerer. Flere af lærerne forklarer, hvordan det ikke kun handler om at mestre det rent faglige for at blive en god elev i bioteknologi: *At man er interesseret, og at man er motiveret, det kan man altså komme rigtig, rigtig langt med*, siger en af bioteknologilærerne. Dermed bliver det afgørende som lærer at hjælpe eleverne til at blive interesserede og motiverede.

Nogle af de interviewede lærere oplever det, at elever får succesoplevelser og en fornemmelse af, at der er dele af faget, de mestrer, som vigtigt for at motivere dem. Det er også et tema, som de interviewede elever nævner som væsentligt. Det er vigtigt at møde eleverne på det niveau, de er, og give dem opgaver, som de kan få succes med. En måde at opnå det på kan være ved at lave opgaver, der giver mulighed for, at eleverne kan drage nytte af andre kompetencer end de rent indholdsrelaterede. For eksempel har en af lærerne i bioteknologi forsøgt at lade eleverne aflevere en videorapport over et forsøg, hvilket gav elever, der vidste noget om videoredigering, mulighed for at udnytte disse kompetencer. Ligeledes nævner flere af lærerne, både i fysik og i bioteknologi, muligheden for at lave computerbaserede øvelser for at understøtte succesoplevelser for elever, der er gode til it. Det kan for eksempel være computersimuleringer af fysiske fænomener eller gensplejsning i et virtuelt laboratorium på computeren.



Lærernes udfordringer

Sproget

Ligesom eleverne oplever lærerne, at fagsproget i bioteknologi kan være en barriere for elevernes forståelse: *Når det hedder de der meget specifikke kemiske betegnelser, så står de af. Det er noget med det der sprogbrug* (lærer, bioteknologi). Der er derfor en udfordring i at hjælpe eleverne til at gøre disse begreber til deres egne – de skal lære at tale bioteknologi.

I fysikundervisningen oplever lærerne ligesom eleverne matematikken som noget, der kan blokere for elevernes forståelse og gøre fysikken ekstra abstrakt. Samtidig underviser flere af de interviewede fysiklærere også i matematik og oplever, at det kan være svært at tage matematiklærerkasketten af i fysiktimen. Man vil gerne have, at eleverne forstår svarene på de matematikspørgsmål, de stiller, og kan have svært ved blot at give dem et kort svar, så de kan komme videre med det fysikfaglige indhold. Lærerne er opmærksomme på, at matematikken kan være abstrakt og vanskelig at forstå, og de stilles over for en udfordring i forhold til, at det er en ny dimension for eleverne at skulle anvende matematik som et sprog til at beskrive fysik. Både eleverne og lærerne peger på vanskeligheden ved fagsprog og på, hvordan fagsproget kan virke som en barriere for at lære faget. En udfordring for lærerne i både fysik og bioteknologi består derfor i på den ene side at anerkende elevernes begrebs- og fagforståelse, også uden de korrekte sproglige betegnelser, og på den anden side at være opmærksom på, at fagsproget efterhånden følger med.



Tværfaglighed i biotekundervisningen

Der er forskel på, hvordan undervisningen i bioteknologi organiseres på de to skoler. På den ene skole er det vigtigt for lærerne, at eleverne ser faget som et samlet bioteknologifag: *Ellers kunne de lige så godt have biologi og kemi. Hvis det skal være bioteknologi, så skal være et fag, det skal føles som et fag. Så bliver man nødt til at integrere det under de temaer der* (lærer, bioteknologi). Derfor fordeler de to lærere lektionerne ligeligt mellem sig og underviser begge to i både det kemiske og biologiske indhold af faget. Det giver til gengæld nogle logistiske besværligheder i forhold til at koordinere indholdet af lektionerne, når man skal tage over, hvor den anden lærer slap.

På den anden skole organiseres undervisningen, så en lærer underviser i fagets kemiske indhold og en anden i den biologiske del. Her er der større fokus på, at tværfagligheden ikke må gå ud over elevernes fagfaglige kompetencer i kemi og biologi. Som en af lærerne formulerer det: *Jeg har det sådan, at de også skal lære det her kemi helt til bunds. Man skal måske også passe på ikke at få det pakket ind i alt for meget andet. (...) Det bedste var, at man hele tiden kunne relatere det op til noget biologi, men jeg tænker også på, at det er vigtigt, at de ... Nu har de jo lært at afstemme reaktionskemaer, at de kan den der afstemning* (lærer, bioteknologi). Bioteknologilærerne på denne skole vil gerne i højere grad integrere de to fag til et samlet bioteknologifag, men oplever, at det kan være vanskeligt at finde områder, hvor forbindelsen kan etableres.



I forhold til elevernes motivation for bioteknologifaget kunne man frygte, at kemidelen af faget kommer til at fungere som et redskabsfag, således at fagets biologidel bliver det egentligt interessante og problemorienterede, mens kemien opfattes som vanskeligt forståelig og abstrakt. Det er dog ikke det indtryk, eleverne giver. De synes, at biologidelen af faget er spændende, og oplever samtidig, at det giver en begrundelse for kemien. Den er abstrakt, men nødvendig, fordi den kan bruges til at opnå en dybere forståelse af biologien. I observationerne og interviewene så vi ingen tegn på, at det var afgørende for elevernes motivation og interesse i faget at integrere biologi og kemi til et mere samlet bioteknologifag. I relation til rammerne for bioteknologifaget er det imidlertid et ønske og mål. Her peger vores undersøgelser på, at i arbejdet med at integrere biologi og kemi til et samlet bioteknologifag er det centralt for at fastholde elevernes motivation, at det giver dem mulighed for at se både den kemi- og den biologifaglige viden samt opleve integrationen som meningsfuld.



Elevdiversitet

I nogle klasser kan en bred elevsammensætning være et vilkår, der kan skabe særlige udfordringer for at øge elevernes motivation, interesse og deltagelse i fagene. Der er stor forskel på de to biotekklasser, der indgår i undersøgelsen. Den ene klasse er temmelig homogen og meget motiveret – eleverne interesserer sig for faget, og en del af dem forestiller sig, at de skal bruge det senere hen. I den anden klasse er der en større diversitet blandt eleverne.

Sammensætningen af elever rejser en række forskellige udfordringer i undervisningen. I forhold til den faglige dimension skal underviseren kunne støtte elever med forskellige forudsætninger og tilpasse deres feedback, så den rummer det rent faglige, men også støtter eleverne i eksempelvis at tilrettelægge deres regne- eller laboratoriarbejde. I relation til forskellen i elevernes motivation består udfordringen i at tilrettelægge undervisning, så den giver alle elever mulighed for at få succesoplevelser. Det kan både være ved at lave opgaver med differentieret fagligt niveau og ved at lave opgaver, der giver mulighed for at inddrage andre af elevernes kompetencer, for eksempel inden for it.



Vodcast – en måde at adressere elevdiversitet

Som et konkret tiltag har en lærere på et bioteknologihold med god erfaring arbejdet med inddragelse af vodcast i undervisningen. Vodcast er en videooptagelse, der optages og deles over internettet.

Det at skulle aflevere sin opgave som vodcast bevirkede, at forskellige elevgrupper på forskellig måde kunne sætte deres viden i spil. Arbejdet med vodcast i undervisningen viste ligeledes, at det er centralt, at rammerne for aflevering er tydelige. Udfordringen er, at eleverne syntes, det var sværere at lære teorien, når de skulle præsentere den uden noter. Til gengæld oplevede de, at de kunne det bagefter, og at de faktisk havde forstået mere.



Mål: Projektet gik ud på at lave både 1.- og 2. generations-bioethanol samt destillere deres produkter. Ud over dette måtte de lave ekstra forsøg med enzymer og andet, de syntes, der kunne være relevant.

Periode: Projektet strakte sig over fire uger med fem undervisningstimer i alt.

Opgave: Eleverne skulle lave en tidsplan over, hvornår de skulle lave hvad i laboratoriet, samt en drejebog til deres podcast over det udvalgte forsøg. Derudover skulle de som produkt lave en samlet projektrapport over hele forløbet inklusive svar på arbejdsspørgsmål samt podcast over en lille del af projektet. Det var altså et ret "frit" projekt forstået sådan, at eleverne frit kunne disponere over bioteknologitimerne i de pågældende uger, så længe de havde en godkendt tidsplan.

Resultat: Eleverne var engagerede i laboratoriet og spurgte mere ind til det faglige indhold, end de plejer. De syntes, det var nemmere at lave podcast efter at have afprøvet det nogle gange. Afleveringsformen er rigtig god som afveksling til det skriftlige, og teorien indarbejdes ofte bedre, da man ikke bare kan "copy paste" teoriafsnittet. Det virker også godt, at eleverne skal redegøre for deres eksperimentelle arbejde samtidig med, at de laver øvelsen, så de ved hvad de egentlig står og laver i laboratoriet. De er således tvunget til at forholde sig til de forskellige trin i fremgangsmåden i stedet for blot at følge en bageopskrift. Det er vigtigt, at der er helt klare krav til, hvad podcasten skal indeholde, og for de ikke så motive-rede elever er det et must, hvis man hjælper dem med at finde figurer og med at diskutere, hvilken teori der er relevant at få præsenteret.

(Fra rapportering af undervisningsforsøg, lærer, bioteknologi)

Konklusion

Vi stillede spørgsmålet: Hvordan kan undervisning skabe og fastholde interesse for naturfag?

Elevernes egne svar fortalte, at de ønskede sig forsøg/eksperimenter, kobling af emnerne til hverdagen og at have medbestemmelse på emnerne.

Tilsvarende er flest blandt både biotek- og fysikeleverne enige i, at det, de kan lide ved faget, er, at det kan anvendes.

Ud fra et læringsperspektiv er det meningsfulde ønsker og svarer til andre undersøgelser blandt elever på ungdomsuddannelserne. Eleverne udtrykte også ønsker, som er mindre optimale ud fra et læringssynspunkt. Et eksempel er elevernes ønske om teori før praksis. Forskning peger på, at tilegnelse af teoretisk indhold understøttes af, at de lærende først selv arbejder aktivt med det.

Lærerne mener også, at kobling til hverdagen, forsøg og elevmedbestemmelse vil skabe større interesse. Der er altså enighed mellem lærere og elever, når det gælder, hvad der skal gøres. Hvorfor sker det så ikke bare af sig selv?

Lærerne gav en del af svaret. Det er tidskrævende at planlægge og gennemføre forsøg, det kan give mindre kontrol med undervisningens forløb (og det kan være utrygt for læreren), og tilsammen kan det give usikkerhed om, hvorvidt eleverne når at lære det, de skal kunne til eksamen. Tilsvarende afspejler de elevsvar, som ønskede teori før øvelser, og som understregede ønsket om at få et konkret produkt med hjem i form af noter eller rapporter, et elevbehov for sikkerhed og tryghed. Det kan både være over for et fag, de synes er svært, og over for eksamen – at eksamen frem for en nysgerrighed over for faget, styrer deres aktivitet.

Ydermere har det betydning, at eleverne er forskellige: De har forskellige motivation, forskellige forudsætninger og forskellige interesser. Vi fandt forskelle inden for klasser, inden for fag og mellem fag. Hver lærer i hver klasse må derfor tage bestik af de interesser og forudsætninger, som gælder på det enkelte hold.



Handlemuligheder

Lærernes arbejde med deres undervisning i dette projekt peger på forskellige mulige veje at gå – men også på, at disse veje kan møde vanskeligheder. De tre grupper af indsatser udsprang af undersøgelsen af elevernes oplevelser og interesser og af lærernes egne og gensidige observationer.

Elevaktiviteter og anvendelser: Undervisningen kan tilrettelægges, så eleverne arbejder aktivt med at undersøge eller fremstille noget. Eksempler her er undersøgelsen af tryk og opdrift efter 6F-modellen og fremstillingen af et computerprogram, eleverne skulle anvende i en anden klasse, begge forløb i fysik. Forløbet, hvor eleverne kunne se samme nattehimmel som Tycho Brahe og kunne observere og beregne på de samme spørgsmål som han, var en virkelighedsforbindelse, som brugte historisk virkelige problemer, som har drevet fagene fremad. Et forløb om røgrensning i bioteknologi tog afsæt i et praktisk problem på et kraftværk, mens det tværfaglige forløb i fermentering var et bud på, hvordan sammenhængen mellem biologi og kemi kan stå tydeligere ved at binde dem op på et fælles emne.

Differentiering: Undervisningen kan åbne for forskellige måder at deltage på – både i former og på niveau. Brugen af vodcast i bioteknologi som afleveringsform var et eksempel, ligesom det blev forsøgt at lade fysikundervisning begynde med, at eleverne selv kunne lege og undersøge forsøgsopstillingerne og dermed i egen rytme få en fornemmelse af temaet.

Evaluering af undervisning: En måde både at få indblik i elevernes interesser og oplevelser på samt få feedback på, hvordan undervisningen rammer både det faglige niveau og interesserne, er at evaluere undervisningen løbende. Et fysikforløb havde fokus på netop dette – både gennem løbende evaluering og ved at have en kontaktelever, som kunne formidle på klassens vegne.

Lærernes afprøvning af undervisningsforløb viste både nogle muligheder ved de forskellige former (fx øget elevengagement) og nogle begrænsninger med hensyn til rammer (fx det tidsmæssige i organisering af eksperimenter) og med hensyn til læreren selv (fx at det kan være svært at ændre vaner). Undervisningsforsøgene peger dermed på nogle mulige veje, men uden at være trylleformularer.

Anbefalinger

Hvad kan man gøre for, at naturfagsundervisningen skaber og fastholder interesse? På baggrund af erfaringerne fra undersøgelses- og designfaserne i dette projekt vil vi pege på følgende anbefalinger:

1. *Undersøg elevernes interesser, motivation og forudsætninger.* Hvorfor er de på studieretningen? Hvilke erfaringer og forestillinger har de i forhold til faget? Er der noget, de synes er særligt sjovt, let, svært eller fascinerende? Denne viden skal indgå i beslutningerne i de følgende punkter.
2. *Variation.* Brug forskellige undervisningsformer og elevaktiviteter. Selv den bedste undervisningsform kan blive trælsom, hvis den ikke varieres. En vifte af forskellige former vil være en fordel. Disse former skal så alle tænkes i forhold til, hvilken undervisning eleverne oplever som spændende, ikke mindst:
 - a. Forsøg og eksperimenter – ikke kun i laboratoriet
 - b. Kobling til hverdagen
 - c. Deltagerindflydelse

3. *Undersøgende undervisning.* Undervisning, som på forskellig vis knyttes sammen med et problem, et paradoks eller et fænomen, som kan undersøges og forklares ved hjælp af fagets metoder og måder at ræsonnere på. Samtidig skal der tænkes en faglig progression, så eleverne får succesoplevelser, dvs. får tilpas udfordring til at opleve, at det nytter at arbejde med faget. Her spiller stofudvælgelsen også ind, både så det er knyttet sammen med et problem eller paradoks af en art, og så det kan give eleverne oplevelser af at mestre faget.
4. *Undervisningsevaluering.* Brug tid og kræfter på at afdække, hvad eleverne lærer af undervisningen, hvordan de oplever den, hvad de synes er interessant eller dræbende, hvor de føler sig hægtet af – gerne både individuelt og samlet for klassen. De enkelte fag har forskellige udfordringer. I fysik er matematikken en særlig knast, mens det i bioteknologi dels er de mange begreber ('ord'), dels forbindelsen mellem biologi og kemi. Samtidig har de enkelte klasser forskellige udfordringer.

Interesseskabende naturfagsundervisning kræver altså opmærksomhed på flere punkter, som både har med deltagerne, indholdet og de pædagogiske former at gøre. Det vil sige klassiske didaktiske overvejelser, hvilket ingenlunde gør det enklere. Frem for alt kræver det dog en opmærksomhed på, at netop alle tre elementer skal tænkes med samtidigt – hvem der skal lære, hvad og hvordan. Det er i kombinationen – ikke et enkelt pædagogisk fix – interessen kan skabes, næres og blomstre.

Videre læsning

- [1] OECD (2008). *Encouraging student interest in science and technology studies*. Paris: OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development).
- [2] Dansk Industri (2010). *Fremtiden kalder – uddanner vi nok?* Dansk Industri, København.
- [3] H.T. Holmegaard, L.M. Ulriksen og L.M. Madsen (2012). The Process of Choosing What to Study: A Longitudinal Study of Upper Secondary Students' Identity Work When Choosing Higher Education, *Scandinavian Journal of Educational Research*, s. 1-20.
- [4] H.T. Holmegaard, L.M. Madsen og L. Ulriksen (2012). To Choose or Not to Choose Science: Constructions of desirable identities among young people considering a STEM higher education programme, *International Journal of Science Education*, s. 1-30.
- [5] L.B. Krogh (2006). 'Cultural Border Crossings' i fysikundervisningen – unges forhold til fysik i et kulturelt perspektiv. Aarhus (Denmark): Aarhus University.
- [6] L. Ulriksen "Børne- og ungdomskultur og naturfaglige uddannelser" i *Inspiration til fremtidens naturfaglige uddannelser*. Uddannelsesstyrelsens temahæfteserie H. Busch, S. Horst og R. Troelsen, red. København: Undervisningsministeriet, 2003.
- [7] C. Schreiner og S. Sjøberg "Science education and youth's identity construction – two incompatible projects?" i *The Re-Emergence of Values in Science Education*, D. Corrigan, J. Dillon og R. Gunstone, red., s. 231-247. Rotterdam/Taipei: Sense Publishers, 2007.
- [8] J. Osborne, S. Simon og S. Collins (2003). Attitudes towards science: A review of the literature and its implications, *International Journal of Science Education*, vol. 25, nr. 9, s. 1049-1079.

- [9] L.B. Krogh, P. Arnborg og P.V. Thomsen (2001). *Hvordan gik det så med fysikundervisningen og elevernes udbytte? 2. g-opfølgning på GFII-undersøgelsen*, vol. 3. Center for Naturfagernes Didaktik, Aarhus Universitet, Aarhus.
- [10] M.V. Bøe, E.K. Henriksen, T. Lyons et al. (2011). Participation in science and technology: young people's achievement related choices in late modern societies, *Studies in Science Education*, vol. 47, nr. 1, s. 37-72.
- [11] V. Braun og V. Clarke (2006). Using thematic analysis in psychology, *Qualitative Research in Psychology*, vol. 3, nr. 2, s. 77-101.
- [12] R. White og R. Gunstone (1992). *Probing Understanding*: The Falmer Press.
- [13] R. Evans og L.M. Madsen (2012). *6F-modellen*. Institut for Naturfagernes Didaktik, Københavns Universitet, København.
- [14] M.C.B. Persson (2013). *Kvantekemi i gymnasiet. Tilrettelæggelse, udførelse og evaluering af et undervisningsforløb*, vol. 29. Institut for Naturfagernes Didaktik, København.
- [15] M. Achiam, J. Sølberg og R. Evans (2012). Dragons and dinosaurs: directing inquiry in biology using the notions of 'milieu' and 'validation', *Journal of Biological Education*, vol. 47, nr. 1, s. 39-45.

