

Overgangsproblemer?

- En undersøgelse af naturfagsundervisningens eksperimentelle del i grundskolen og på gymnasiet



Figurkilde: <http://all-free-download.com/free-photos/brooklyn-bridge.html>

Navn: Ole Fristed Kunnerup

Studienr.: 20137971

Antal normalsider : 27

Master speciale.

Uddannelsens navn: Fleksibel master i hovedområdet: **Læreprocesser, faglig pædagogisk koordinering og naturfag.**

Uddannelsesstedet: AAU, institut for Læring

Vejleder: Birthe Lund

Dato: 2/6-2017

Abstract

This paper contains a study of science education at 3 primary schools in North Jutland. The purpose of the study is to describe the experimental work in the natural sciences and compare it with the kind of experimental work the students meet when they attend high school.

To investigate whether the students in high school experience that they can apply the knowledge they have from the elementary school education of the elementary school, a survey has been conducted. This survey was conducted as an electronic questionnaire survey, where a total of 73 students attending Dronninglund Gymnasium in North Jutland were asked. The study showed that the students generally experienced a lack of link between science education in elementary school and the science education they encountered in the subject of NV, which is the first science subject in upper secondary school. Against this background, a study of 3 of the primary schools that provide students to Dronninglund Gymnasium was conducted in spring 2017 to map the local science education. The focus was on experimental work in the subjects of biology and physics / chemistry.

The students in the biology and physics / chemistry teams were interviewed with the use of semistructured interviews where interview guides were used. In addition, the teachers were also interviewed to hear about the background of their teaching method. The teaching situations were analyzed using Schilling's schedule for division in degrees of openness of experimental work. The results showed that, when it comes to experimental work, science education takes place extremely differently depending on which school. From an entirely open approach where the students themselves will find problems, theory and solutions and to a completely closed approach where the teacher has a manual that the students must follow. Both methods have major shortcomings in giving the students the best possible learning. In order to improve the transition for these students to high school, a new form of experimental work has been prepared, called "structured inquiry". Structured inquiry allows students to avoid mistakes due to lack of insight into elementary theoretical knowledge or laboratory skills and creates motivation by the students experiencing mastery and personal success. The assignment discusses whether this new approach to experimental work can facilitate the transition from primary school to high school and suggests how closer cooperation between the institutions can lead to a better transition. The studies also show that in addition to experimental work, there is also a need to work to improve the transition within several of the other areas of competence. Several major studies in the field are underway and a major survey of science education takes place at the moment. It is the authors hope, that this mapping will lead to an overall improvement in science education in both primary and secondary schools.

Indhold

Intro	4
Problemfelt.....	4
Begrebsafklaring.....	6
Teori.....	7
Læringsteoretisk udgangspunkt	7
Model for indlæring.....	7
Naturfagsdidaktik	9
IBSE	11
Eksperimentelt arbejde og motivation.....	12
Metode	13
Kvantitativ metode	13
Kvalitativ metode.....	13
Analyse	15
Diskussion.....	19
Afrunding og perspektivering.....	22
Litteraturliste.....	24

Intro

I starten af august 2017 starter et nyt hold af elever på landets ungdomsuddannelser. De starter på et nyt gymnasium, som efter vedtagelsen af en ny gymnasireform, er blevet væsentligt forandret på en række punkter (Gymnasieskolen.dk). En af forandringerne er tilrettelæggelsen af Naturvidenskabeligt Grundforløb (herefter forkortet til NV), som er elevernes første møde med naturfagsundervisningen i gymnasiet (på STX). Eleverne kommer fra en grundskole, som også netop har indført nye såkaldte kompetencemål for naturfagene. En ændring som har medført væsentlige forandringer i undervisningens planlægning og udførelse (emu.dk). I denne periode med væsentlige forandringer giver det mening at forsøge at tilrettelægge undervisningen på en sådan måde, at eleverne oplever overgangen fra grundskole til ungdomsuddannelse så glidende og problemfri som muligt.

Målet med denne opgave er at undersøge hvilke udfordringer der er i overgangen mellem grundskole og ungdomsuddannelser indenfor naturfagene og herefter at udarbejde forslag til forbedring af overgangen.

Problemfelt

De beskrevne mål for NV (i den gældende udgave) er udgivet af Undervisningsministeriet:

2.1. Faglige mål

Eleverne skal kunne:

- gennemføre praktiske undersøgelser og iagttagelser, såvel i laboratoriet som i naturen, blandt andet med henblik på at opstille og vurdere enkle hypoteser
- anvende modeller, som kvalitativt og kvantitativt beskriver enkle sammenhænge i naturen, og kunne se modellernes muligheder og begrænsninger
- formidle et naturvidenskabeligt emne med korrekt anvendelse af faglige begreber
- perspektivere bidrag fra naturvidenskab til teknologisk og samfundsmæssig udvikling gennem eksempler
- demonstrere grundlæggende viden om naturvidenskabens identitet og metoder.

(Retsinformation.dk)

For faget biologi er de tilsvarende mål fra grundskolen:

Kompetenceområde	Efter 9. klassetrin
Undersøgelse	Eleven kan designe, gennemføre og evaluere undersøgelser i biologi
Modellering	Eleven kan anvende og vurdere modeller i biologi
Perspektivering	Eleven kan perspektivere biologi til omverdenen og relatere indholdet i faget til udvikling af naturvidenskabelig erkendelse
Kommunikation	Eleven kan kommunikere om naturfaglige forhold med biologi

(emu.dk)

Der er ganske stor overensstemmelse mellem de 4 kompetencemål fra grundskolen og de mål, som er opstillet for NV i gymnasiet, og overgangen for eleverne fra den ene institution til den næste burde således være relativ problemfri i relation til naturfagsundervisningen. Det er imidlertid ikke den opfattelse alle elever eller lærere har af overgangen.

"Matematiklærere i gymnasiet oplever ofte at elever der fik gode karakterer i folkeskolen og til afgangsprøven, ryger betydeligt ned af karakterskalan når de starter i gymnasiet. Mange gymnasielærere udtrykker ofte frustration over at de i 1.g er nødt til at undervise på et væsentligt lavere niveau end forudsat i deres læreplaner. Sådanne erfaringer har givet anledning til en betydelig "nedadsparkning" i systemet, sådan at matematiklærerne i grundskolen ofte bliver kritiseret for ikke at "levere varen"

(Blomhøj, 2007, s. 27)

En stor undersøgelse af overgangsproblematikker i uddannelsessystemet foretaget af blandt andre DPU, AU og CBS Learning Lab mfl. viste, at gymnasielærerne mener, at det største problem i overgangen er at få eleverne til at forstå hvad deres fag går ud på i gymnasiet (Søndergaard, B. D. mfl. , 2009).

At arbejde med faglige begreber, fagets diskurs og tradition nævnes som et stort problem (Søndergaard mfl. , 2009). De ovenstående undersøgelser har fokuseret på nogle af de tjemæssige store fag i gymnasiets fagrække (matematik, engelsk, dansk), men dækker ikke naturfagene i gymnasiet (biologi, naturgeografi, fysik og kemi) og det er derfor relevant at forsøge at afdække om noget tilsvarende gør sig gældende for naturfagene. Der er derfor i januar 2017 gennemført en spørgeskemaundersøgelse på Dronninglund Gymnasium for at afdække elevernes opfattelse af overgangen fra grundskolens naturfagsundervisning til undervisningen i NV på gymnasiet.

Resultaterne fra den samlede undersøgelse findes som bilag 6.

Resultaterne viste bl.a. at:

Til spørgsmålet om eleverne havde brugt viden fra grundskolen om hvordan man laver praktiske undersøgelser og iagttagelser indenfor naturvidenskab i forbindelse med NV undervisningen svarede 68 % i ringe eller meget ringe grad.

Kun 50 % af eleverne har anvendt den viden de har om rapportskrivning (formidlingskompetence) som de har fra grundskolen i forbindelse med rapportskrivning i gymnasiet.

Som forklaring til elevernes opfattelse af den manglende sammenhæng mellem naturfagsundervisningen i grundskolen og den undervisning, som de har i NV på gymnasiet er hentet en række kommentarer fra spørgeskemaets frie kommentar felt.

Respondent nr 1: *"Jeg synes generelt ikke, at undervisningen i NV byggede videre på min viden fra grundskolens naturvidenskabs undervisning. Jeg synes det var nogen helt andet vi lærte end det i folkeskolen"* (bilag 6).

Respondent nr. 2: *"Grundskolens naturvidenskabelige viden, kan man nærmest ikke bruge til noget i, biologi, naturvidenskab og kemi. der er den simpelt hen for ringe fra grundskolen"* (bilag 6).

Respondent nr. 3: *"Vi har ikke haft/lært ret meget NV i folkeskolen. Derfor har jeg ikke kunne bruge noget derfra"* (bilag 6).

Der er altså grundlag for at tro, at de problematikker, som præger overgangen i forhold til matematik, også gælder for naturfagene. For at indsnævre problemfeltet har jeg i opgaven valgt at fokusere på det

eksperimentelle arbejde i naturfagene. Man kan formode at overgangsproblemerne kan være til stede indenfor alle 4 kompetenceområder, hvilket forundersøgelsen også peger på, men det ligger udenfor rammerne på denne opgave at undersøge.

Det giver anledning til følgende problemstilling:

Hvordan kan den læring og viden, som eleverne har med sig fra grundskolens eksperimentelle arbejde i naturfag, i højere grad overføres til gymnasiets naturfagsundervisning?

Opgaven vil indeholde:

Den læringsteoretiske baggrund for opgaven og et afsnit om naturfagsdidaktik og denne didaktiks særlige udfordringer.

En undersøgelse af hvordan det eksperimentelle arbejde i naturfagsundervisningen foregår i grundskolen.

- Udgangspunktet for undersøgelsen er 3 grundskoler i Nordjylland, som alle 3 sender elever videre til samme almene gymnasium

En diskussion af hvordan man med baggrund i naturfagsundervisningen i grundskolen kan tilrettelægge den eksperimentelle del af NV undervisningen i gymnasiet for at sikre eleverne den bedst mulige overgang. Opgaven kommer med et konkret eksempel på en nyudviklet didaktisk tilgang til det eksperimentelle arbejde.

I opgaven henvises til kilder ved at angive forfatter samt årstal i en parentes. I litteraturlisten kan den fuldstændige reference findes.

Begrebsafklaring

I opgaven anvendes begrebet eksperimentelt arbejde som synonym for praktisk arbejde. Praktisk arbejde er defineret som:

"Any type of science teaching and learning activity in which students, working either individually or in small groups, are involved, as an important element of what they are doing, in manipulating and/or observing real objects and materials" (Abrahams, mfl. 2013, s. 209)

Årsagen til at begrebet eksperimentelt arbejde anvendes i denne opgave er at man, historisk set, i Danmark oftest anvender termen eksperimentelt arbejde i beskrivelser i fagbilag og læreplaner.

Teori

Læringsteoretisk udgangspunkt

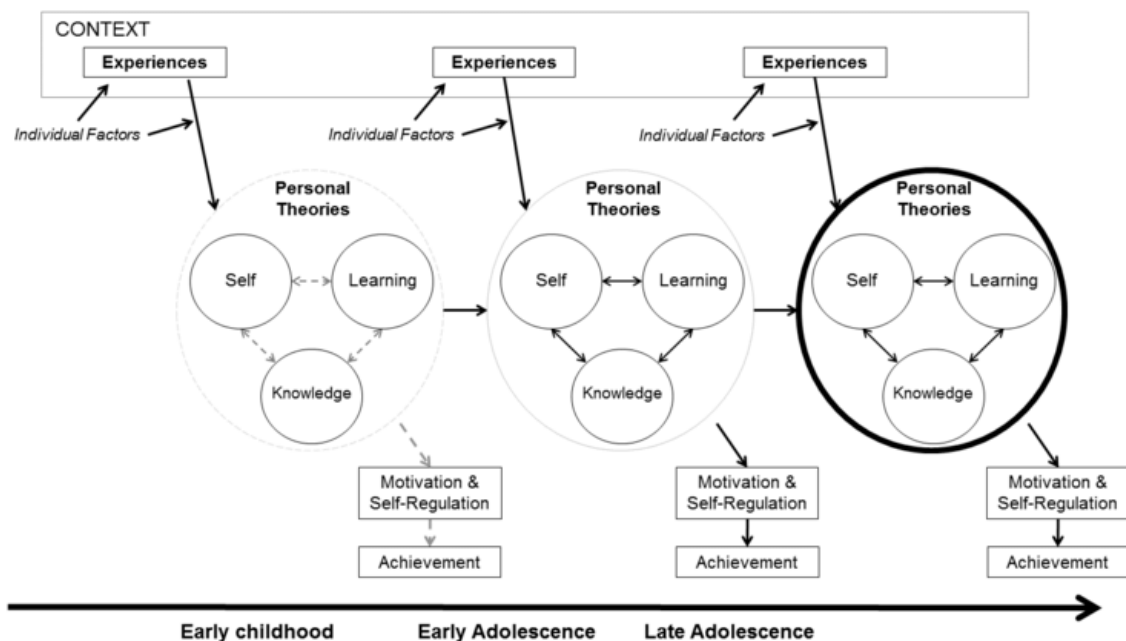
"Læring er en integreret del af generativ social praksis i den verden, den finder sted" (Lave & Wenger, Illeris, 2012, red, s. 131). Det læringsteoretisk udgangspunkt i denne opgave er en konstruktivistisk opfattelse af læring. Med udgangspunkt i Jean Lave og Etienne Wengers begreb "praksisfællesskaber" kan man opfatte det eksperimentelle arbejde i naturfagene som "fælles virksomhed". Fælles virksomhed defineres som en aktivitet som vi foretager os sammen. I denne forståelse når læreren og eleverne udfører det praktiske, eksperimentelle arbejde sammen i laboratoriet. (Illeris, 2013). Det afgørende er, at det enkelte individ opfatter sig selv som værende en del af fællesskabet (Wenger, 1998). Læringen i forbindelse med udførelsen af eksperimentelt arbejde kan finde sted som en mesterlære ((Wenger, 1998). I denne sammenhæng kan læreren opfattes som "mester" og eleverne som en gruppe der i "i lære". Eleverne skal imitere læreren, når denne viser hvordan et instrument eller et apparat skal betjenes, eller hvordan skalpellen skal føres i en dissektionsøvelse. Forudsætningen for at der foregår en læring, er ifølge Wenger, aktivitet og deltagelse. Det betyder at det eksperimentelle arbejde skal tilrettelægges så det fordrer en høj grad af aktivitet og deltagelse hos hver enkelt elev.

Et andet centralt begreb er John Deweys: "learning by doing". Dewey adskiller sig fra en ren konstruktivistisk tilgang til læring blandt andet ved at pointere, at læringen sker når man ikke er opmærksom på at man lærer (Brinkmann, 2006). Med "learning by doing" mener Dewey, at det er nødvendigt, at krop og bevidsthed påvirkes samtidigt for at der finder en læring sted (Brinkmann, 2006). Denne situation kan opstå, når eleverne arbejder praktisk i laboratoriet og kan koble teoridelen sammen med den praktiske, eksperimentelle udførsel.

Indenfor naturfags didaktik repræsenterer Derek Hodson med sit begreb "critical scientific literacy" en gren af konstruktivisme kaldet kritisk konstruktivisme, hvor elementer som kritisk, reflektiv tænkning, social bevidsthed, etik og social ansvarlig naturfagsundervisning er i højsædet (Taylor, 2104). Hodsons syn på eksperimentelt arbejde og dets udførsel er brugt som det læringsteoretiske fundament for afsnittet om naturfagsdidaktik.

Model for indlæring

Som en model for indlæring tager jeg udgangspunkt i Barger & Linnenbrink-Garcia's model fra 2016.



Figur 1. Model for indlæring. Barger, M.M & Linnenbrink-Garcia, L. 2016

Modellen viser hvor børn og unge mennesker udvikler personlige teorier. Disse personlige teorier består af et samspil mellem selvet, læring og viden. Igennem barndommen og ungdomsårene forstærkes disse teorier hos det enkelte individ. På figuren er forstærkningen vist som de stiplede pile mellem de tre komponenter (selvet, læring og viden), som først bliver hele linjer og i slutningen af puberteten er teorien fasttømret, illustreret ved at de tre komponenters sammenhæng er markeret med en fed streg. Udviklingen af de personlige teorier sker på baggrund af de oplevelser individet har gennem opvæksten, koblet med personlige faktorer (som kan være personlige egenskaber). Den personlige teori medfører at de input, som individet oplever, bliver behandlet med den samme kognitive tilgang hver gang. Hvis man fra starten af sin skolegang er blevet trænet i at viden opnås på en bestemt måde vil denne træning føre til dannelsen af mere og mere fastlåste personlige teorier, som kan være meget vanskelige at bryde ud af igen (Barger & Linnenbrink-Garcia, 2016). Så selvom eleverne udsættes for forskellige tilgange til eksperimentelt arbejde, vil deres egne kognitive mønstre måske være fastlåste og derved forhindre dem i at opnå det fulde udbytte af metoden. Negative erfaringer med naturfagsundervisningen i folkeskolen vil også på denne måde kunne påvirke eleverne senere i gymnasiets naturfags undervisning. Hvis individet tidligere har oplevet et ringe udbytte af det eksperimentelle arbejde vil det kunne føre til et låst "mind-set" hvor chancen for at gentage samme fejl er overhængende. Eleverne vil kunne overbevise sig selv om at "de ikke forstår naturfag" eller at "de er dårlige til matematik". Albert Bandura bruger begrebet "self-efficacy" til at beskrive menneskers tiltro til deres egne evner (psy.au.dk).

Naturfagsdidaktik

Eleverne skal i folkeskolen undervises i eksperimentelt arbejde. Det fremgår af beskrivelserne fra Fælles Mål (EMU.dk). Efter grundskolen fortsætter eksperimentelt arbejde med at spille en stor rolle i naturfagsundervisningen i ungdomsuddannelserne (retsinformation.dk). I dette afsnit beskrives den teoretiske baggrund for undervisning med anvendelse af eksperimenter.

Argumenterne for at undervise i eksperimentelt arbejde kan ifølge Hodson (2008) opdeles i 5 kategorier:

- 1 At motivere ved at stimulere interesse og inspiration
- 2 At undervise i laboratoriefærdigheder
- 3 At fremme læring af videnskabelig viden
- 4 At give indsigt i naturvidenskabelige metoder og udvikle ekspertise i at anvende dem
- 5 At udvikle særlige "naturvidenskabelige holdninger" som f.eks. fordomsfrihed, objektivitet og accept af at man ikke skal drage forhastede konklusioner (Hodson, 2008, s. 10)

Der er imidlertid ikke konsensus om at det eksperimentelle arbejde motiverer og inspirerer eleverne. Abrahams (2009) finder i sin undersøgelse af eksperimentelt arbejdes indvirkning på motivation følgende:

"The findings suggest that whilst practical work generates short-term engagement, it is relatively ineffective in generating motivation to study science post compulsion or longer-term personal interest in the subject" (Abrahams, 2009, s. 2335).

Selv den kortvarige oplevelse af engagement som eksperimentelt arbejde kan give hos eleverne kan anfægtes. Hodson (2008) tilskriver således denne oplevede øgede motivation, som en udløber af, at det eksperimentelle arbejde er *mindre kedeligt* end den traditionelle klasseundervisning, og at eleverne, hvis de bliver spurgt, hellere vil arbejde med eksperimenter end sidde stille og lytte til læreren.

I forhold til argumentet for at eksperimentelt arbejde giver eleverne færdigheder, så de kan begå sig i et laboratorium, er det væsentligt at spørge om hvorvidt alle elever har brug for disse færdigheder eller om færdighederne blot er nødvendige for en ganske lille procentdel af eleverne, nemlig de elever, som på et langt senere tidspunkt i livet beskæftiger sig med naturvidenskab i et forskningslaboratorium (Hodson, 2008). Færdigheder i et laboratorium kan være en forudsætning for at eleverne kan deltage i andre aktiviteter, men ifølge Hodson (2008) skal underviseren kritisk udvælge og undervise i de færdigheder, som meningsfuldt kan overføres til andre situationer, og undlade at kaste eleverne ud i situationer, hvor de for første og eneste gang skal anvende bestemt apparatur eller teknikker.

I spørgsmålet om eksperimentelt arbejde kan fremme læringen hos eleverne kan det være interessant at dele læringen op i en del der beskæftiger sig med teori og en del der er proceslæring. Teoridelen kan opdeles i 3 undergrupper (Schilling, 2014):

- 1) Eleverne finder selv frem til (for dem) nye principper og sammenhænge
- 2) Eleverne verificerer lovmæssigheder de har lært i den teoretiske undervisning
- 3) Teorien belyses gennem eksperimenter, så eleverne får en bedre forståelse af den (Schilling, 2014, s. 118)

De tre undergrupper svarer til Hodsons begreb: Learning science (Hodson, 2014)

Det er højest urealistisk at elever, hvad enten der er tale om elever i grundskolen eller på ungdomsuddannelserne, er i stand til at finde frem til principper og sammenhænge i naturfagene. Dertil kræves et stort overblik, store modelleringsfærdigheder og ofte en betydelig matematisk kunnen (Hodson, 2008). Eleverne kan godt vha. eksperimenter eftervise naturvidenskabernes lovmæssigheder, men en pointe i den sammenhæng er at eleverne næppe nogensinde har været i tvivl om gyldigheden af loven, og at de derfor ikke umiddelbart ser nogen grund til at skulle eftervise den (Schilling, 2014). Ydermere sker der ikke sjældent det, at eleverne i deres forsøg ikke kan få resultatet til at passe med den teoretiske værdi og at de derfor får at vide at de har lavet en fejl. Grundantagelsen er her, at teorien *skal* passe, hvilket ikke stemmer overens med det generelle ønske om netop at lære eleverne:

”fordomsfrihed, objektivitet og accept af at man ikke skal drage forhastede konklusioner” (Hodson, 2008, s. 10).

Teoriforståelsen fremmes altaå kun sjældent gennem eksperimentelt arbejde (Schilling, 2014) og kun hvis der bruges meget tid på arbejdet før selve eksperimentet og på arbejdet med efterbehandlingen af eksperimentet (Schilling, 2014), (White, 1996), (Goldbech & Totzki, 2011).

Tilbage står kun procesdelen af det eksperimentelle arbejde. Denne del svarer til Hodsons begreb: Learning about science (Hodson, 2014). Her opstår det kendte dilemma indenfor eksperimentelt arbejde:

”Hvis eleverne skal udvikle en forståelse for fysikkens arbejdsmetoder og udvikle en undersøgende/eksperimenterende holdning må de have en høj grad af frihed, deres egne fortolkningsforsøg og begrebskonstruktioner må tages alvorligt. Hvis de på den anden side skal udbygge deres forståelse for de (officielle) fysiske teorier og begreber kan en meget hårdt styret af deres arbejdsproces ofte synes nødvendig” (Schilling, 2014, s. 121)

Til at vurdere graden af frihed i forbindelse med det eksperimentelle arbejde kan Schillings klassifikation anvendes (Schilling, 2014, s. 122). Skemaet er alene tænkt som en grov inddeling, og der vil forekomme overlap mellem forskellige kategorier.

Grader af åbenhed i eksperimentelt arbejde	Bestemt af lærer	Bestemt af elev
Undersøgelsens formål/problemformulering		
Planlægning (a) Valg af udstyr		
Planlægning (b) Valg af procedure		
Teoretisk forankring af databehandling og fortolkning		
Valg af metoder til databehandling		
Produkt/resultat/forventet Konklusion		
Fortolkning/ Vurdering af resultater		

For hver af de 7 kategorier i 1. søjle vurderes det om det *primært* er læreren der har planlagt, eller om det *primært* er eleven som planlægger. Hvis et eksperimentelt arbejde fortrinvis kan placeres som planlagt af læreren er der tale om "lukkede eksperimentelle undersøgelser" og hvis det omvendt er primært eleven som planlægger kaldes det eksperimentelle arbejde for "åbne" (Hodson, 2008),(Schilling, 2014).

IBSE

Der har igennem de seneste år, både internationalt og nationalt, været en stigende interesse for at arbejde undersøgelsesbaseret – inquiry based indenfor naturfagene , forkortet IBSE (Inquiry Based Science Education)(Dolin, mfl. 2015). Den undersøgelsesbaserede metode bygger på at der indenfor den naturvidenskabelige forskning arbejdes med at stille og besvare spørgsmål. Denne tilgang ønskes overført til elevernes arbejde med eksperimenter. Ideen er at eleverne dermed bliver nysgerrige og får øget deres motivation – og måske på den måde kan fastholde deres interesse for naturfagene (Dolin, mfl. 2015).

Harlen (2011) definerer en undersøgelse således:

Undersøgelse er en mangeartet aktivitet, der involverer at foretage observationer, stille spørgsmål, undersøge bøger og andre kilder til oplysninger for at se hvad der allerede vides, at planlægge undersøgelser, gennemgå hvad der allerede vides, i lyset af eksperimentel evidens, anvende værktøjer til at indsamle, analysere og fortolke data, foreslå svar, forklaringer og forudsigelser og formidle resultaterne. Undersøgelse fordrer identifikation af antagelser, brug af kritisk og logisk tænkning og inddragelse af alternative forklaringer (Halen, 2011, side 48)

Der har været, og er stadigvæk, en heftig diskussion blandt naturfagsundervisere og forskere om hvorvidt den undersøgelsesbaserede tilgang faktisk virker motiverende og giver eleverne en øget læring (Harlen, 2011). En række metastudier har ikke kunne vise evidens for at den undersøgelsesbaserede tilgang har betydet en faglig læring og en fastholdelse af det lærte (Harlen, 2011). Tværtimod viser empiriske studier at den undersøgelsesbaserede tilgang virker dårligere end den traditionelle tilgang, hvor eleverne får struktureret vejledning (Kirschner, 2006). Årsagen til at den undersøgelsesbaserede tilgang virker dårligere, skal ifølge Kirscher, findes i at langtidshukommelsen belastes ekstra under IBSE, og når langtidshukommelsen belastes vil læringen nedsættes. Det sker da langtidshukommelsen er centrum for læringen, og når denne belastes af at søge efter såkaldt "kognitiv arkitektur" – kognitive mønstre, som ikke er til stede, vil den ikke samtidig kunne fungere til at konsolidere læring (Kirschner, 2006, s. 77)

For forskere er undersøgelsen med til at frembringe forståelsen for fænomener, men i undervisningen i grundskolen og på ungdomsuddannelserne vil undersøgelsesbaseret eksperimentelt arbejde først og fremmest kunne medvirke til at øge elevernes spørge, undersøgelses og proceskompetencer, og altså ikke deres teoretiske viden (Harlen, 2011), (Schilling, 2014).

Kritikere af IBSE har også anført, at metoden er mere tidskrævende og mere kaotisk end traditionelt eksperimentelt arbejde (Harlen, 2011). Men tilhængere af metoden argumenterer, at hvis man konsekvent arbejder på denne måde vil eleverne hurtigt tilpasse sig, og den tid man skal investere i at forklare eleverne om metoden vindes ind igen efter en periode (Clough, 2015).

Et af de væsentligste kritikpunkter ved IBSE er at metoden fremmer svage elevers valg af dårlige problemløsningsstrategier (Dohn, 2017). Det vil ofte være de fagligt dygtige elever, som kan udvælge og formulere de bedste problemer, og herved få det bedste afsæt for indsamling af teori, planlægning af øvelser osv. Det er rimeligvis oftest de bedste elever, som klarer sig bedst. Men ved at anvende IBSE, modsat en mere struktureret tilgang vil de svage elever blive efterladt med ganske ringe muligheder for at lære. Hvis ikke problemet er tydeligt for dem, vil den tilhørende teori være om end endnu svagere og muligheden for at forbinde de to er ikke til stede. I den strukturerede tilgang, med lukkede eksperimenter, vil selv de svageste elever kunne opnå at gennemføre eksperimentet og derved mulighed for at opnå en succes.

Eksperimentelt arbejde og motivation

Lærerne har ofte en opfattelse af, at det eksperimentelle arbejde i højere grad engagerer eleverne (Kampstupp, 2016). Dette tilsyneladende øgede engagement kan skyldes at hands-on aktiviteter stimulerer interesse og kan skabe motivation (Dohn, 2017). For at give varig interesse skal aktiviteterne dog fremme elevernes *indre motivation* og selvregulering (Dohn, 2017). Den umiddelbare motivation, som eleverne viser, når de skal arbejde eksperimentelt, kan, som nævnt tidligere, ofte skyldes at gruppearbejde i laboratoriet opfattes som væsentligt nemmere og sjovere end traditionel klasseundervisning. Denne ydre motivation skaber, ifølge Dohn (2017) ikke en interesse for arbejdsmetoden eller for faget som sådan. For at skabe varig interesse skal undervisningen fremme den indre motivation. Som eksempel angives et biologiforløb med eksperimentelt arbejde hvor der var fokus på at skabe et forløb med et indbygget design, der kunne virke motivationsskabende. Forløbet var opbygget omkring 6 principper:

- Konstruktion af personlig mening
 - Reelle elev valg
 - Udfordring
 - Kontrol
 - Samarbejde
 - Opbygning af mestringsevne
- (Dohn, 2017)

Ved at indbygge disse 6 principper i designet af forløbet var det muligt at opnå en højere grad af motivation og interesse fra eleverne (Dohn, 2017).

På trods af uenigheder blandt forskere tyder det på at eksperimentelt arbejde *kan* være en væsentlig motiverende faktor i naturfagsundervisningen. Det forudsætter dog at det eksperimentelle arbejde tilrettelægges så der indgår motivations skabende faktorer.

Metode

Kvantitativ metode

Forundersøgelse af gymnasieelevernes opfattelse af sammenhængen mellem naturfagsundervisningen og NV undervisningen. Undersøgelsen blev foretaget i foråret 2017 på Dronninglund Gymnasium. Her blev 3 1.g. klasser med i alt 84 elever anmodet om at deltage i undersøgelsen. Undersøgelsen gav svar fra 72 elever, hvilket giver en svarprocent på 86%.

Spørgsmålene blev stillet elektronisk på en fælles konference og respondenterne var anonyme. Spørgeskemaet blev kort præsenteret som en evaluering af NV forløbet. Eleverne vidste ikke, at det samtidig var en undersøgelse af overgangen fra grundskolen til gymnasiet. Formålet var at sikre at deltageres svar blev så nøjagtige som muligt (Nielsen & Rasmussen, 2012).

Spørgeskemaet var opbygget med 5 svarkategorier, heriblandt en "ved ikke" kategori. Spørgeskemaet skulle afdække forskellige forhold omkring NV undervisningen i relation til de 4 naturfagskompetencer fra grundskolen. Det var herefter muligt at afdække i hvilket omfang der, lokalt på Dronninglund gymnasium, var overgangsproblemer mellem naturfagsundervisningen i grundskolen og NV undervisningen på gymnasiet. Optællingen af svar foregår elektronisk i konferencesystemet Lectio. Resultaterne fra undersøgelsen er vist som bilag 6.

Det afsluttende spørgsmål var åbent, så de deltagende elever havde mulighed for frit at komme med kommentarer til undervisningen (Krogstrup, 2006).

Kvalitativ metode

For at undersøge anvendelsen af eksperimentelt arbejde i de 3 udvalgte grundskoler har jeg foretaget en række observationer af undervisningen, samt en række interviews med både elevgrupper og lærere. For alle tre skoler gælder det at eleverne var 9. klasses elever og lærerne var deres normale lærere i naturfag (fysik/kemi eller biologi). Besøgene på skolerne har været koordineret med underviserne, således at jeg kunne observere på de dage hvor der foregik eksperimentelt arbejde. Lærerne var på forhånd orienteret om undersøgelsens formål: "At forsøge at afdække praksis i grundskoleundervisningen, således at undervisningen på gymnasiet kan tilrettelægges bedst muligt i forhold til elevernes overgange". Alle elever blev på forhånd orienteret om at der i undervisningen ville blive observeret, stillet spørgsmål samt lavet interviews. Formålet er kun ganske vagt formuleret som "jeg er her for at kigge lidt med på hvordan I arbejder med naturfag frem i mod eksamen" og eleverne er ikke blevet yderligere oplyst om formålet med spørgsmålene. Det sker for at undgå at præge elevernes svar på forhånd. I interviewene er jeg interesseret i elevernes spontane svar og deres umiddelbare opfattelse af undervisningen som den foregår. Netop de spontane svar er et kvalitetskriterium for semistrukturerede interviews (Kvale og Brinkmann, 2009)

Alle interviews blev med de deltagendes accept lyddoptaget til senere transkription. Alle deltagere er anonyme, således at de kunne sikres en mere fri ytring i forhold til lærere eller ledelse. Ligeledes er skolerne anonymiseret. Efter hvert besøg er lærernes materiale til brug for lektionen blevet indsamlet.

Interviewene er planlagt som semistrukturerede interviews (Kvale & Brinkmann, 2009). I denne type af interviews følger interviewer en plan med en række spørgsmål, som er struktureret i en interviewguide. Hvis der i interviewet opstår nye vinkler, er det muligt at forfølge disse med nye spørgsmål, som ikke er planlagt i guiden. Interviewguiden sikrer at de forskellige interviews følger et bestemt mønster, uanset hvilken elevgruppe eller lærer, som interviewes og er dermed med til at sikre en højere grad af reliabilitet i undersøgelsen (Kvale & Brinkmann, 2009). Der er udarbejdet 2 forskellige interviewguider. En som er til interview af læreren og en anden, som anvendes til interview af elevgrupper. Guiden er udarbejdet med henblik på at få svar på centrale spørgsmål i forhold til problemstillingen, og tager samtidig hensyn til at de udsurgte har ringe eller ingen forhåndsviden om f.eks. graden af åbenhed i det eksperimentelle arbejde. Spørgsmålene skal således ved anvendelse af dagligdags termer kunne anvendes til at afdække f.eks. graden af åbenhed i eksperimenterne. Det er vigtigt i udformningen af spørgsmålene at de ikke er ledende, og ligeledes forsøges undgået et skævt magtforhold mellem interviewer og de interviewede. Det sker ved at forsøge at opnå en tryk interviewsituation (f.eks. ved at benytte gruppeinterviews for elevernes vedkommende) og ved at anvende hverdags ord og vendinger. Alle elevinterviews er af samme grund foretaget i lokaler, hvor også andre elever var til stede. Herved opnås en tryk og afslappet atmosfære hvor eleverne, på trods af interviewet, føler sig på hjemmebane. Alle lærerinterviews er foretaget uden at elever var til stede. Det er sket for at lærerne kunne udtale sig mere frit om tilrettelæggelsen af undervisningen, uden at være nervøs for om nogle elever hørte det og eventuelt misforstod hensigter. Magtbalancen mellem lærer og interviewer er også i langt højere grad jævnbyrdig end hvad der er gældende i forholdet mellem interviewer og elever.

Interviewene skulle afdække hvilken type af eksperimentelt arbejde eleverne udførte – målt efter elevernes egen opfattelse, samt give mulighed for at vurdere i hvor høj grad eleverne, under selve forsøgene, var i stand til at reflektere over det eksperimentelle arbejdes teoretiske baggrund. Det viste sig imidlertid noget vanskeligt at få eleverne til at uddybe deres svar. Det kan skyldes at de samtidigt var i gang med deres eksperimenter, og følte sig tidspressede. Men i flere tilfælde ville det have været godt med et uddybende spørgsmål, for at eleverne bedre kunne udfolde deres svar.

I interviewene med lærerne var formålet at afdække det *intenderede* design af det eksperimentelle arbejde, samt de tanker der lå bag. Interviewguiderne er opbygget således at interviewene starter med spørgsmål af mere formel karakter og slutter med mere følsomme/ holdningsbetonede spørgsmål. På den måde kan den/ de interviewede tale sig varme og der kan bedre opnås en tryk og venlig stemning mellem interviewer og de interviewede (Kvale & Brinkmann, 2009)

Interviewguides for de to typer af interview kan ses som bilag 1 samt bilag 2. Samlet udskrift af alle interviews findes ligeledes som bilag (3, 4 og 5).

De medvirkende skoler er udvalgt efter deres placering i forhold til gymnasiet. Alle tre skoler sender efter afsluttet 9. klasse elever videre til gymnasiet, og arbejdet med at udvikle en bedre overgang fra grundskolens naturfagsundervisning til gymnasiets naturfagsundervisning (NV) vil således være aktuel og reel for en gruppe af disse elever.

Gymnasiet modtager normalt elever fra 9 forskellige grundskoler i oplandet (elever, som kommer direkte fra efterskoler, kan også henføres til disse grundskoler, da de typisk har modtaget undervisning fra 0 – 8. eller 9. klasse på disse skoler). De tre udvalgte skoler er repræsentative for den samlede pulje af

oplandsskoler, da de repræsenterer skoler af forskellig størrelse med hensyn til elevantal, er forskellige i forhold til om de er kommunale eller private, samt er forskelligt geografisk placeret i oplandet. For en af skolernes vedkommende er aftalen om interviews blevet til grundet en personlig kontakt til skolen, mens at det for de to andre skolers vedkommende er kommet i stand efter en telefonisk kontakt. Der har ikke været kontakt til yderligere skoler, og ingen skoler har således sagt nej til at medvirke. Det er således, på trods af det relativt lave antal medvirkende skoler og personer, rimeligt at antage at de holdninger og mønstre i undervisningen som undersøgelsen afdækker, er repræsentative for de skoler som afgiver elever til gymnasiet.

I pauserne mellem interviewene og i perioden før og efter at eleverne påbegyndte det eksperimentelle arbejde er der foretaget observation af elevernes adfærd. Observationen har været åben, og deltagerne var på forhånd informeret om at der ville foregå en observation i modulet. Herved sikres en høj etisk standard, men samtidig vil den åbne observation også, i nogle tilfælde, kunne medføre en ændret adfærd hos de observerede (fremforsk.dk). De observerede fænomener er beskrevet i bilagene 3-5, som indledning til interviewene.

Analyse

I analysen afdækkes først graden af åbenhed i det eksperimentelle arbejde, som det blev observeret på de 3 forskellige skoler.

De enkelte skoler er i skemaet benævnt A-C. Data fra observation samt transskriberede interviews findes som bilag 3-5.

Grader af åbenhed i eksperimentelt arbejde	Bestemt af lærer	Bestemt af elev
Undersøgelsens formål/problemformulering	B, C	A
Planlægning (a) Valg af udstyr	B, C	A
Planlægning (b) Valg af procedure	A, B, C	A
Teoretisk forankring af databehandling og fortolkning	B, C	A
Valg af metoder til databehandling	B, C	A
Produkt/resultat/forventet Konklusion	B, C	A
Fortolkning/ Vurdering af resultater	B, C	A

(opbygning af skema: (Schilling, 2014, s. 122)).

På skole A, er det tydeligt, at der er en ekstrem grad af åbenhed i det eksperimentelle arbejde. Eleverne skal selv vælge både problemformulering, metode, teoretisk forankring og fortolker selv deres resultater.

”Vi har selv bestemt forsøg, men altså vi har fundet inspiration på nettet..” (bilag 3, A-1/1)

Og til spørgsmålet om hvem der har bestemt hvilken metode der skulle anvendes svarer eleverne:

”Det har vi fundet på nettet” (bilag 3, A-2/2)

Enkelte elever svarer dog at læreren har hjulpet dem med at finde på forsøg:

”Læreren giver ideer, og vi finder selv nogle. Vi snakker om hvad der er bedst” (bilag 3, A-3/2).

”vi har jo spurgt læreren om det var en god ide og sådan noget” (Bilag 3, A-4/2)

Eleverne finder selv deres materiale, ofte ved at søge på internettet efter materiale, som de finder er egnet.

”..ellers finder de selv noget. Det er tit noget de har fra en video eller en side på nettet eller sådan noget” (bilag 3 A-lærerinterview). Det er altså et bevidst valg fra læreren side, at eleverne selv skal finde materiale.

På både skole B og C er der tale om meget lukket eksperimentelt arbejde. Eleverne har ingen indflydelse på hverken valg af emne, metode eller fortolkning af resultater. På spørgsmålet om eleverne selv har prøvet at skulle finde på emner og forsøg svares:

”..Det er XX (læreren) som altid har forsøget. Det er forsøg fra bogen, og det er dem som vi bruger” (bilag 4, B-1/1)

Eleven angiver at materialet er bestemt af læreren og at læreren følger en lærebog, hvori alle forsøg samt teori kommer fra.

Det er tydeligvis også en klar intension fra læreren side:

”Jeg tænker, at det ikke kan være anderledes. Det er der bare slet ikke tid til” (bilag 5, C-lærerinterview)

Interviewene med eleverne giver også i nogen grad mulighed for at afdække i hvor høj grad eleverne viser forståelse for det emne, som de arbejder med. For de elever, som arbejder med meget åbne eksperimenter (skole A) viser det sig at de har meget vanskeligt ved at forklare interviewerens hvad formålet med deres eksperimenter var:

”Vi har om drikkevandet. Vi har lavet sådan en planche med vandets kredsløb, og nu er vi så i gang med at lave skyer for ligesom at vise. Regnen kommer fra skyer. For at underbygge de elementer der er i det” (Bilag 3, A-2/2)

Elevens forklaring bærer i høj grad præg af at det er vanskeligt for eleven at sætte deres forsøg med skydannelse ind i en faglig kontekst. Eleven udviser ingen dybere forståelse af sammenhængen mellem teori og det udførte eksperimentelle arbejde.

”vi er ved at lave vandets kredsløb”....”vi er ved, altså med de her rør...eller halv rør at få vandet til at løbe rundt” (bilag 3, A-4/1)

Elevens forklaring er på det beskrivende niveau. Eleven udviser ikke nogen dybere forståelse for vandets kredsløb, og kan ikke bruge deres forsøg til at forklare teorien bag vandets kredsløb.

For de elever, som har arbejdet med meget lukkede forsøg er billedet det samme. De udviser heller ikke nogen reel forståelse for emnet og kan heller ikke koble de udførte eksperimenter med den teoretiske baggrund. Til spørgsmålet om hvad man kan bruge viden om alkohols massefylde til svarer eleven:

”man kan...det er forskelligt. Noget der er lettere. At finde ud af forskellen i massefylden. Hvis man har en gryde med pasta i kan man finde ud af om den vil flyde over” (bilag 4, B-1/2)

Det er tydeligt at eleverne er meget bundet af deres forsøgsvejledning og de udviser ikke forståelse for resultaterne:

I: ”Hvad skal I nu til at gøre?”

Elev 2: ”vi skal til at måle. Først måler vi den her, for at trække den fra og så hælder vi alkohol i for at finde massefylde. Det tal vi får skal vi dividere med ti”

I: ”hvilken en (massefylde) regner I med er højest?”

Elev 2: ”Aner det ikke” (bilag 4, B-2/2)

En anden elev svarer på spørgsmålet om formålet med forsøget og om hvad man kan anvende viden om alkohols opløselighed til:

”Hvis jeg nu skal bruge min egen viden. Så vil jeg tro at. Så hvis man hælder det i havet, så ved man at det vil lægge sig øverst”

og videre:

”For at få en bedre forståelse for alkohol egentlig er. Hvad det består af. Alt det der med at det faktisk ikke bare er sukker og vand. At det faktisk er kemikalier der er sat sammen” (bilag 4, B-3/1)

Det er tydeligt, at eleven ikke har et fagsprog og at vedkommende prøver at forklare de fænomener, som viser sig ved forsøget med hverdagsforklaringer. Der mangler en kobling til den teori, som faktisk er i vejledningen som eleverne følger. Undersøgelsen peger altså på, at eleverne ikke er i stand til at koble de praktiske forsøg med den teoretiske baggrund. Det svarer til de resultater som andre, mere omfattende undersøgelser har vist (Schilling, 2014), (Abrahams, 2103).

Både de elever, som arbejder med de åbne eksperimenter og de elever, som udfører eksperimenter efter en detaljeret vejledning udtrykker sig positivt om det at arbejde eksperimentelt:

”Jeg synes at det er rigtig spændende. Jeg synes at det er vigtigt” (Bilag 5, C-2/2)

”Jeg synes at det er godt” ...” Det er godt fordi det er meget sjovere at lave forsøg og sådan noget” (bilag 4, B-1/2)

”Tiden går meget hurtigere. Men det er også ret godt at lære på den her måde. Faktisk meget” (Bilag 4, B-1/1)

”Det er rigtig godt””Det er fordi vi har fået lov til at arbejde meget sammen...altså vi har været meget i grupper” (Bilag 3, A-1/2)

”Det er sjovt fordi det er sjovere end bare at skulle sidde stille” (bilag 3, A-4/1)

Argumenterne for hvorfor det er en god måde at arbejde på peger mest i retning af at det er bedre end almindelig klasseundervisning, snarere end, at det er fordi selve det at arbejde eksperimentelt er en kvalitet i sig selv. Det stemmer overens med Hodsons argumentation for hvorfor eleverne finder eksperimentelt arbejde interessant (Hodson, 2008).

Lærernes overvejelser om valget af metode handler i høj grad om tidspres og mangler på udstyr og lokaler:

På skole B angiver læreren, at de lukkede eksperimenter fungerer bedst i det lille laboratorium som skolen råder over:

”...jeg synes slet ikke at det kan lade sig gøre her. Jeg kan sagtens se at det er godt, hvis man har plads og udstyr og sådan noget, men det er godt nok svært hvis 5-6 grupper vil bruge forskelligt udstyr. Så skal jeg ringe rundt og låne hvis jeg kan. Vi har kun lige det allermest vigtige grej her” (Bilag 4, B-lærerinterview)

Så selvom læreren måske gerne ville lave mere åbne forsøg, er vedkommende begrænset af plads og mangel på laboratorieudstyr. Det er også en tilstand, som flere andre undersøgelser har påpeget som værende problematiske (Sølberg, 2006). Undersøgelser viser at op i mod 70 % af naturfagslærerne er utilfredse med de økonomiske vilkår for indkøb af udstyr (Sølberg, 2006, s. 18).

På skole A er læreren tydeligvis frustreret over implementeringen af den nye naturfagsprøve:

”på de vilkår det hele er lavet, så er der ikke noget der er rigtigt godt. De faglige og personlige mål kan ikke nås, den videnskabelige dannelse kan ikke nås. Vi når ikke de mål vi skal. Vi har fået låst vores målfastsættelse efter et skema” (bilag 3, A-lærerinterview)

Men læreren angiver også at en positiv ting ved at arbejde med den åbne tilgang til eksperimenterne:

” Den del, der træner nysgerrighed – den er blevet styrket” (bilag 3, A-lærerinterview)

Undersøgelsen af arbejdsmetode for eksperimentelt arbejde på de tre skoler har vist en meget tydeligt forskel i den undervisning som eleverne oplever. Fra en ekstrem grad af åbenhed i både valg, planlægning, udførsel og fortolkning, til en ligeså ekstrem grad af lukkethed, hvor ingen valg er overladt til eleverne. Da der kun er tale om 3 undersøgte skoler kan undersøgelsen ikke siges at have høj grad af reliabilitet, men undersøgelsen viser dog tydeligt, at de elever som efter grundskolen vælger gymnasiet kommer med vidt forskellige forudsætninger til arbejdet med naturfag.

Diskussion

Undersøgelsen peger på, at eleverne på Dronninglund Gymnasium *opfatter* overgangen fra grundskolens undervisning i naturfag til gymnasiets NV undervisning som værende problematisk i en række henseender. Ved at observere den faktiske undervisning i eksperimentelt arbejde på 3 forskellige skoler og gennem interviews med elever og lærere på disse skoler tegner der sig et billede af en meget uensartet tilgang til arbejdet med eksperimentelt arbejde. Eleverne kommer med vidt forskellige forudsætninger fra grundskolen når de møder naturfagsundervisningen i NV på gymnasiet. Nogle elever er vant til en yderst struktureret tilgang til eksperimentelt arbejde, mens andre, i hvert fald det sidste år i deres grundskole, har været vant til selv at skulle forberede, udføre og efterbehandle eksperimenter. For at møde disse elever er der brug for at tilrettelægge undervisningen på gymnasiet på en særlig måde. Hvis det eksperimentelle arbejde følger en fast struktur vil de elever, som er skolet til en åben tilgang formentlig opleve et tab af frihed, mens at hvis det eksperimentelle arbejde på gymnasiet antager en åben form vil de strukturskolede elever opleve frustrationer over en tilsyneladende mangel på informationer. Det er i denne sammenhæng vigtigt at pointere, at de undersøgelser, som er foretaget i forbindelse med denne opgave omhandler elever, som er tidsmæssigt forskudt. Men det er nærliggende at tro, at de samme problematikker vil gøre sig gældende, når den kohorte af 9. klassens elever, som skal til afgangseksamen i foråret 2017 kommer på gymnasiet i august 2017. Der er altså brug for en overgangsform, hvor både struktur og åbne elementer forenes. I denne form vil eleverne kunne befinde sig i zonen for nærmeste udvikling som beskrevet af Vygotsky (Illeris, 2006). Elevernes læreproces vil understøttes når de befinder sig mellem det de kan i forvejen, og det som de endnu ikke kan.

I et forsøg på at opnå dette har jeg udarbejdet et eksperimentelt arbejde som tilgodeser begge grupper af elever. Forsøget er beskrevet i detaljer i bilag 7.

Denne type af eksperimentelt arbejde, som både indeholder åbne og lukkede elementer, har jeg valgt at definere som "*struktureret undersøgelse*". I den strukturerede undersøgelse, vil eleverne opnå en højere grad af faglig viden og vil, efter de har nået tilstrækkelig faglig indsigt, blive ledt i retning af interessante undersøgelselementer.

Udgangspunktet er en visualisering, hvor selve forsøgets udførsel er beskrevet. Den visuelle del, gør at forsøget opleves som simpelt af eleverne (Crovato mfl., 2015). Mange elever har dårlige forudsætninger for at kendebetegnelser for selv simple laboratorieremedier (som f.eks. bægerglas, måleglas, kolber osv.), men ved at visualisere fremgangsmåden kan de både se hvilken type glas de skal anvende, samtidig med at glassets korrekte betegnelse er anvendt som figurforklaring. Forsøgets åbne del skal appellere til elevernes nysgerrighed. De skal selv manipulere med en række faktorer, og herved forsøge at optimere forsøget. Det

betyder også at der ikke på forhånd er et rigtigt resultat, men en ægte søgen efter nye resultater og forbedringer. Selve vejledningen er friholdt for teori, men der skal forud for forsøget arbejdes med teori om både kulhydrater og enzymer. Teorien får eleverne dels i faget kemi og dels i biologi. Eksperimentet er tænkt som et forsøg, der kombinerer teoretisk viden fra de to fag med en praktisk, eksperimentel og undersøgende tilgang. Efter forsøget vil der være en opsamling. Eleverne skal demonstrere teoretisk viden kombineret med kompetencer indenfor undersøgelser, når de skal aflevere en rapport over forsøget. Rapportens hovedpointer gennemgås sammen med eleverne.

Under udførelsen af eksperimentet har eleverne flere "wow-oplevelser" (Kamstrupp, 2016). Det sker både når de skal producere alginat-kuglerne, som imponerer og fascinerer dem, og når de oplever et lynhurtigt farveskift pga. enzymatisk omdannelse. Hertil kommer selv indsamlingen af spytt enzymer, som ofte medfører en række grin og sjove kommentarer fra eleverne. Øvelsen vil kunne varieres i det uendelige, og eleverne får dermed et stærkt eksperimentelt redskab til brug ved fremtidige undersøgelser. Netop det at de hermed opnår eksperimentelle færdigheder, der rækker ud over det enkelte eksperiment, anses som yderst væsentligt i forhold til at argumentere for at der overhovedet er brug for eksperimenter i undervisningen (Schilling, 2014).

I den rene form, vil en undersøgelsesbaseret tilgang til eksperimentelt arbejde betyde at mange, særligt svage elever, vælger en forkert tilgang til problemløsning (Clough, 2015), (Abrahams, 2009), (Kirschner, 2006). Deres manglende teoretiske fundament gør at de yderst sjældent eller aldrig får valgt den eksperimentelle tilgang som vil føre frem mod et brugbart resultat (Schilling, 2014). Det vil føre til nederlag og til en nedsat motivation hos disse elever (Abrahams, 2009). Elevernes oplevelse af "den succesfulde naturvidenskabsmand" er tilfældet hvor en vilkårlig elevgruppe, ved rent held, finder en løsning, som fører frem mod et resultat. Det vil være med til at skabe en kultur, hvor rent held i laboratoriet belønnes og anerkendes som videnskab. Og vil samtidig kunne danne kognitive mønstre og personlige teorier hos den enkelte elev, som udelukker faglig fordybelse som nøglen til succes i laboratoriet (Barger & Linnenbrink-Garcia, 2016). Interviewene med eleverne på skole A viste at deres strategi for læring ofte var at søge efter viden på internettet: "*Det har vi fundet på nettet*" (bilag 3, A2/2), og i kombination med en trial and error tilgang: "*...Vi har også lavet et andet forsøg, hvor vi har rensset vand. Men det virkede ikke så godt*". "*Hvad gjorde I så?*" "*Så smed vi det ud..og så fik vi det her*" (Bilag 3 A 4/3+1) kan en meget uheldig læringstrategi grundlægges.

Men det er de færreste videnskabelige resultater, som opnås på denne måde. I "ægte" naturvidenskab er de store opdagelser kommet efter års teoretiske studier, yderst strukturerede forsøg med gradvise ændringer af enkelte variable og indøvelse af et solidt "laboratoriehåndværk". I den kultur belønnes forskere for en struktureret og grundig tilgang. Hvis naturvidenskab i skolen, både i grundskolen og på ungdomsuddannelserne skal inspirere unge mennesker til at søge en karriere indenfor naturvidenskab, så mener jeg, at man skal sigte på at lære dem en struktureret tilgang til det eksperimentelle arbejde. De gode elever genkender mønstre og strukturer. Der er behov for dannelse af kognitive skemaer i elevernes hjerner – de må ikke have opfattelsen af, at læring finder sted tilfældigt.

En struktureret tilgang udelukker ikke forsøg fra at virke motiverende eller være sjove. Mange elever oplever en høj grad af tryghed, når der er en fast struktur (Ebbensgaard, 2014). Denne tryghed *skaber* en motivation hos disse elever. Der hvor man befinder sig i trygge rammer vil man motiveres. Eleverne vil også i højere grad opleve at de har succes med deres eksperimentelle arbejde. De undgår nederlag og fejl i

udførslen, som skyldes manglende indsigt. Gradvis vil deres motivation blive højere, efterhånden som de ser at deres egen mestringsevne (self-efficacy) udvikles (Illeris, 2006).

Struktur er heller ikke det modsatte af innovation. Både i folkeskolen og på gymnasiet er der krav om at eleverne skal styrke deres innovative kompetencer (gymnasieskolen.dk), (emu.dk). Men i mine øjne misforstås den innovative kompetence ofte, som en man kan træne ved at lade eleverne arbejde i blinde, lave brainstorm, og vente på "den store ide". Eleverne belønnes for "innovative kompetencer" når de kan finde på en uigennemtænkt løsning på et selvopfundet problem.

"innovation er ikke en personlig kompetence. Det er en aktivitet, som finder sted i et miljø, hvor man arbejder med at perfektionere ting" (Torben Spanget Christensen, Videnskab.dk)

For at få succes med innovation kræves stor faglig indsigt, en struktureret tilgang og en kultur hvor det at fejle i højere grad opfattes som vigtige læringstrin frem for nederlag.

Denne undersøgelse har afdækket en meget uensartet tilgang til arbejdet med eksperimenter i grundskolen i et lille lokalområde i Nordjylland. For at afdække om der er tale om et større problem er det selvfølgelig nødvendig med en landsdækkende undersøgelse, og samtidig en undersøgelse, som finder sted over en længere periode.

Et styrket samarbejde mellem de forskellige institutioner vil på sigt kunne lette overgangen for eleverne. Hvis lærerne fra både grundskole og gymnasier kunne mødes og samarbejde om tilrettelæggelsen af det eksperimentelle arbejde vil man givetvis som elev opleve en langt bedre sammenhæng i overgangen fra grundskole til ungdomsuddannelse. Et sådan samarbejde finder i nogen grad allerede sted, men handler ofte om brobygningsbesøg, hvor grundskole elever er på et kort besøg på gymnasiet og her præsenteres for forskellige fag og forskellige læringssituationer. Der er brug for et langt tættere og ligeværdigt samarbejde mellem lærerne i faglige netværk på tværs af institutionerne. Et sådant samarbejde er ressourcekrævende og kan næppe lade sig gøre uden tilførsel af eksterne midler. Både grundskoler og gymnasier oplever store besparelser samtidig med at der er kommet nye og anderledes krav i forbindelser med reformer og ændrede undervisnings – og eksamensformer. Institutionerne kæmper derfor hver for sig om at opfylde nye mål, mens at det fælles mål: At sikre sammenhæng i naturfagene, forsvinder i baggrunden. For underviserne i grundskolen vil det være interessant at samarbejde hvis der ud af samarbejdet kom færdige undervisningsbeskrivelser, som kræver et minimum af forberedelse. Der skal udarbejdes øvelsesvejledninger til elever og øvelsesvejledninger til lærerne, som ud over materialer og metoder skal rumme anvisninger til før-og efterbehandling af det eksperimentelle arbejde. Ungdomsuddannelserne vil finde et samarbejde interessant hvis det er muligt at tiltrække ekstra elever, eller fastholde en tilstrømning af elever fra de involverede grundskoler. Det kan ske igennem besøg og genbesøg. Både af lærere og elever fra grundskolen, men også i høj grad af gymnasieelever, som besøger grundskolen og som involveres i undervisning af grundskoleeleverne. På gymnasierne finde veludrustede laboratoriefaciliteter, der ofte vil kunne benyttes af besøgende elever og lærere fra grundskolerne. Netop mangel på udstyr kan være en hæmsko for udviklingen af nye forsøg og eksperimenter i grundskolen (bilag 4, lærerinterview). Ved at danne netværk omkring det eksperimentelle arbejde, vil der på sigt kunne udvikles en *naturfagskultur*, forankret i området (Sølberg, 2006). Med en fælles naturfagskultur vil overgangen mellem grundskole og

ungdomsuddannelse blive en glidende overgang, hvor kun det faglige niveau gradvist stiger. Eleverne vil opleve en større genkendelighed i arbejdsmetoder og også i udstyr, laboratorier og undervisere, når de går fra grundskolen og ind på gymnasiet. At eleverne på forhånd kender en lærer har stor betydning for deres trivsel og udvikling i den første periode i gymnasiet:

”Man skal lære at ”fange” en lærer” (Ebbensgaard mfl., 2014, s. 81)

Det eksperimentelle arbejde er blot en af de kompetencer, som eleverne kan brobygge med. I naturfagene er der, med den nye bekendtgørelse, 3 andre kompetencer, som hver for sig er lige så vigtige at optimere. Det kan handle om formidlingskompetencen, hvor elevernes overgang fra grundskole til gymnasium, ofte er præget af en stor forvirring i anvendelsen af forskellige former for skriftlige produkter. Den synopsis, som eleverne skal aflevere forud for eksamen i naturfag har således en helt anden form end de synopses, som eleverne skal aflevere på gymnasiet (emu.dk). Det virker oplagt at få fastlagt en fælles form på tværs af skoler og gymnasier så eleverne oplever en større sammenhæng og overførsel af viden.

På samme måde kunne også modelleringskompetencen samstemmes mellem institutionerne. I grundskolen er selve definitionen af en model anderledes end den er på gymnasiet. Hvor en model i naturfagsundervisningen i grundskolen ofte refererer til f.eks. opstillingen af rør og slanger til at vise vandets kredsløb (en praktisk modelleringskompetence) er en model i gymnasiet ofte karakteriseret ved at indeholde matematiske antagelser (en teoretisk modelleringskompetence).

Der har gennem en årrække og flere reformer været en tendens til at ansvaret for elevernes læring flyttes nedad i systemet. Ministeriet flytter ansvaret ud til skolerne. Skolerne flytter ansvaret over på lærerne og som undersøgelsen viste på skole A, så flytter læreren ansvaret for læringen helt ud til eleverne selv (Bilag 3, lærerinterview). Måske er tiden kommet til at ministeriet igen i højere grad skal tage ansvaret for elevernes læring? Det kan de gøre ved at tilføre området ressourcer. Mange lærere oplever manglen på udstyr og faciliteter som en af de væsentligste barrierer for udførelsen af god undervisning i laboratorierne (Sølborg, 2006). På samme måde lider også uddannelsen af lærere til folkeskolen under mangel på tilstrækkelige ressourcer (arbejderen.dk). Forudsætningen for god undervisning er gode rammebetingelser, herunder også veluddannede lærere.

Afrunding og perspektivering

Denne opgave har afdækket en række problematiske forhold i overgangen fra grundskolernes eksperimentelle arbejde til gymnasiets NV undervisning. Der er tilsyneladende et større sammenhængsproblem og en række didaktiske udfordringer. I foråret 2017 udkom en rapport, som optakt til arbejdet med at udarbejde en national naturvidenskabs strategi (Praksiskortlægning til arbejdet med en national naturfags strategi, 2016). I denne rapport angives den manglende sammenhæng på naturfagsområdet mellem grundskole, ungdomsuddannelser og højere læreanstalter som en væsentlig problematik. I første omgang kortlægges praksis og en række undervisningsforsøg og herefter skal en

egentlig strategi for området udarbejdes (Praksiskortlægning til arbejdet med en national naturfags strategi, 2016).

Meget tyder på, at den såkaldte engineering-didaktik er på vej frem. Engineering didaktik er en problemorienteret tilgang til naturfagsundervisning, hvor eleverne sættes til at løse problemer med naturfagligt indhold (Mikkelsen mfl. 2017). I sin tilgang er den meget lig med IBSE didaktikken. Denne engineering didaktik skal i første omgang afprøves på 55 folkeskoler og håbet er, at den problemorienterede tilgang vil gøre, at mange flere unge mennesker efterfølgende vil få lyst til at tage en uddannelse indenfor de naturvidenskabelige fag. Som diskuteret tidligere i denne opgave *kan* den problemorienterede virke motiverede for nogle elever, mens den også kan frembringe frustrationer hos andre elevtyper. Mit håb er at man vil fokusere i lige så høj grad på den faglige læring og struktur, så man fremmer egenskaber som selvkontrol og koncentration og skaber kognitive strukturer hos eleverne der belønner en indsats med øget faglig forståelse.

Netop koncentrationsevnen hos eleverne kunne være interessant at undersøge i sammenhæng med naturfagsundervisningen. I eksperimentelt arbejde foregår stort set al læring i grupper. Den primære årsag til dette er de fysiske faciliteter og logistik (antal af bægerglas, mikroskoper og andet udstyr), som tvinger lærerne til at gruppere eleverne. Men det er en interessant tanke at netop arbejdsformen med gruppeinddeling kan være en af årsagerne til at teoriindlæringen under eksperimentelt arbejde bliver mangelfuld. Man kan sagtens forestille sig at for mange elever kører på "frihjul" i grupperne og lader en eller to af kammeraterne udtænke og udføre arbejdet. Der er ikke behov for at alle eleverne i gruppen skal koncentrere sig om undersøgelsen. Det kunne enkeltmands grupper forandre. Ved at ændre arbejdsformen ville alle være nødt til at koncentrere sig om opgaven. Deres indlæringsmønstre ville ændre sig, således at fokuseret arbejde i højere grad blev belønnet med en succes i eksperimenterne.

Eleverne skal opleve motivation ved at mestre håndværket. De skal lære at forskning er rugbrødsarbejde og at nye ideer opstår efter års arbejde med at optimere eksisterende praksis, og de skal hjælpes på vej af godt uddannede, engagerede lærere på alle niveauer af uddannelsessystemet.

Litteraturliste

Abrahams, I. Does practical work really motivate? A study of the affective value of practical work in secondary school science. International journal of science education. Vol 31, no. 17, 2009.

Abrahams, I. The assessment of practical work in school science. 2013. Studies in Science education

Andersen, L. Naturvidenskabeligt grundforløb. LMFK-bladet 3 – 2014.

Barger, M. M. & Linnenbrink-Garcia, L. Developmental Systems of Students' Personal Theories About Education. Educational psychologist. 2016

Beck, S. mfl. Klassisk og moderne læringsteori. 2014. Hans Reitzels forlag

Blomhøj, M. & Jensen, T. H. SOS-projektet – didaktisk modellering af et sammenhængsproblem. Mona 2007-3

Brinkmann, S. John Dewey – en introduction. 2006. Hans Reitzels Forlag

Clough, M. P. Teaching science through inquiry. 2015 The science teacher- 6

Crovato, T, mfl. Visualisering som middel til øget læring. LMFK bladet 4/2015

Dewey, J. Naturvidenskab som stofområde og som metode. MONA. 2008-1

Dohn, N. B. Motiverende og interesseskabende naturfagsundervisning. NTSnet.dk/naturfagsdidaktik. 2017

Dohn, N. B. Elevers interesse i naturfag – et didaktisk perspektiv. MONA 207 – 3

Dolin, J. mfl. Hvad er kvalitet i matematik- og naturfagsundervisningen?. Mona 2015-1

Dolin, J. Naturfagsdidaktiske problemstillinger i et fagsammenhængende perspektiv. Kursiv -7. 2012. DPU

Dolin, J. Naturfaglige kompetencer – om kompetencetænkningen i nye forenklede fælles mål. Fra: Tougaard, S. & Kofoed, L. Metoder i naturfag – en antologi, 2014.

Ebbensgaard, A. B. mfl. Overgangsproblemer mellem grundskole og gymnasium i fagene dansk, matematik og engelsk. IND's tidskriftserie 37, 2014

Felsager, B. mfl. Naturfaglige kompetencer i tværfaglige forløb. Uddannelsesstyrelsen, 2005

Fishback, j. E. Implementing an instructional framework and content literacy strategies into middle and high school science classes. 2012. Literacy research and instruction

Fremtidens naturfag I folkeskolen. Rapport. Udvalget til forberedelsen af en handlingsplan for naturfagene I folkeskolen .UVM, 2006

Frisdahl, K. (red) Inquiry based science education. Kompendium. 2014. University of Copenhagen – department of science education

- Goldbech, O. & Totzki, E. Lærerrollen i det praktiske og eksperimentelle arbejde i folkeskolens fysik/kemiundervisning. NORDlab-dk 11.
- Harlen, W. Udvikling og evaluering af undersøgelsesbaseret undervisning. Mona 2011-3
- Haslam, C. Y & Hamilton, R. J. Investigating the use of integrated instructions to reduce the cognitive load associated with doing practical work in secondary school science. 2010. International journal of science education
- Hodson, D. Et kritisk blik på praktisk arbejde i naturfagene. Mona 2008-3
- Hodson, D, & Hodson, J. From constructivism to social constructivism: A Vygotskian perspective on teaching and learning science. School science review. V. 79, n. 289, 1998
- Hodson, D. Learning science, learning about science, doing science: Different goals demand different learning methods. 2014. International journal of science education.
- Høegh, t. & Raae P. H. Udviklende teammøder – med fagligt indhold. Gymnasieskolen 2016 -5.
- Illeris, K. Læring. 2013. Roskilde Universitetsforlag.
- Illeris, K. (red.) 49 tekster om læring. 2012. Samfundslitteratur
- Johnson, L. mfl. Technology outlook for STEM+ education. 2013-2018 NMC horizon project sector analysis. Austin, Texas. The new media consortium
- Josephsen, J. Kan laboratoriearbejdet erstattes af simuleringsprogrammer? Mona 2015-2
- Kamstrup, A. K. The wow-effect in science teacher education. 2016. Cultural studies of science education
- Kendall, N. mfl. Learning by doing - research introduction. 2014. Technology and engineering teacher.
- Kirschner, P. A., mfl. Why minimal guidance during instruction does not work: An analysis of the failure of constructivist, discovery, Problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. Educational psychologist, 2006. 41(2)
- Krogstrup, H. K. 2006. Evalueringsmodeller. Hans Reitzels Forlag
- Kvale, S. & Brinkmann, S. Interview: Introduktion til et håndværk. 2009. Hans Reitzels forlag
- Madsen, L. M. mfl. Ude i verden har man heller ikke en brugsanvisning – erfaringer fra et eksperimentelt laboratoriforløb i fysik i gymnasiet. Mona 2009-1
- Mathiasen, H. Mfl. Undervisningsorganisering, -former og – medier – på langs og på tværs af fag og gymnasiale uddannelser. Hovedrapport 2014. AU. Center for undervisningsudvikling og digitale medier.
- Mikkelsen, H. mfl. Ipad-generationen ved for lidt om teknologi. Jyllands-Posten 29/5-2017, s. 16.
- Mårtensson B. D. Mening og metode – om mødet mellem erkendelse og læring i pædagogisk teori. TIDskrift VOL II, 2012

Naturvidenskabeligt grundforløb – STX. STX bekendtgørelsen, juni 2010, bilag 45

Nielsen, P. og Rasmussen, P. Spørgeskemaer som redskab til undervisningsevaluering. Ceptra-striben nr 10, nov. 2012

Olympiou, G. & Zacharia, Z. Blending physical and virtual manipulatives: An effort to improve students conceptual understanding through science laboratory experimentation. 2011 Wiley Online Library

Poulsen, J. (red). Evaluering af Naturvidenskabeligt grundforløb, efterår 2011. UVM

Praksiskortlægning til arbejdet med en national naturvidenskabsstrategi. Institut for naturfagernes didaktik. KU, 2016

Schilling, V. Eksperimentelt arbejde i fysik. Gymnasieforskning 2014

Skriver, K. mfl. Udfordringer ved undervisning i enzymer. Mona 2015-1

Statusrapport for naturvidenskabeligt grundforløb – baseret på spørgeskemaundersøgelse og konference. UVM, 2008

Sølberg, J. Den lokale naturfaglige kultur – et fokus for udvikling. Mona 2006-1

Søndergaard, B. D. mfl. Overgangsproblematikker i uddannelsessystemet. Konferencerapport, 2009. DPU

Taylor, P. C. Constructivism. Encyclopedia of science education. 2014

Vejledning til fælles prøve i fysik/kemi, biologi og geografi. UVM, Styrelsen for undervisning og kvalitet, 2015

Verdens bedste folkeskole – vision og strategi. Regeringens debatoplæg til møde i Globaliseringsrådet 18. og 19. august 2005.

Waldrop, M. M. The science of teaching science. 2015. Nature vol 523

Wenger, E. Praksisfællesskaber. 1998. Hans Reitzels forlag.

White, R., T. The link between the laboratory and learning. International journal of science education. Vol. 18-7, 1996

Øster, K mfl. Naturfag i tiden. Nytænkning af folkeskolens naturfag på 7. – 9. klassetrin. NTS centeret. 2013

Østergaard, E. Naturfaglærerens doble blik – fenomenologiske perspektiver på elevers naturkunnskap. 2011. Norsk pedagogisk tidsskrift.

7 skarpe til naturfagslærerne om den fælles prøve i fysik/kemi, biologi og geografi. Ministeriet for børn, undervisning og ligestilling.

Netbaseret materiale:

<http://www.arbejderen.dk/artikel/2008-03-11/invester-i-fremtiden>

http://psy.au.dk/fileadmin/site_files/filer_psykologi/dokumenter/Studieportal/Undervisning_og_Eksamen/Undervisning/Pensumlister/E2011/EndeligSP-pensum_2011-4.pdf

<http://www.emu.dk/modul/biologi-f%C3%A6lles-m%C3%A5l-%C3%A6seplan-og-vejledning>

<http://www.fremforsk.dk/observationsstudier/>

<http://gymnasieskolen.dk/overblikket-her-er-den-nye-gymnasiereform>

<http://videnskab.dk/kultur-samfund/skal-gymnasieelever-have-karakterer-vaere-innovative>

<https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=152507#Bil45>

Bilag 1

Interviewguide, elever

Hovedpunkter, forskningsspørgsmål	stikord	spørgsmål
Introduktion	Hvem er I Hvem er jeg Fortrolighed	- Hvordan er gruppen blevet sammensat? - Har I selv bestemt hvem I vil være sammen med?
Har eleverne overblik over formålet med undervisningen?	Forsøg at få flere elever i gruppen til at svare	- Hvad er det I er i gang med? - Beskriv jeres forsøg og formålet med det
Hvilken type praktisk arbejde er der tale om	Fremvis forsøgsapparat/ur/opstilling/resultater	- Hvem har fundet på at I skal lave dette forsøg? - Hvor har I fået jeres viden om emnet/ dette forsøg fra? - Hvilke resultater har I fået? - Hvordan skal I formidle jeres resultater?
Elevernes opfattelse af læring		- Synes I at det er en god måde at arbejde med stoffet på? - Hvad er godt ved måden – og hvad er knap så godt? - Hvilke andre måder har I arbejdet på?

Bilag 2

Interviewguide, lærere.

Hovedpunkter, forskningsspørgsmål	stikord	spørgsmål
Introduktion til undersøgelse	- Bedre sammenhæng mellem grundskole og ungdomsuddannelse - Afdækning af hvordan naturfagsundervisningen foregår	
Undervisningens organisation	- Antal timer - Lokaler/apparatur - Opbygning fra 7. klasse til og med 9. klasse - Udleverede materialer/papirer?	- Hvor mange lektioner? - Hvilke materialer? - Hvor mange lærere?(i Naturfagsgruppen) - antal elever?
Hvilken type af praktisk arbejde?	- Brug skema fra Schilling	- Hvem har valgt det tema som I arbejder med? (problemformulering) - Hvem bestemmer hvilke materialer og metoder som eleverne benytter? - Hvordan skal eleverne arbejde videre med resultaterne?
Begrundelse for valg af metode	- Fordele og ulemper	- Hvilke tanker har du gjort dig i forhold til at arbejde med eksperimenter på denne måde? - Hvad tror du at eleverne får ud af at arbejde på denne måde?
Hvordan kan vi opnå en bedre sammenhæng mellem grundskole og ungdomsuddannelsen?	- Alle ideer	

Bilag 3

Skole A.

Overordnet ramme:

Interview og observation er foretaget i april, 2017. Alle elever mødes med læreren (23 elever) helt kortvarigt, herefter er resten af modulet (90 minutter) gruppetid, hvor de enkelte grupper skal arbejde med de forsøg og den teori, som de skal anvende i naturfagseksamen. Klassen er opdelt i 6 grupper, og grupperne fordeles herefter mellem 3 lokaler samt gangarealer for at arbejde. 1 af lokalerne er et laboratorium, resten er almindelige klasselokaler. Under hele modulet bliver læreren i et lokale (laboratoriet) og eleverne kan opsøge ham her.

Elevinterviewene starter efter ca. 10 minutter af modulet, lærerinterview starter efter at modulet er afsluttet (i pausen umiddelbart efter modulet).

I nedenstående transskribering er interviewer benævnt "I" og elevgrupper er nummererede. De enkelte elever i grupperne er ligeledes nummererede. For henvisning til enkelte elevers udtalelser benyttes skolens bogstavkode (A-C), elevgruppe nummeret, og elevens nummer. Feks. henviser (A-1/3) til skole A, elevgruppe 1 og elev 3.

Transskribering

Elevgruppe nr. 1

I: Hej - må jeg sætte mig her hos jer?

Elev 1: ja, ja

I: Jeg kan se at I er tre i jeres gruppe – hvordan har I fundet sammen i den gruppe?

Elev 1: ..vi er gode venner..

I: Så I har selv bestemt hvem I vil være sammen med?

Elev 2: Ja, det må vi selv bestemme

I : Kan I fortælle mig hvad I er i gang med

Elev 1: Vi skal lave arbejdsspørgsmål

I: Hvem har bestemt jeres arbejdsspørgsmål?

Elev 2: Vi har fået et overemne, og så skal vi selv formulere underspørgsmål ud fra det.

I Okey – så det er altså jeres egne spørgsmål I er ved at lave?

Elev 2: ja..

I : Har I lavet forsøg indenfor emnet?

Elev 1: Vi har lavet forsøg med gennemsvivning.

Så har vi lavet et lifestraw. Altså sådan et slags sugerør.

I: Hvordan har I fundet ud af hvilke forsøg I skulle lave?

Elev 1: Vi har selv bestemt forsøg, men altså vi har fundet inspiration på nettet og så har vi snakket med vores lærer, og om han synes at det var et godt forsøg og sådan noget.

I: Har I fået noget materiale udleveret af læreren?

Elev 2: Nej, vi har selv fundet vores materiale...og så har vi brugt noget fra undervisningen.

I: Har i slet ikke fået noget materiale fra læreren?

Elev 1: nej? Altså han har hjulpet os med at finde noget på EMU'en (red: hjemmeside for materialer til skolebrug)

I: Hvordan skal I formidle det her?

Elev 2: Det er en slags samtale (red: til eksamen)...

I: skal I lave en slags rapport over det?

Elev 2: vi skal aflevere en Synopsis..

I: Synes I at det er en god måde at arbejde med naturfag på?

Elev 2: ja, det er rigtigt godt

I: Hvorfor synes du det?

Elev 2: Det er fordi vi har fået lov til at arbejde meget sammen...altså vi har været meget i grupper

I: Har I arbejdet på en anden måde med andre emner i løbet af året?

Elev 1: ja..eller nej, det har været på den her måde hele året...i 8 klasse lavede vi noget andet..

I: Hvad lavede I i 8. kl. ?

Elev 1: Der skulle vi mere bruge bogen...og så lavede vi nogen af de ting, som stod der i.

I : Altså også nogle af de forsøg som var i bogen?

Elev 1: ja

Elevgruppe nr. 2

I: Hej...må jeg lige forstyrre jer lidt?

Elev 1: det er ok...skal vi så optages?

I: ja, jeg optager lige det som bliver sagt, så jeg kan huske det bagefter..

I: Kan I prøve at forklare mig hvad det er I laver?

Elev 1: Vi laver skyer...

I: Hvorfor er I i gang med at lave skyer?

Elev 2: Vi har om drikkevandet. Vi har lavet sådan en planche med vandet kredsløb og nu er vi så i gang med at lave skyer for ligesom at vise. Regnen kommer fra skyer

For at underbygge en af de elementer der er i det.

I: Hvem har fundet på at I skulle lave skyer?

Elev 1 + 2: Det har vi selv

I: Hvordan har I bestemt hvilken metode I skulle bruge til at lave skyer?

Elev 2: Det har vi fundet på nettet.

I : Hvad skal I gøre med resultatet, skrive ned skrive rapport, filme?

Elev 1: skal vi ikke filme det?

Elev 2: vi skal også skrive det ned

I : Og hvad så bagefter?

Elev 2: så skal vi bruge det sammen med den planche som vi har lavet, til eksamen.

I: Hvad tænker I om de flerfaglige forløb? Hvordan har det fungeret

Elev 1: det kommer an på hvilket emne. Vi har haft nogen emner der er nemmere

I: Prøv at forklar.

Elev 1: Nogle er nemmere end andre. Der er nogen som man kan relatere sig til. Feks stråling der var det mere spændende for der havde vi ligesom os selv som det handlede om. Om UV stråling

I : Hvad med det at der mange fag sammen? Hvad tænker I om det?

Elev 2: Det er godt der er mere tid. Mere dybdegående

I: Hvem har valgt emnerne?

Elev 2: altså de store emner dem har XX (læreren) bestem og de underemner, altså skyer, det har vi selv valgt. Nogle er bedre end andre. Nogle er mere fysik, andre er biologi

Det er meget fint, så får man noget fra mange vinkler.

Elevgruppe 3

I: Hej – jeg sætter mig lige her hos jer

I: Kan I fortælle hvad det er I er i gang med?

Elev1: Vi er i gang med at skrive om sprøjtegift.. altså om hvad der sker hvis det kommer ned i grundvandet og vi drikker det. Hvilke konsekvenser det har for dem der drikker det

I: Hvorfor lige sprøjtegift?

Elev 1: Det var fordi vi synes at det var mest interessant indenfor det emne

I Har I lavet nogen forsøg indenfor emnet?

Elev 2. Ikke endnu. Vi er ved at planlægge nogen forskellige forsøg der skal ligge indenfor geografi, biologi eller fysik

I :Må I selv bestemme hvilke forsøg I laver?

Elev 2: Læreren giver ideer og vi finder selv nogen. Vi snakker om hvad der er bedst

I : Hvordan fungerer det ,at der er flere forskellige fag sammen?

Elev 2: Hvis det overordnede emne ligger bedst til geografi eller sådan noget, så kan være lidt svært at finde spørgsmål til de forskellige fag

Det kan feks. være svært at finde spørgsmål indenfor fysik til et emne.

I: Hvordan fungerer det at I har fælles temaer?

Elev 1: Det er lidt det samme, bare repetition

Elevgruppe 4

I: hej med jer – jeg står lige og kigger lige lidt her hos jer....

Elev 1: ja

I: kan I ikke lige fortælle mig hvad I er i gang med?

Elev 1: Vi er ved at lave vandets kredsløb....

I: Kan I ikke fortælle mig hvordan I gør det?

Elev 1: vi er ved, altså med de her rør...eller "halv-rør" at få vandet til at løbe rundt

I: Hvorfor skal det løbe rundt?

Elev 2: Vi skal vise at vandet bevæger sig rundt i et kredsløb

I: Hvordan er I kommet på at vise vandets kredsløb på denne måde?

Elev 3: Det er fordi vi har om vand

Elev 2: Vi vil gerne vise et kredsløb på samme måde som det er i bogen

I: Har I et billede af forsøget i en bog?

Elev 2: ja - det er her...

I : Har I selv fundet på at det er lige det her forsøg I vil lave?

Elev 2: ja, men vi har jo spurgt XX (læreren) om det var en god ide og sådan noget

I : Og det synes han så?

Elev 3: Ja og så måtte vi gerne prøve. Vi har også lavet et andet forsøg hvor vi har rensset vand. Men det virkede ikke så godt...

I: Hvad gjorde I så?

Elev 1: så smed vi det ud.. og så fik vi det her.

I : I at det er en god måde at arbejde med stoffet på?

Elev 1: ? ja, det er sjovt selv at få lov til at bygge sådan noget

I: Hvorfor er det sjovt?

Elev 1: det er fordi det er sjovere end at bare at sidde stille og ..

Elev 2: ja, men det er også svært at få det til at virke

I: tak skal I have

Lærerinterview

I: kan du ikke starte med at fortælle noget om hvordan I har struktureret undervisningen her i 9.kl?

L: jo, altså det er jo sammen med alle naurfagene. Vi har valgt 4 temaer, som vi så arbejde med her i 9. og lige nu er vi ved det sidste tema som er "vand"

I: Hvordan har I valgt jeres temaer?

L: Vi er blevet enige i gruppen - gruppen er både fysik/kemi, biologi og geografi. Det er jo nogle emner som alle tre fag skal være sammen om. Så emnerne skal kunne bruges i alle tre fag.

I: Hvor mange lærere er I i den gruppe+

L: Vi er XX, XX og mig selv – altså tre lærere.

I: Hvordan gør I så – skiftes I til at undervise eller hvad?

L: Ja – og nu er det så mig, det passer også bedst, for jeg kan både undervise i fysik/kemi og i biologi, så det er kun geografi der mangler.

I: Og der kommer så en lærer ind og underviser?

L: Ja hun kommer næste gang.

I : nu har jeg været rundt og se mange af grupperne arbejde, og de laver meget forskelligt. Hvem bestemmer egentlig hvad de skal lave?

L: Det gør de selv ... ihvert fald langt hen ad vejen, for det er jo mig der har bestemt det emne de skal arbejde med. Men de bestemmer selv hvilket underemne de skal arbejde med. Og derfor bestemmer de også selv hvilke spørgsmål de vil undersøge.

I: Og hvilke forsøg de vil lave?

L: ja, ja

I : Men hvordan finder de materialer til de forsøg de laver?

L. der kan de godt få hjælp, hvis de har fundet noget som jeg kan

I: Hvor får de teori fra?

L: Den har de jo fra bogen.... Ellers finder de selv noget. Det er tit noget som de har fra en video eller en side på nettet eller sådan noget. Jeg har jo også nogle andre bøger som de låner.

I: Hvad du synes der har været godt ved at arbejde på denne måde

L: På de vilkår det hele er lavet så er der ikke noget der er rigtigt godt...

De faglige og personlige mål kan ikke nås, den videnskabelige dannelse kan ikke nås.

Vi når ikke de mål vi skal. Vi har fået låst vores målfastsættelse efter et skema..

Folkeskolens formålsparagraf : den alsidige udvikling glemmes... Tegn på læring... det er en kontormand og en jurist der har lavet de . det kan måles med har ikke noget med skole at gøre..

I: Hvordan arbejde i med selve formidlingsdelen?

L: Det har været med længe – i andre fag også. Der stilles krav om at man kan forklare det til en gruppe eller til klassen. At det skulle være et helligt mål i sig selv? Det er jeg ikke enig i.

I : hvad så med undersøgelsesdelen – altså som den er beskrevet i målene?

L: Det er det sværeste..

I fysik kemi er det svært der er så forbandet mange muligheder for at undersøge noget. Svært at holde fokus. Det er svært at vælge. Vi efterviser viden.

Det er meget svært at gennemføre. Det sker et par gange på et hold, at der kommer en elev med en undring – og så kan vi forsøge at finde en årsag.

Den del der træner nysgerrighed den er blevet styrket. Det dyrkes forskelligt af forskellige lærere.

Bilag 4

Skole B.

Overordnet ramme:

Interview og observation er foretaget i april, 2017. Alle elever mødes med læreren (20 elever) i laboratoriet. Herefter præsenteres programmet for modulet (2 x 35 min + 10 minutters pause). Der afsættes 50 minutter til, at eleverne, i grupper, arbejder med øvelsen: Alkoholer. Herefter er resten af modulet opsamling, hvor læreren gennemgår øvelsens forskellige resultater, trin for trin. Klassen er opdelt i 7 grupper, og grupperne arbejder alle på samme tid i laboratoriet. Læreren er til stede under hele modulet og eleverne kan opsøge ham for vejledning. Eleverne får udleveret en vejledning, som trin for trin leder dem igennem en række småforsøg med egenskaber for alkoholer.

Modulet er en ud af 10 ekstra moduler, som læreren har fået tildelt sammen med eleverne for at træne dem op til eksamen i naturfag.

Elevinterviewene starter da eleverne i grupper starter med forsøgene, lærerinterview starter efter at modulet er afsluttet (i pausen umiddelbart efter modulet).

I nedenstående transskribering er interviewer benævnt "I" og elevgrupper er nummererede. De enkelte elever i grupperne er ligeledes nummererede. For henvisning til enkelte elevers udtalelser benyttes skolens bogstavkode (A-C), elevgruppe nummeret, og elevens nummer. Feks. henviser (B-1/3) til skole B, elevgruppe 1 og elev 3.

De praktiske forhold i laboratoriet er trange, med mangel på glasvarer, vægte mv.

Transskribering:

Elevgruppe 1

I: Hej med jer! Er det i orden at jeg lige følger lidt med I hvad I laver?

Elev 1: det er bare i orden.

I: Hvor mange er I i gruppen (red: uklart da, der er mange elever på lidt plads i laboratoriet)?

Elev2: Vi er bare os tre (Red: navne nævnes)

I : Hvordan har I fundet sammen?

Elev 2: Hvordan mener du?

I: Jeg mener: har I selv bestemt at I 3 lige vil være sammen?

Elev 1: ja, ja – det bestemmer vi selv. Nogle gange bestemmer XX (læreren) faktisk er det mest os selv der bestemmer. Men vi må ikke være mere end 3 sammen. Det er vist bedst. Der er ikke så meget plads, og hvis vi er flere er det svært....

I: Kan I ikke prøve at fortælle mig hvad det er I laver?

Elev 1: Vil skal undersøge de her forskellige slags benzin. Protanol, ethanol

Elev 2. Så har vi noget om fordampningshastighed. Hvad for en der fordamper først. Og hvad for en der lugter mest. Om de lugter stærkt eller mildt, sødt Bagefter skal vi finde noget om kogepunkt. Massefylde og opløslighed. Om de kan opløses i vand og sådan noget.

I: Hvordan skal I finde ud af det? Har I en vejledning?

Elev 1: Altså først til kogepunkt skal vi bruge 200 ml vand. Og få det til at koge. Og se hvad for en der fordamper først.

Vi har hældt det op i 4 reagensglas. Vi har sat sedler på så,vi kan kende forskel på dem.

Massefylde vil vi fylde op i bægerglas og måle vægt. Forskel på vægt før og efter....

I: Hvad er overordnet formålet med forsøgene?

Elev 2: Der er at lære om. Det er en del af pensum at vi skal have om alkoholer

I: Hvad kan man bruge det til?

Elev 2: Man kan.. det er forskelligt. noget at der er lettere. At finde ud forskellen i massefylden. Hvis man har en gryde med pasta i kan man finde ud af om den vil flyde over..

I : Hvad synes I om at arbejde med stoffet på den her måde?

Elev 1: Jeg synes at det er godt!

I: Kan du forklare det? Hvordan er det godt?

Elev 2: Det er godt fordi det er meget sjovere at lave forsøg og sådan noget.

Elev 1: ja, og det . Og tiden går meget hurtigere. Men det er også ret godt at lære på den her måde. Faktisk meget

I: Har I arbejdet på andre måder med eksperimenter?

Elev 1: hvordan mener du?

I: Jeg mener: har I også nogen gange selv fundet et emne og så selv skulle lave et forsøg dertil?

Elev1: Nej...det tror jeg ikke. Det er XX (læreren) som altid har forsøget. Det er forsøg fra bogen (red: Malling Beck: Ny Prisma 9) og det er dem som vi bruger .

Elevgruppe 2

I: Kan I forklare mig hvad I er i gang med at lave?

Elev 1: Vi er i gang med at sammenligne de her alkoholer.. Vi skal finde ud af noget om massefylde og noget om lugten. Og ..

I: Går I frem efter vejledningen?

Elev 2: Hvis vi er i tvivl om noget spørger vi bare læreren

Nogen gang er det lidt forskellig hvad folk gør

I : Hvad skal I til at gøre nu ?

Elev 2: Vi skal til at måle

Først måler vi den her , for at skulle trække den fra og så hælder vi alkohol i for at finde massefylde.

Det tal vi får skal vi dividere med ti..

I : Hvilken en (red: Massefylde) regner I med er højest ?

Elev 2: Aner det ikke

Elev 1: Har ingen anelse

I : Hvor har I fået viden om alkoholer fra?

I : Hvad kan man bruge resultatet til?

Elev 1: Også sammen med de andre forsøg vi har . så kan man se efter hvad en bestemt alkohol kan.

En alkohol der er størst eller flest ...

I: Hvad synes I om at arbejde med emnet på denne her måde – med forsøg på den her måde?

Elev 3: Det er mega nice!

I: Hvorfor er det ”nice”?

Elev 1: Det er meget sjovere

Elevgruppe 3

I: Kan I ikke prøve at forklare mig hvad det er I er i gang med her?

Elev 1: Vi er i gang med at finde ud af op det opløses i vand og benzin

Umiddelbart kan vi se at rensebenzin ligger ovenpå

I : Hvad betyder det så?

Elev 2: At det ikke kan opløses i vand

I : Hvad kan man bruge den viden til ?

Elev 1 + 2:

I : Hvorfor tror I at I skal lave det forsøg

Elev 1: Hvis jeg nu skal bruge min egen viden. Så vil jeg tro at. Så hvis man hælder det i havet, så ved man at det vil lægge sig øverst.

I : Nu er I lige i gang med dette forsøg, men hele forløbet hvad skal I bruge det til?

Elev 1: For at få en bedre forståelse for alkohol egentlig er hvad det egentlig består af. Alt det der med at det faktisk ikke bare er sukker og vand. At det faktisk er kemikalier der er sat sammen. Altså feks. dengang vi skulle lave lave alkohol, hele processen

Elev 2: Hvad processen egentlig er i det. Hvad tid det tager at lave sådan noget

Og så selvom mange drikker alkohol, så hele arbejdet med at lave det. At det faktisk tager lang tid.

Elevgruppe 4

I : Hvad laver I ?

Elev 1: Vi finder de her forskellige væsker der er i. Om de kan opløses i vand

Feks. den der ned rensebenzin . der ligger væsken oven på vand.

I :Hvad kan man bruge den viden til?

Elev 1: Hvis det er noget der er opløsligt og hvis der er noget der er farligt, så hvis der er en arbejdsplads der bruger det, så skal man være meget forsigtig.

.....

Interview afbrydes af læreren som samler klassen.

Herefter gennemgås resultater. Eleverne bliver spurgt og til hvert spørgsmål er der et korrekt svar, som læreren enten får fra eleverne eller selv siger.

Interview med læreren

I: Hvordan har I struktureret 9. kl året?

L: Vi er 2 lærere som sammen dækker alle tre fag. Så har vi fået de har 10 ekstra moduler til at nå at blive klar til den nye eksamen til sommer. Vi har så delt de 10 moduler imellem os, og lige nu er det så mig der er i gang med fysik/kemi undervisningen.

I: har eleverne lavet rapporter over de forsøg som de har avet?

L: nej - her i 9. har de kun lavet synopser. Det er for at træne dem frem mod eksamen. Men i 8. kl. der lavede de en del rapporter.

I: Hvordan har I valgt det tema, som I er i gang med?

L: jo.. det er et af 5 forløb eller temaer som vi har. Og vi har ud fra planen (red: Uvm) valgt det her tema

I: Når du siger I – hvem er I så?

L: det er mig og mine kollegaer – det er ikke eleverne. De har slet ikke været indover...Men det meste er jo allerede bestemt på forhånd – der er ikke så meget valgfrihed.

Vi har været på tur med klassen da vi havde om stråling – der var vi ude på sygehuset, og fik set røntgen og sådan noget. Det gav jo lidt frihed. Efterfølgende skulle eleverne selv arbejde med emnet – eller med dele af emnet som de selv valgte. Der skulle de lave en synopse.

I : Hvordan har du fundet den teori som I bruger feks i dag?

L: Det kommer jo fra bogen (red: Prisma), og det er den vi har brugt til fysik/kemi. Der er arbejdsark med og dem bruger vi sammen med bogen.

I: Hvad tænker du om at arbejde med eksperimenter på denne her måde?

L: Det er jo som du ser trange forhold. Vi er rigtig mange sammen her, og vi mangler udstyr til grupperne. Der mangler glas, og de bliver nødt til at låne fra hinanden.

Til næste år skal vi bygge et nyt laboratorium – det bliver fedt. Så får vi masser af plads.

I : arbejder I nogen gange med en højere grad af åbenhed, af frihed i elevernes eksperimenter, altså hvor de feks. selv bestemmer problemformuleringen eller selv bestemmer hvilke forsøg de vil lave?

L. Nej – det har jeg ikke gjort. ...Jeg synes slet ikke det kan lade sig gøre her. Jeg kan sagtens se at det er godt hvis man har plads og udstyr og sådan noget, men det er godt nok svært hvis 5-6 grupper vil bruge forskelligt udstyr. Så skal jeg ringe rundt og låne hvis jeg kan. Vi har kun lige det allermest vigtige grej her

I: Hvad tænker du fungerer godt ved denne nye naturfagseksamen?

L:....jeg synes i hvert fald at de bliver bedre mundtligt. Den fælles naturfagseksamen styrker deres mundtlige kompetencer i biologi. Før var der jo bare "gæt og vind" – altså den gamle afkrydsningsprøve-der skulle eleverne bare lære at huske hvor de skulle sætte et kryds. Nu har de en mundtlig eksamen hvor de er tvunget til at forklare – det synes jeg er godt

Bilag 5

Skole C.

Overordnet ramme:

Interview og observation er foretaget i marts, 2017. Alle elever mødes med læreren (14 elever tilstede, i alt er klassen på 18 elever) i laboratoriet. Modulet er på 70 minutter. Under hele modulet bliver læreren i et lokale (laboratoriet) og eleverne kan opsøge ham her. Eleverne arbejder med det overordnede fælles emne: "Bæredygtig energiforsyning på lokalt og globalt plan". I modulet skal en del af grupperne færdiggøre et forsøg som de startede på i sidste naturfagstime, mens andre grupper skal arbejde med synopseskrive da de færdiggjorde forsøget sidste gang.

Elevinterviewene starter efter ca. 15 minutter af modulet, lærerinterview starter efter at modulet er afsluttet (i pausen umiddelbart efter modulet).

I nedenstående transskribering er interviewer benævnt "I" og elevgrupper er nummererede. De enkelte elever i grupperne er ligeledes nummererede. For henvisning til enkelte elevers udtalelser benyttes skolens bogstavkode (A-C), elevgruppe nummeret, og elevens nummer. Feks. henviser (A-1/3) til skole A, elevgruppe 1 og elev 3.

Elevgruppe 1

I : Hej – må jeg sætte mig her hos jer?

Elev 1: ja. Optager du ?

I: Ja, så kan jeg bedre huske det bagefter... Kan I ikke fortælle mig lidt om hvad det er I laver?

Elev 2: Vi skal få den her (red: Mølle) til at køre rundt ved at putte vand ned i den her. Og så bliver det til brint og så kan den køre rundt.

I : Hvordan ved I hvordan I skal gøre? Har I en vejledningen eller prøver I jer bare frem?

Elev 3: Vi har fået den her (Red: viser vejledning)af XX (læreren) og den brugte vi også sidste gang.

I: Og så gør I hvad der står I skal gøre i vejledningen?

Elev 2 + 3 : ja

I: Hvad tror I forsøget skal bruges til?

Elev 1: ...Det er fordi vi har om energi. Bæredygtig energi, og så kan vi vise at vi kan få møllen til at dreje rundt ved at bruge vand – og det er en måde at spare energi på

I : Har I lavet andre forsøg med brint?

Elev2: Ja, vi . sidste gang lavede vi mange flere. Det var også med en bil. Og så viste XX (læreren) også noget på en film om brint.

I: Hvor har I læst om brint og energi og den slags?

Elev 1: Vi læser i den her (red: fremholder kopiark fra fysikbog?) og her er forsøgene også. Vi har lavet fra 5 og til 8.

I: Hvad synes I om den her måde at arbejde på?

Elev 3: jeg synes at det er kedeligt – det er meget det samme vi laver. Vi skal lave om brint, og det har vi lavet før.

Elev 1: Jeg synes at det er bedre med at lave noget. Det er sjovere - vi kan også få den til at virke, men nogen gange virker det ikke og så er det ret kedeligt.

I : Hvad gør I så?

Elev 1: jamen så skal vi sidde og vente på nogen af de andre. Hvis vi skal låne af dem. Ellers nogle gange så har vi bare ikke noget.

I: Hvad skal I lave når I er færdige med forsøget her?

Elev 3: så skal vi lave arbejdsspørgsmål

Elevgruppe 2

I: Hej med jer – jeg sætter mig lige lidt her.

I: Kan I ikke fortælle mig hvad det er I er i gang med?

Elev 1: Vi skal lave vindenergi med den her (red: mølle)

Elev 2: nej – det er ikke vindenergi – det er fordi det er brint. Så kan møllen dreje rundt.

I: Hvad er det at I skal vise?

Elev 2: Vi skal vise at brint kan bruges til at dreje møllen – altså som energi. Det er fordi det er bæredygtigt. Og det er det vi har om.

I: Ved I hvorfor brint er bæredygtigt?

Elev 2: Det er fordi det ikke er CO₂

I : Hvorfra ved I noget om energi og brint og CO₂?

Elev 1: det er fra bogen (red: kopiark)

I : Så I har læst i den først og så ved I hvordan I skal lave det?

Elev 2: Ja – det står her

I: Hvordan har I fundet ud af at I skulle arbejde med det her forsøg?

Elev 2: Det er noget som vi alle sammen skal. De andre gjorde det bare sidste gang. Men sidste gang nåede vi det bare ikke.

I : Hvad synes I om at arbejde med forsøg på denne måde?

Elev2: Jeg synes at det er rigtigt spændende. Jeg synes at det er vigtigt.

I: Har I arbejdet med forsøg, hvor I selv har bestemt hvordan I ville gøre?

Elev 2: Ja, men det var vist ikke i år . da vi havde om planter og foto.. og lys. Der skulle vi selv vælge hvad der skulle i hvilke glas og sådan noget. For at vise hvad der skete.

Lærerinterview

I : hvor mange lærere er I til at undervise i naturfag

L: Der er kun mig – altså det er kun mig i øjeblikket. Vi er faktisk 2 lærere, men jeg har alle timerne med 9. kl. lige i øjeblikket.

I: Hvordan har I planlagt frem i mod den nye naturfagseksamen?

L: Vi har delt det sådan op at han (red: den anden lærer) først har taget biologi og geografidelen, og så er jeg nu i gang med fysik og med kemi delen. Så skiftes vi til at have dem.

I : Fungerer det godt?

L: Jeg synes at det fungerer ok. Det er bedre hvis vi begge to var her sammen. Det er jo fællesemner, og det er rart at vide hvad der lige sker. Vi jo planer og alt, men det er tit at vi bliver nødt til at lave noget om. Og det betyder jo også noget for den anden. Når emnet er fælles..

I : Hvordan er temaerne blevet bestemt?

L: Dem er vi blevet enige om. Vi havde jo nogle fra sidste år, og så har vi aftalt nogle flere i år. Det er lidt stramt.

I: Stramt?

L: ja – det er vanskeligt at nå som mange temaer – de skal jo til eksamen, og det skal nå 6 temaer, og vi mangler faktisk 1 tema ud over det her. Det bliver ret presset.. men

I : Når I er færdige med forsøgene – hvad skal eleverne så.

L: Så skal de i gang med deres synopser. De skal skrive en synopse for hvert af de 6 temaer som vi har haft.

I: Læser I så dem, og retter dem?

L: Ja...jeg kigger dem i hvert fald igennem.

I: Har eleverne arbejdet med åbne problemstillinger her i 9. kl?

L: Nej – ikke hvis du mener at de selv har fundet på emnet... Det har været helt fast . . ja faktisk fra efteråret.

I : Hvad tænker du om det?

L: Jeg tænker at det kan ikke være anderledes. Det er bare slet ikke tid til. Det er i forvejen meget sværet at nå de 6 forløb, så vi kan slet ikke nå flere.

I: Men kunne et eller flere af forløbene ikke være med et åbent spørgsmål, eller hvor eleverne selv skulle lave en problemformulering?

L: .. jo, men så tror jeg stadigvæk at det ville tage meget længere tid. Det er jo første år med den her prøve, men måske kan det være at vi er bedre næste år.

Bilag 6

Evaluerings af Naturvidenskabeligt Grundforløb (NV)

Ejer Ole
Fristed
Kunnerup
(OK)

Udløbsdato 06-02-
2017
15:00

1.1 Noter

Har du anvendt de noter eller andet materiale, som du lavede i grundskolen (folkeskole, privatskole, efterskole) i forbindelse med Naturvidenskabeligt grundforløb (NV) på gymnasiet?

I høj grad (2 - 2,8%)
I nogen grad (18 - 25%)
I ringe grad (20 - 27,8%)
I meget ringe grad (32 - 44,4%)
Ved ikke (0 - 0%)
Ubesvaret (0 - 0%)

1.2 Rapportskrivning

Har du anvendt viden om rapportskrivning fra grundskolen, da du skulle skrive rapporter i NV?

I høj grad (9 - 12,5%)
I nogen grad (24 - 33,3%)
I ringe grad (14 - 19,4%)

I meget (22 -
ringe grad 30,6%)
Ved ikke (3 -
4,2%)
Ubesvaret (0 - 0%)

1.3 Kompetencer

Har du brugt din viden fra
grundskolen om hvordan man laver
praktiske undersøgelser og
iagttagelser indenfor
naturvidenskab i forbindelse med
NV undervisningen?

I høj grad (8 -
11,1%)
I nogen (34 -
grad 47,2%)
I ringe (19 -
grad 26,4%)
I meget (10 -
ringe grad 13,9%)
ved ikke (0 - 0%)
Ubesvaret (1 -
1,4%)

1.4 Kompetencer

Har du brug din viden om modeller
og modellering fra grundskolen i
forbindelse med NV?

I høj grad (5 -
6,9%)
I nogen (25 -
grad 34,7%)
I ringe (20 -
grad 27,8%)
I meget (18 -
ringe grad 25%)
Ved ikke (3 -
4,2%)

**Ubesvaret (1 -
1,4%)**

1.5 kompetencer

Har du anvendt din viden fra
grundskolen om formidling af
naturvidenskab i forbindelse med
NV?

**I høj grad (12 -
16,7%)**
**I nogen (27 -
grad 37,5%)**
**I ringe (17 -
grad 23,6%)**
**I meget (11 -
ringe grad 15,3%)**
**Ved ikke (4 -
5,6%)**
**Ubesvaret (1 -
1,4%)**

1.6 samlet vurdering

Samlet set, hvordan synes du, at
NV undervisningen bygger videre
på de ting, som du har lært i
grundskolens
naturfagsundervisning?

**I høj grad (15 -
20,8%)**
**I nogen (41 -
grad 56,9%)**
**I ringe (9 -
grad 12,5%)**
**I meget (4 -
ringe grad 5,6%)**
**Ved ikke (2 -
2,8%)**
**Ubesvaret (1 -
1,4%)**

1.7 Naturvidenskab i fremtiden

Har NV forløbet givet dig lyst til at
lære mere om naturvidenskab i
fremtiden?

I høj grad (20 - 27,8%)
 I nogen grad (31 - 43,1%)
 Hverken eller (12 - 16,7%)
 I ringe grad (3 - 4,2%)
 I meget ringe grad (5 - 6,9%)
 Ved ikke (1 - 1,4%)
 Ubesvaret (0 - 0%)

1.8 Frie kommentarer til NV

Har du bemærkninger til NV undervisningen eller til grundskolens naturvidenskabs undervisning er der plads til kommentarer her :-)

- | | |
|----------------|--|
| Respondent #7 | anonym Jeg synes det var svært at skelne mellem almindeligt fysik og NV fysik, fordi vi havde det meget på samme dag og tid - så man vidste ikke helt, hvornår man havde hvad, eller om man skulle bruge al information fra Nv og almindeligt fysik til prøven |
| Respondent #11 | anonym NV prøven/eksamen var meget dårligt sammensat på flere punkter. Der var ikke styr på fremgangsmåden ved prøven, blandt andet sad 20 mennesker og lavede ingenting i en time, bare for at vente på at komme til ene samtale med læreren. |
| Respondent #19 | anonym Jeg har ikke lært så meget i grundskolen pga. af dårlige lærer |
| Respondent #26 | anonym Der er en lille forskel fra NV undervisningen til grundskolen, i grundskolen var det hele mere samlet, hvor i NV går man mere i dybden i hvert enkelt fag. |

Respondent #38	anonym #####
Respondent #46	anonym Grundskolens naturvidenskabelige viden, kan man nærmest ikke bruge til noget i, biologi, naturvidenskab og kemi. der er den simpelt hen for ringe fra grundskolen.
Respondent #68	anonym Kedelig undervisning i Naturgeografi med XX (lærernavn redigeret væk)
Respondent #71	anonym Vi har ikke haft/lært ret meget NV i folkeskolen. Derfor har jeg ikke kunne bruge noget derfra.

Enzymforsøg

Det teoretiske grundlag for øvelsen er siderne 47-55 i biokemibogen.

Omdannelsen af stivelse til maltose er en enzymkatalyseret proces. Enzymet som foretager omdannelsen kaldes amylase (amylose er et andet navn for stivelse, -ase endelsen er karakteristisk for enzymer).

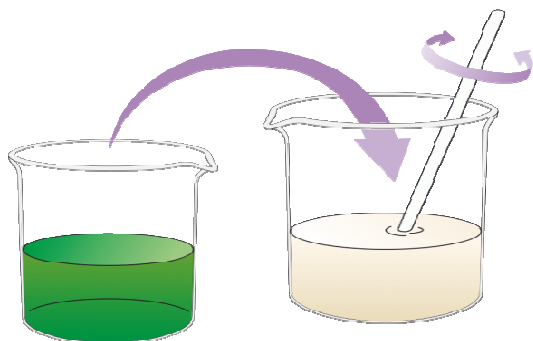
I industrien tilsætter man enten enzym direkte til stivelsen for at fremstille maltose eller man kan lade stivelse (i opløst, vandig form) løbe igennem en søjle hvori man har placeret enzymer. Enzymerne er blevet immobiliserede, dvs. at enzymerne er bundet på overfladen af et inaktivt stof. På denne måde kan enzymerne anvendes mange gange og findes ikke i den færdige maltose.

I denne øvelse skal vi immobilisere enzymet amylase ved at tage en spytprøve (indeholdende spyt-amylase) og tilsætte alginat. Ved at dryppe alginat-spyt opløsningen ned i en bestemt væske (med calciumklorid) dannes som kugler, som har enzymet siddende på sig. Ved at lade stivelse løbe forbi disse kugler kan den enzymatiske omdannelse finde sted og der dannes maltose.

For at teste om vi faktisk lykkes med at lave maltose benyttes en test med stoffet iod-iod kalium. Iod-iod kalium farver stivelse intenst sort, men er farveløst ved kontakt med maltose. Et skift fra sort til farveløst vil altså betyde at enzymet har virket.

Fremgangsmåde

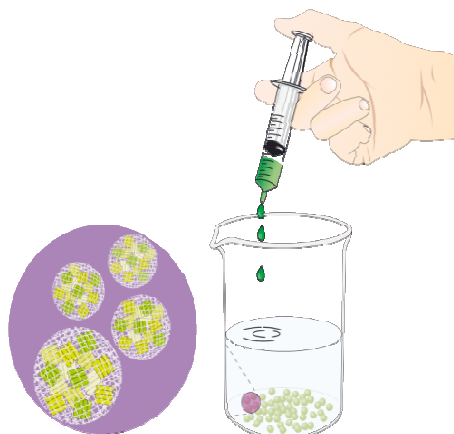
1. Bland 8 ml koncentreret spytopløsning med 8 ml 2% natrium-alginatopløsning i et bægerglas (1).
2. Sug blandingen op i en éngangssprøjte (2) og tilsæt den dråbevis til 1,5% calciumchlorid opløsningen (3). Giv kuglerne, der dannes, nogle minutter til at "sætte" sig.
3. Hæld blandingen fra gennem en the-si (4).
4. Placer herefter "spyt-kuglerne" i et bægerglas med demineraliseret vand til de skal anvendes



1



2



3



4

Pakning af "spyt-kugler" i søjle.

Fremgangsmåde:

- 1) Brug hylsteret fra en 10 ml. engangssprøjte som udgangspunkt for søjlen
- 2) Placer et stykke gaze i bunden af sprøjten for at forhindre spytkuglerne i at blokere udgangshullet
- 3) Fyld forsigtigt "spyt-kuglerne" i engangssprøjten

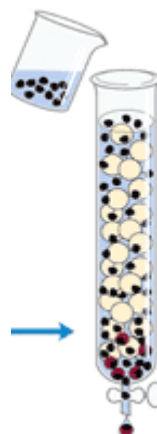
Afprøvning af enzymsøjlen

Lav en test af iod-iod kaliums reaktion med stivelse – brug 2 % stivelsesopløsning.

Bland en dråbe stivelse med en dråbe iod-iod kalium og iagttag reaktionen.

Hæld herefter, forsigtigt, stivelsesopløsning igennem enzymsøjlen, og test kontinuerligt med iod-iod kalium for tilstedeværelsen af stivelse i udløbet fra enzymsøjlen.

Enzymsøjle med tilsat stivelse



Kobling til teorien:

- Brug fagbegreberne substrat, produkt og reaktionshastighed til kort skriftligt at beskrive processen bag enzymkuglerne.
- Find strukturformlerne for stivelse og maltose og forklar hvilken kemisk forandring enzymet amylase foretager på molekylerne.

Spørgsmål til undersøgelse:

- Hvor hurtigt kan indløbet af stivelse være uden at kvaliteten af produktet (maltose) forandres?
- Hvilke andre faktorer afhænger reaktionshastigheden af? Og hvordan kan man undersøge det?
- Hvordan kan processen fortsætte så det færdige produkt bliver glukose?

Vælg en af ovenstående spørgsmål og løs det i praksis. Dokumenter løsningen med billeder eller video.

