

# Sammendrag

Oppgaven tar for seg hensikter ved praktisk labarbeid i naturfag på ungdomstrinnet og i hvilken grad disse oppnås. Temaet belyses ved hjelp av en gjennomgang av ni større empiriske undersøkelser av effekter av labarbeid de siste 20 årene, og intervjuer med fire naturfaglærere på ungdomstrinnet.

Forskningsgjennomgangen viser at det først og fremst er effekten på konseptuell læring som er undersøkt. Disse syv studiene viser jevnt over ingen gevinst ved bruk av labarbeid. Fire studier viser det samme for metavitenskapelig læring, men har av metodemessige grunner mindre relevans for oppgaven. I fire studier som tar for seg motivasjonsfaktorer er tendensen at mange ulike faktorer påvirkes positivt ved bruk av labarbeid.

Intervjuene viser at læring av naturvitenskapelige konsepter er en viktig hensikt, men lærerne gir ikke uttrykk for noen bevisst idé om hvordan den skal oppnås. Faglig motivasjon og trivsel i skolen står også sentralt. Metavitenskapelig kunnskap fremstår ikke som et prioritert mål. Labinstruksjonene, som står sentralt i undervisningen på lab, er jevnt over lite egnet til å fasilitere læring.

Funnene støtter kritikken av antakelsen om at observasjon av fenomener i seg selv fører til læring av vitenskapelige konsepter. Intervjuene og analysen av øvelsene antyder at det ofte er mangelfullt tilrettelagt for læring. Men affektive mål, knyttet både til naturfag og til skole generelt, fremstår som hensikter som effektivt kan oppnås ved hjelp av praktisk labarbeid.

Resultatene av undersøkelsen tyder på et behov for mer utfyllende studier av effekter av labarbeid, større kompetanse og bevissthet hos lærerne, bedre læreverk og andre undervisningsverktøy, og en faglig behandling av temaet som er bedre støttet av empirisk forskning og tar sikte på å videreutvikle snarere enn å forsvare dagens praksis.

# Abstract

This thesis examines the purposes of practical lab work in lower secondary science education, and the degree to which these purposes are achieved. The subject is investigated by means of a review of nine major empirical studies of the effects of laboratory work from the past 20 years, and interviews with four science teachers in lower secondary schools.

The research review shows that conceptual learning is primarily the effect which has been examined. The seven studies included which examine this generally show no positive effect correlated with lab work. Four studies show the same for metascientific learning, but are by methodological reasons less relevant to this thesis. In four studies examining motivational effects, the tendency is that lab work has a positive effect on many different factors.

The interviews show that the learning of scientific concepts is an important purpose, but teachers have few thoughts on how it is achieved. Motivation for science and general well-being in school are also central goals. Metascientific knowledge does not appear to be a priority. The lab instructions, which are central to the activity, are usually not well suited to facilitate learning.

The findings support the critique of the assumption that the observations of phenomena in themselves will lead to learning of scientific concepts. The interviews and analysis of the exercises suggest that they are often inadequately designed for learning, for which both teachers and researchers should take responsibility. But affective objectives, related to both the science subject and school in general, appear to be purposes that may be effectively achieved using practical lab work.

The survey results indicate a need for more detailed studies of the effects of laboratory work, greater competence and awareness among teachers, better textbooks and other educational tools, and an academic treatment of the subject which is better supported by empirical research and aims to further develop instead of defending current practice.

# Takk

til Teigar ungdomsskole for å legge til rette for studiet mitt;

til lærerne som stilte opp til intervju like før jul;

til Berit Bungum for presis og konstruktiv veiledning;

og til Johanna Kure for å holde ut med meg.



# Innhold

|  |             |
|--|-------------|
| <i>Figurer og tabeller</i> .....                                 | <i>xiii</i> |
| <b>1.0 Innledning</b> .....                                      | <b>1</b>    |
| 1.1 Problemstilling og design                                    | 2           |
| 1.2 Begrep og termer   | 3           |
| 1.3 Oppbygning av oppgaven                                       | 4           |
| <b>2.0 Rasjonalet for praktisk labarbeid</b> .....               | <b>5</b>    |
| 2.1 Et kort tilbakeblikk på mål med labarbeid                    | 5           |
| 2.2 Seks effekter  | 7           |
| 2.2.1 Konseptuell kunnskap                                       | 7           |
| 2.2.2 Metavitenskapelig kunnskap                                 | 9           |
| 2.2.3 Motivasjon   | 12          |
| 2.2.4 Verktøy- og prosedyrekunnskap                              | 14          |
| 2.2.5 Vitenskapelige holdninger og tenkemåter                    | 15          |
| 2.2.6 Allmennpedagogiske mål                                     | 16          |
| 2.3 Et mangfold av hensikter                                     | 17          |
| <b>3.0 Metode</b> .....  | <b>18</b>   |
| 3.1 Gjennomgang av empiriske undersøkelser                       | 18          |
| 3.1.1 Tilpasning av metode til denne oppgaven                    | 19          |
| 3.1.2 Kriterier og metode for utvelgelse av studier              | 21          |
| 3.1.3 Faktorer i vektning av studiene                            | 22          |
| 3.1.4 Eksempel på en problematisk studie: Stohr-Hunt og NELS '88 | 23          |
| 3.2 Intervju med lærere  | 24          |
| 3.2.1 Forskningsspørsmål og intervjuguide                        | 25          |
| 3.2.2 Utvalg   | 26          |
| 3.2.3 Gjennomføring  | 27          |
| 3.2.4 Transkripsjon og analyse                                   | 28          |
| 3.2.5 Gjennomgang av labinstruksjoner                            | 29          |
| 3.2.6 Reliabilitet og validitet                                  | 30          |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>4.0 Gjennomgang av studier</b> .....                           | <b>32</b> |
| 4.1 Third International Mathematics and Science Study (1995)      | 32        |
| 4.2 Harold Wenglinskys analyse av NAEP (1996)                     | 34        |
| 4.3 Labwork in Science Education (1996-98)                        | 35        |
| 4.4 Almendingen, Klepaker og Tveitas evaluering av naturfag i L97 | 37        |
| 4.5 Caltech Pre-college Science Initiative (CAPSI)                | 39        |
| 4.6 Foley & McPhees analyse av CAPSI-materiale                    | 40        |
| 4.7 PISA 2006 (Norge)   | 40        |
| 4.8 Hampden-Thompson og Bennetts analyse av data fra PISA 2006    | 43        |
| 4.9 Abrahams og Millars klasseromstudie                           | 44        |
| 4.10 Sammenfatning og foreløpige konklusjoner                     | 46        |
| <br>  |           |
| <b>5.0 Intervjuer med naturfaglærere</b> .....                    | <b>50</b> |
| 5.1 Hva er lærernes praksis?                                      | 50        |
| 5.1.1 Labinstruksjoner  | 51        |
| 5.1.2 For- og etterarbeid   | 53        |
| 5.1.3 Rapportskriving   | 54        |
| 5.2 Hensikter med labarbeid                                       | 55        |
| 5.2.1 Motivasjon  | 55        |
| 5.2.2 Konseptuell kunnskap  | 56        |
| 5.2.3 Allmennpedagogiske mål                                      | 58        |
| 5.2.4 Metavitenskapelig kunnskap                                  | 59        |
| <br>  |           |
| <b>6.0 Drøfting av hensiktene på bakgrunn av empiri</b> .....     | <b>61</b> |
| 6.1 De sekundære hensiktene                                       | 61        |
| 6.1.1 Verktøy- og prosedyrekunnskap                               | 62        |
| 6.1.2 Vitenskapelige holdninger og tenkemåter                     | 63        |
| 6.1.3 Allmennpedagogiske mål                                      | 63        |
| 6.2 Konseptuelt læringsutbytte ved praktisk labarbeid             | 65        |
| 6.2.1 Å måle praktisk kunnskap                                    | 66        |
| 6.2.2 Innvendinger mot induktiv læring                            | 67        |
| 6.2.3 Innholdet i øvelsene  | 70        |
| 6.2.4 Variert og differensiert undervisning                       | 71        |
| 6.3 Metavitenskapelig læringsutbytte                              | 73        |

|   |           |
|---|-----------|
| 6.3.1 Hva kan man lære om vitenskap av “kokebok”-øvelser? | 74        |
| 6.3.2 Lærernes kompetanse og fokus                        | 75        |
| 6.4 Labarbeid og motivasjon                               | 76        |
| 6.4.1 Forklaringer på motivasjonseffekter                 | 77        |
| 6.4.2 Motivasjon og læringsgevinst                        | 79        |
| <b>7.0 Konklusjon</b> .....                               | <b>81</b> |
| 7.1 Hva bør vi gjøre med det?                             | 82        |
| 7.2 Hva skal vi lærere gjøre?                             | 83        |
| 7.3 Tradisjon og potensiale                               | 84        |
| <i>Litteratur</i> .....                                   | 86        |





## Figurer og tabeller

|  |    |
|--|----|
| <b>Figur 4.1</b> Positive holdninger til naturvitenskap vs. undervisningsprofiler                            | 38 |
| <b>Figur 4.2</b> Positive holdninger til naturfaglæreren vs. undervisningsprofiler                           | 38 |
| <b>Figur 4.3</b> Hyppighet av “eksperimentelt arbeid” vs. skår i naturfag                                    | 41 |
| <br>   |    |
| <b>Tabell 2.1</b> Frihetsgrader og åpenhet ved labøvelser  | 11 |
| <b>Tabell 4.1</b> Fordeling av svar på spørsmål om hyppighet av “eksperimentelt arbeid”                      | 42 |
| <b>Tabell 4.2</b> Gjennomsnittsskår for de tre affektive samleverdiene vs. frekvens av “hands-on activities” | 44 |
| <b>Tabell 4.3</b> Andel “absolutte” og “relative” grunner til at elevene liker labarbeid                     | 45 |
| <b>Tabell 4.4</b> Funn av sammenheng mellom bruk av elevøvelser og ønskede effekter                          | 47 |
| <b>Tabell 5.1</b> Øvelser som ble nevnt under intervjuene  | 52 |



## 1.0 Innledning

*Science teaching must take place in a laboratory; about that at least there is no controversy. Science simply belongs there as naturally as cooking belongs in a kitchen and gardening in a garden.*

Debatten om praktisk labarbeid har nok forandret seg siden Solomon (1980/1994: 8) skrev dette. Likevel, labarbeid har en sentral posisjon i naturfag, med egne spesialrom på de fleste ungdomsskoler og åtte kompetansemål dedisert til aktiviteten i læreplanen for ungdomstrinnet (2013). Som vi skal se i kapittel 2 er labarbeid tilskrevet en rekke ønskelige effekter i didaktisk litteratur.

Det er riktignok stor uenighet om hva som er hovedhensikten med labarbeid, og noen forskere har de senere årene vært åpent skeptiske til metoden. Disse kritikerne støtter seg gjerne til empiriske undersøkelser som finner manglende sammenheng mellom bruk av labarbeid og ønskede effekter. Det har siden nittitallet vært lansert nye, “inquiry”-baserte modeller og metoder som i forskjellig grad tar sikte på å fornye labundervisningen i tråd med ulike teoretiske mål, men det er fortsatt ingen klar konsensus om hvilke av disse som er de viktigste og hvordan man best når dem.

Jenkins (1999: 21) skrev om debatten rundt hensikter med labundervisning:

*My impression, however, is that the debate has been rather sterile, reflecting beliefs and assumptions rather than any careful evaluation of such evidence as might be available, and rather too readily blurring, even alloying, claims that are essentially educational with others that are philosophical or epistemological.*

Som vi skal se er det fortsatt et misforhold mellom teori og evidens. Utgangspunktet for denne oppgaven var et inntrykk av at labundervisning i naturfag hviler mer på tradisjon og idealer enn på empirisk forskning, selv om denne forskningen i mange tilfeller fins. Jeg ønsket å skrive en

oppgave som kunne bidra til diskusjonen om hva vi får ut av labarbeid i naturfag, utfra empiriske undersøkelser av praksis og effekter.

## 1.1 Problemstilling og design

Utfra dette utgangspunktet, og rammene for et masterprosjekt, valgte jeg å gjøre to undersøkelser: en gjennomgang av empirisk forskning på effekter av labarbeid, og et intervju med et utvalg naturfaglærere på ungdomstrinnet om hvordan de bruker metoden og hvilke hensikter de har med den. Problemstillingen for oppgaven lyder:

*Hvordan kan læreres utsagn og resultater fra empiriske undersøkelser belyse temaet effekter av praktisk labarbeid i naturfag?*

Oppgaven er avgrenset til å ta for seg ungdomstrinnet ved norsk offentlig skole. Videre avgrensninger og operasjonaliseringer blir tatt opp i kapittel 3.

En mulig innvending mot problemstillingen kan være at praktisk arbeid på lab ikke er en enhetlig aktivitet - labarbeid kan være mange forskjellige metoder, blant annet knyttet til forskjellige naturvitenskaper som fysikk, kjemi og biologi. Dette er et viktig poeng, og konklusjoner om labarbeid generelt må nyanseres med tanke på dette og mange andre faktorer. Men at det er både mulig og hensiktsmessig å diskutere labarbeid generelt er et premiss for en stor mengde litteratur, som vi skal se i kapittel 2.

Problemstillingen og undersøkelsesmetodene er valgt i tråd med et eksplorativt forskningsdesign. Oppgaven tar ikke utgangspunkt i noen bestemte hypoteser eller andre forventninger og bruker relativt brede forskningsspørsmål for å fange opp uforutsette funn. Dette er vanlig når man undersøker et område som det finnes lite kunnskap om - som for så vidt ikke er tilfellet for labarbeid, som det fins en stor mengde kunnskap om. Men det er som sagt kunnskap som i stor grad er usikker, preget av motsetninger og i stadig forandring. Jeg har derfor valgt å ikke ta noe tidligere kunnskap for gitt, men utforske et stort tema med utgangspunkt i brede, åpne spørsmål og se hvilke interessante funn som dukker opp underveis. Det går av nødvendighet ut over

fokuset i oppgaven. Det innsamlede materialet peker i mange retninger, og noen av funnene og forklaringene som antydes har ikke mye empiri å støtte seg til. På noen områder må jeg spekulere, og jeg håper det går klart fram hele veien hva som er det empiriske grunnlaget for disse spekulasjonene. Men noen tendenser i funnene er relativt sterke, og de svakere kan gi utgangspunkt til interessante hypoteser og problemstillinger for videre, mer spisset forskning.

## 1.2 Begrep og termer

Det sentrale begrepet i oppgaven er en tradisjon i naturfagundervisning som med jevne mellomrom får nye betegnelser. Med “labarbeid” menes her praktisk arbeid i naturfag som elevene tar del i, og som har et “vitenskapelig” tilsnitt: Man tar i bruk vitenskapens verktøy, materialer, undersøkelsesmetoder eller tenkemåter. Det ligger ikke i denne beskrivelsen at arbeidet nødvendigvis må foregå på et laboratorium - det kan like gjerne skje i klasserommet eller ute i felten (for eksempel når man undersøker abiotiske faktorer i vann). Men den inkluderer ikke demonstrasjonsforsøk, ettersom disse ikke involverer elevene i det praktiske arbeidet.

I faglitteraturen er det i dag kanskje mest vanlig å snakke om “praktisk arbeid”. Jeg ville ikke bruke dette uttrykket ettersom det inkluderer for eksempel arbeid med plakater, eller snekring av humlekasser - praktiske oppgaver som mangler det vitenskapelige aspektet både i teori og utførelse. “Eksperimenter” (eller “eksperimentelt arbeid”) og “forsøk” (eller “elevforsøk”, “labforsøk” m.m.) blir heller ikke brukt her, fordi mange øvelser bare har en overflatisk likhet med vitenskapelige eksperimenter. “Elevøvelser” er en betegnelse uten misvisende betydninger, men kan i dag virke litt gammelmodig.

“Labarbeid” er valgt på tross av at det kan misforstås som bare å gjelde arbeid som foregår på skolelaboratoriet. I intervju sammenheng blir begrepet presisert på forhånd for å unngå dette. Jeg bruker “labarbeid” fordi det gir assosiasjoner til skolelaben og de vitenskapsorienterte aktivitetene som skjer der. Samtidig gir “labarbeid” et hverdagslig og uformelt inntrykk som svarer bedre til undervisningssituasjonen enn det mer korrekte “laboratoriearbeid”. Noen steder bruker jeg

“labøvelser” i samme betydning, eller presiserer (som i navnet på oppgaven) at labarbeidet er “praktisk”.

### 1.3 Oppbygning av oppgaven

En viktig bakgrunn for en undersøkelse av hva man oppnår med labarbeid er selvfølgelig hva som er *hensikten*, og hvordan man kan forvente å oppnå den. Kapittel 2 tar for seg rasjonalet med labarbeid slik det er beskrevet i litteraturen, og deler disse hensiktene inn i seks hovedkategorier. Kapittel 3 tar for seg inklusjonskriterier og analysefaktorer i gjennomgangen av undersøkelser, og metodiske spørsmål knyttet til lærerintervjuene. Kapittel 4 går gjennom ni større undersøkelser av effekter ved bruk av labarbeid og vurderer funnene med tanke på kategorier av hensikt og relevans for denne oppgaven. Kapittel 5 oppsummerer lærernes utsagn under intervjuene utfra hensikt med og typisk bruk av labarbeid. Kapittel 6 drøfter hensikter og forklaringer knyttet til dem utfra resultatene av undersøkelsene. Kapittel 7 trekker noen konklusjoner og gjør en del anbefalinger om videre forskning, debatt og undervisningspraksis.

## 2.0 Rasjonalet for praktisk labarbeid

“[Det er] temmelig meningsløst å spørre om praktisk arbeid er ‘bra’ eller ‘dårlig’”, skriver Sjøberg (2004: 259). “Praktisk arbeid kan ha en rekke mål, og vellykketheten må vurderes i forhold til disse.” De foreslåtte hensiktene med labarbeid har vært mange, og didaktisk litteratur er full av forskjellige og i noen tilfeller motstridende argumenter for denne måten å jobbe med naturfag på. Vi skal se på noen av de viktigste målene med labarbeid i naturfag, for å kunne gå videre i senere kapitler til å se på hvordan disse målene nås i praksis. Dette kapitlet tar ikke for seg *lærernes* hensikter, det er det intervjuene som skal undersøke (se kapittel 5); her skal vi se på målsetninger, argumenter og teori i et kort historisk perspektiv og i faglitteraturen.

### 2.1 Et kort tilbakeblikk på mål med labarbeid

Praktiske aktiviteter med vitenskapelige elementer har vært en del av naturfagundervisningen i 200 år (Lunetta, Hofstein & Clough 2007), men lenge var disse som oftest demonstrasjonsforsøk som læreren utførte selv. Hensikten var å vise, illustrere og “bevise” fenomener og naturlover. Målet var ikke bare naturfaglig kunnskap; øvelsene ble også sett på som en slags hjernetrim som styrket elevenes kognitive evner på alle områder (Solomon 1980/1994).

I Norge dukket tanken om *arbeidsskolen* opp på 30-tallet (Kind et al. 1999), og skolereformen av 1938 la vekt på at øvelsene ble gjort av elevene selv (Ringnes og Hannisdal 2000).

Premissleverandører var John Dewey, Georg Kerschensteiner og andre reformpedagoger som ville bort fra synet på elever som passive mottakere av læring, og *elevaktivitet* ble et mål med undervisningen i Normalplanene av 1939 (Mosvold 2002). Dewey og andre reformpedagogers tanker har vært aktuelle i norsk skoledebatt fra mellomkrigstiden og fram til i dag. Den sentrale tanken hos Dewey er at forståelse krever erfaring, kontekst og aktivitet, ikke bare memorering av informasjon, og at denne læringen best fremmes ved utforskning av lærestoffet ved hjelp av praktiske eller andre elevaktive oppgaver (Vaage 2000). Senere tilhengere av Dewey har ofte lagt mer vekt på de praktiske enn de sosiale og kognitive sidene ved pedagogikken, oppsummert i slagordet “Learning by doing”.

“Sputniksjokket” i 1957 førte til store endringer i hvordan man tenkte om skole og læring, spesielt i realfagene. I reformene som fulgte utgjorde Piagets konstruktivistiske læringsteori mye av rasjonalet for labarbeid i naturfag, som ofte ble knyttet til begrepet *discovery learning*: en tanke om at elevene ville *oppdage* vitenskapelige prinsipper ved hjelp av induksjon, på grunnlag av observasjonene de gjorde under øvelsene (Solomon 1980/1994). Naturvitenskapelig tankegang hadde høy status, og noen teoretikere mente vitenskapens egne erkjennelsesmetoder - observasjon, klassifikasjon, eksperimentering, falsifisering osv. - er en god modell også for elevenes individuelle erkjennelse (Sjøberg 2004).

På nittitallet gjorde en del av argumentasjonen for labarbeid en dreining fra vitenskapens *produkt* til å fokusere mer på *prosess*. Nye metoder som kaltes *inquiry-based learning* og andre betegnelser med nøkkelordet *inquiry* fikk større popularitet enn den relativt enkle *discovery*-tanken. Inquiry-didaktikken forstås på forskjellige måter; “inquiry” kan referere enten til at aktiviteten tar utgangspunkt i elevenes egne spørsmål (inquiries) eller at det følger gangen i en autentisk vitenskapelig undersøkelse (scientific inquiry); betegnelsen brukes om både åpne og lukkede øvelser; hensikten kan være å lære vitenskapelige konsepter eller å lære om vitenskapen selv (Lunetta, Hofstein og Clough 2007). Hos noen forfattere er metoden ikke nødvendigvis knyttet til labarbeid, men kan være all aktivitet som fremmer den mentale utforskningen av et tema (Østergaard 2012). 5E-modellen, en av flere modeller som beskriver *inquiry*-perspektivet med vekt på utforskning og diskusjon, ligger til grunn for Utdanningsdirektoratets (2013) anbefalinger knyttet til praktisk og eksperimentelt arbeid i naturfag. Modellen beskriver gangen i utforskende arbeid i fire faser - *Engage*, *Explore*, *Explain* og *Elaborate* (engasjer, utforsk, forklar og utdyp) - med *Evaluate* (evaluer) som et overordnet aspekt parallelt med fasene. Selve det praktiske arbeidet er begrenset til *Explore*-fasen og spiller en relativt liten, men sentral rolle i prosessen.



## 2.2 Seks effekter

Faglitteraturen inneholder en stor mengde teori om forskjellige ønskelige effekter av labarbeid og argumenter for at disse effektene vil følge av at man bruker metoden. Flere innføringsbøker og oversiktsartikler samler de viktigste argumentene i noen relativt få kategorier av effekt, som vi kan oppsummere i seks punkter.

### 2.2.1 Konseptuell kunnskap

Teoretisk, vitenskapelig kunnskap om naturen regnes som oftest som det fremste målet med naturfagundervisning i skolen, og nevnes som et mål med labarbeid av mange forfattere (som Lunetta, Hofstein & Clough 2007, Millar 2004, Hodson 1990/2008, Tamir 1991, Kind 2003, Angell et al. 2011). Det handler om forståelse for faglige, vitenskapelige konsepter, sammenhenger mellom dem, fakta knyttet til dem, og faguttrykk som beskriver dem - hele spekteret av fagkunnskap, fra løsrevne fakta og faguttrykk til teorier som ligger til grunn for hele verdensbildet vårt. Det er dette som i blant kalles “vitenskap som produkt”.

I *discovery learning* ligger det en forventning om at de vitenskapelige konseptene skal oppdages når elevene undersøker fenomener knyttet til dem. Dette forklares gjerne ved hjelp av Piagets og senere konstruktivistisk læringsteorier, som tar utgangspunkt i at eleven er rasjonell (nok) og interessert i å lære. Gjennom interaksjon med omverdenen gjør man observasjoner som enten utfyller tidligere kunnskap eller gjør at man må skifte ut en “hverdagsforestilling” med et mer vitenskapelig konsept. Læring blir på den måten en slags personlig hypotesetesting som foregår hele tiden, og et godt undervisningsopplegg bidrar til at elevens misoppfatninger konfronteres med virkeligheten så det skjer en konseptuell endring i kunnskapen eleven har bygd seg opp (Turmo & Olsen 2001, Driver et al. 1994). Lærerens oppgave blir å finne undervisningsopplegg tilpasset elevenes faglige og mentale utvikling, og å støtte elevene i revurdering og rekonstruksjon av forestillinger (Hodson & Hodson 1998). Labøvelser bør i tråd med dette ha gode forutsetninger for å fremme faglig forståelse: De er systematisk og rasjonelt oppbygd, gir

mer entydige observasjoner enn fri utforskning, og gir (ideelt sett) læreren anledninger til individuell oppfølging.

Inquiry-metoden forklares gjerne med referanse til Vygotsky og senere sosiokulturell læringsteori. Sentral i denne teorien er språkets rolle i læring av vitenskapelige konsepter, og mulighetene for faglig dialog under praktisk arbeid blir derfor en viktig kilde til læring. En annen sentral tanke er praksisfellesskapet som ramme for mening og forståelse, som støtter aktivitet der elevene samarbeider om en felles oppgave med læreren som veileder. Læring som følger elevenes eget initiativ vil dessuten ligge innenfor elevens *proksimale utviklingssone*, der den mest effektive læringen foregår (Østergaard 2012). Labøvelsens styrker, i dette perspektivet, ligger i at praktisk arbeid i grupper vil virke meningsskapende og stimulere til faglig dialog, som er sentral i all læring - og at de vitenskapelige *artefaktene* som brukes under arbeidet selv er bærere av kunnskap som blir formidlet til elevene.

Noen forfattere mener hensikten med praktisk labarbeid er å hjelpe elevene å knytte abstrakt kunnskap til konkrete fenomener i virkeligheten og i hverdagen. Abrahams og Millar (2011: 1948) skriver at *“The fundamental purpose of practical work is to help students make links between the real world of objects, materials and events, and the abstract world of thought and ideas.”* Her handler det ikke om å øke elevenes kunnskap, men at denne kunnskapen får en annen kvalitet – den oppleves som mer virkelighetsnær.

Denne evnen til å se vitenskapelige konsepter som del av den virkelige verden kan regnes som en hensikt i seg selv, eller den kan ses som en forutsetning for *handlingskompetanse* knyttet til konseptuell kunnskap. Sjøberg (2004) nevner at å knytte kunnskapen til virkeligheten kan ha en praktisk verdi i dagliglivet, først og fremst i forbindelse med teknologi. I læreplanen for naturfag på ungdomstrinnet (2013) nevnes det fem steder at resultatene fra forskjellige labøvelser skal knyttes til teoretisk kunnskap. For eksempel skal man *“forklare resultater fra forsøk med strømkretser”* (Fenomener og stoffer) og *“teste og beskrive egenskaper ved materialer som brukes i en produksjonsprosess”* (Teknologi og design).

Noen forfattere mener praktiske øvelser er viktig for konseptuell læring fordi de gir (felles) erfaringer som læreren kan bruke videre i undervisningen, uavhengig av om ny konseptuell kunnskap blir dannet under selve aktiviteten (White 1991, Angell et al. 2011). Millar (2004: 9) skriver at *“We use practical work in science classes when students are unlikely to have observed the phenomenon we are interested in, or to have observed it in sufficient detail, in their everyday lives. In such situations, it is essential and irreplaceable.”* Å ha en samling faglig relevante erfaringer læreren kan knytte stoffet til virker som en åpenbar fordel.

Labarbeid kan også gi muligheter for differensiering for ulike elevgrupper. Ved å legge til eller fjerne elementer av arbeidet som stiller høye kognitive krav, både i gjennomføringen og i den klassiske *labrapporten*, kan aktiviteten tilpasses sterke og svake elever (Angell et al. 2011). Hofstein & Lunetta (2003) argumenter også for å bruke labarbeid som tilpasning for elever med ulike læringsstiler og kognitive evner.

Kolstø (2007) skriver også om læringspotensialet i labrapporten. Det viktigste argumentet er at rapporten kan brukes til å øve elevene i vitenskapelig argumentasjon, som gir dem større innsikt i begrepene og fenomenene de skriver om. Kolstø mener riktignok ikke at dette er noe som skjer av seg selv, men noe man som lærer i så fall er nødt til å være bevisst og jobbe aktivt med i undervisningen.

## 2.2.2 Metavitenskapelig kunnskap

Å lære om hva vitenskap er, hvordan den fungerer og hva som kjennetegner vitenskapelig kunnskap regnes også som et viktig mål med skolens naturfag - i blant som det viktigste. I den norske læreplanen i naturfag (2013) er ett av hovedområdene - Forskerspiren - viet til *“utvikling av hypoteser, eksperimentering, systematiske observasjoner, diskusjoner, kritisk vurdering, argumentasjon, begrunnelser for konklusjoner og formidling.”* Dette kalles ofte *vitenskapen som prosess*. Metavitenskapelig prosesskunnskap omfatter alt fra vitenskapsfilosofi og *the nature of science*, via vitenskapelige begreper (som *hypotese* og *eksperiment*), til vanlige naturvitenskapelige forskningsmetoder. Metavitenskapelig kunnskap er for såvidt også konseptuell kunnskap, men står i en særstilling i naturfag fordi den ikke handler om naturen, men

om vitenskapen selv. Metavitenskapelig læring er også et mål for praktisk labarbeid som nevnes av mange forfattere (Lunetta, Hofstein & Clough 2007, Millar 2004, Hodson 1990/2008, Tamir 1991, Kind 2003, Sjøberg 2004, Angell et al. 2011, Ringnes & Hannisdal 2000). Det legges som oftest stor vekt på at denne typen kunnskap er knyttet til handlingskompetanse, gjerne evnen til å vurdere vitenskapelig forskning.

*Science literacy* er evnen til å lese, forstå og ta stilling til forskning og andre vitenskapelige temaer utfra en kombinasjon av metavitenskapelig og grunnleggende konseptuell kunnskap. Å bidra til at dette er en del av allmenndannelsen er ifølge Millar (2004) en av de to distinkte formålene med naturfag i skolen, der den andre er å produsere de realfaglige spesialistene samfunnet trenger for vitenskapelig og teknologisk utvikling.

De fleste som argumenterer for at praktisk arbeid fremmer metavitenskapelig læring mener dette er en naturlig følge av at elevene deltar i vitenskapelige aktiviteter. I LK06 (2006) heter det at *“Å arbeide både praktisk og teoretisk i laboratorier og i naturen med ulike problemstillinger er nødvendig for å få erfaring med og utvikle kunnskap om metoder og tenkemåter i naturvitenskapen.”* Millar (2004) skriver at man får en “følelse” for problematikken knyttet til for eksempel usikkerheten ved målinger når man får gjøre sine egne erfaringer på dette området. Duschl (2000: 189) argumenterer for at elevenes diskusjoner rundt metode underveis i øvelsen er en bevisstgjøring på metodologi og epistemologi: *“When students are given opportunities to examine, discuss and argue which data-gathering strategies one might use, which measurements should be repeated and which data to use for analysis, the nature of science is made more explicit.”*

“Den vitenskapelige metoden” har i blant vært sett på som en metode man kan definere presist, sammensatt av noen distinkte delprosesser: hypotesedannelse, observasjon, induksjon osv. Millar (1989) viser at dette vitenskapssynet ga opphav til en didaktikk der ett av hovedformålene med praktiske labarbeid var å øve elevenes ferdigheter knyttet til disse prosessene. Ringnes og Hannisdal (2000) nevner at å øve opp en av disse vitenskapelige ferdighetene - observasjon - er en av hensiktene med labarbeid, først og fremst for å lære å skille mellom observasjoner og konklusjoner. Kind (2003) skriver at relativt få øvelser i norske læreverker kan betraktes som

metodeøvelser, men at læreverkene legger en viss vekt på en fremgangsmåte han beskriver som en forenklet versjon av Poppers hypotetisk-deduktive metode.

Den type inquiry-basert undervisning som kanskje er den mest populære i norsk naturfagdidaktikk i dag, og som 5E-modellen tar utgangspunkt i, er den som i blant kalles utforskende undervisning. Hos Angell et al. (2011: 208) er hovedpoenget med denne typen labarbeid å fremme elevenes kognitive aktivitet og medvirkning i undervisningen. Metoden gir størst læringsgevinst for praktisk metodekunnskap, som *“hva som kjennetegner forskningsspørsmål, metoder, variabelkontroll osv.”*. For å oppnå dette er det nødvendig at labarbeidet har en viss åpenhet så det blir rom for elevenes initiativ og egne resonnementer, som ofte ikke er tilfellet i de klassiske elevøvelsene (Angell et al. 2011).

For å si noe om hvor åpen en labøvelse er snakker man ofte om øvelsens “frihetsgrad”. Frihetsgradene kan beskrives skjematisk som i tabell 2.1.

*Tabell 2.1: Frihetsgrader og åpenhet ved labøvelser (jf. bl.a. Angell et al. 2011).*

| <i>Frihetsgrad</i> | <i>Problemstilling</i> | <i>Metode</i> | <i>Resultat</i> |
|--------------------|------------------------|---------------|-----------------|
| 0                  | gitt                   | gitt          | gitt            |
| 1                  | gitt                   | gitt          | åpent           |
| 2                  | gitt                   | åpen          | åpent           |
| 3                  | åpen                   | åpen          | åpent           |

Det er verdt å nevne her at et *åpent* resultat betyr mer enn bare at det er ukjent for elevene, det betyr at heller ikke læreren sitter med noen fasit (Ringnes & Hannisdal 2000). Det er dessuten mulig å tenke seg oppgaver med andre konstellasjoner av “åpenhet” i frihetsgrad 1 og 2, for eksempel hvis elevene skal undersøke noe som læreren har svaret på, men velger metode selv. Frihetsgraden til en øvelse har konsekvenser for mer enn bare læring av metavitenskapelig kunnskap, men mange forfattere og forskere (som Hofstein & Lunetta 2003) legger spesiell vekt på at de lukkede “kokebokoppskriftene” hindrer elevene i å tenke over og forstå meningen med handlingene de utfører.

Hofstein og Lunetta (2003) viser til at noen forfattere mener elevenes argumentasjon under øvelsene gjør dem i stand til å forstå hvordan vitenskapelig kunnskap utvikles, og bidrar til elevenes “*enculturation*” - integrering inn i den vitenskapelige kulturen. Knain (2005) skriver at en av hensiktene med å skrive labrapport kan være å synliggjøre denne kulturen, ettersom det å lære rapportsjangeren er å lære å uttrykke seg med presisjon, nøkternhet, rasjonell argumentasjon osv. - verdier som også er sentrale i vitenskapens kultur.

Knain (2008) argumenter også for at labrapporten kan brukes til å fremme refleksjon og metodisk kunnskap (om f.eks. feilkilder) ved hjelp av ulike metakognitive grep. Dette er imidlertid også noe som må være et eksplisitt mål for å kunne fungere, ikke noe som kommer av seg selv.

### 2.2.3 Motivasjon

Motivasjon er enda en effekt av labarbeid som nevnes av mange forfattere (Lunetta, Hofstein & Clough 2007, Millar 2004, Hodson 1990/2008, Kind 2003, Sjøberg 2004, Ringnes & Hannisdal 2000), men som ikke alltid blir presist definert eller argumentert for. Abrahams (2009) skriver om motivasjon som en *indre driv til handling* (med referanse til Bandura 1986) og begrepet skilles gjerne fra *interesse* og *engasjement*. Hos Troelsen (2006) er interesse en generalisert nysgjerrighet, som fører til motivasjon og videre til handling (engasjement).

Det fins flere former for “interesse”, og flere andre affektive faktorer som skaper motivasjon for naturfag fordi de på forskjellige måter skaper en “driv” til å delta faglig. Eksempler er: en situasjonsbestemt interesse for den aktuelle undervisningsaktiviteten elevene er involvert i; en mer varig fascinasjon for naturvitenskap eller andre naturfaglige emner; en generelt positiv holdning til skolens naturfag; positive holdninger til/respekt for naturvitenskap (uten at dette nødvendigvis skaper interesse); en positiv relasjon til læreren; og en erkjennelse av fagets/fagstoffets nytteverdi på kort eller lang sikt (ytre motivasjon). Det er relativt stor forskjell på disse affektive faktorene, og som vi skal se i kapittel 4 har noen forskere prøvd å undersøke mer presist *hva slags* motivasjon labarbeid kan brukes til å skape.

I motsetning til de andre hensiktene som nevnes her, er motivasjon bare delvis et mål i seg selv. Faglig motivasjon er først og fremst noe vi ønsker å oppnå for at elevene skal engasjere seg mer i det faglige arbeidet, for bedre å nå kunnskaps- og kompetansemålene. Motivasjon behandles likevel som en egen hensikt her, fordi motivasjon som konsept er så forskjellig fra læring. Motivasjon er dessuten et mål i seg selv i den forstand at det er et mål med naturfagundervisningen å skape en varig interesse og respekt for fagstoffet, altså naturvitenskapen. Denne er det grunn til å ønske uavhengig av om den får dem til å prestere bedre i naturfag, blant annet av hensyn til rekruttering til videre realfaglig utdanning (dette er jo Millars andre hensikt med naturfagundervisning).

Mange studier har vist at labarbeid er en populær aktivitet blant elevene (se bl.a. Hofstein & Lunetta 2003, Hodson 1990/2008). Mange forfattere (som Tamir 1991, Ringnes & Hannisdal 2000) peker på at dette i seg selv bør virke motiverende, men skiller ikke mellom midlertidig interesse (og dermed motivasjon) for selve aktiviteten, en mer varig interesse for det aktuelle temaet, for naturfag eller naturvitenskap generelt, for en realfaglig yrkeskarrière osv.

Hofstein og Lunetta (2003) knytter motivasjonseffekten ved praktisk labarbeid til forskjellige læringsstiler og kulturelle kontekster. På samme måte som at forskjellige aktiviteter påvirker ulike elevers læring forskjellig, påvirker de også trivsel, interesse og andre motivasjonsfaktorer forskjellig. I LK06 finner vi også tanken om at det er variasjonen i arbeidsformer og situasjoner som skaper motivasjon: *“Varierte læringsmiljøer, som feltarbeid i naturen, eksperimenter i laboratoriet og ekskursionsjoner til museer, vitensentre og bedrifter, vil berike opplæringen i naturfag og gi rom for undring, nysgjerrighet og fascinasjon.”* (Læreplan i naturfag 2013).

I inquiry-basert undervisning som bygger på sosiokulturell læringsteori spiller affektive faktorer en avgjørende rolle. Dette henger for det første sammen med læringsteoriens vektlegging av sosial interaksjon. I sosiokulturell læringsteori er meningen med enhver aktivitet situert i den sosiale og kulturelle konteksten som aktiviteten finner sted i, og et nøkkelbegrep som beskriver den sosiale dynamikken i et praktisk arbeidsfellesskap er *legitim perifer deltakelse* (Lave & Wenger 1991). Dette bygger på en undersøkelse av forskjellige former for mesterlære, og viser til hvordan praktisk arbeid kan arte seg i heterogene grupper. De mest kompetente deltakerne er

sentrale i arbeidet, med mesteren i sentrum, mens de med mindre kunnskap deltar mer perifert. Poenget er at begge typer deltagelse er legitim og virker meningsfull og motiverende for deltakere på alle nivåer: Mens de teorisvake elevene kan bli perifere når de tyngre, faglige aspektene av øvelsen blir diskutert, vil de kunne bidra i praktiske oppgaver og med informasjon om avlesninger, observasjoner osv. I likhet med mange andre forklarings- og analysemodeller har legitim perifer deltagelse selvfølgelig relevans også utover sammenhengen den nevnes i her.

I mange inquiry-baserte undervisningsmodeller står dessuten utforskning sentralt, og elevenes eget initiativ og nysgjerrighet er nødvendig for arbeidet (Østergaard 2012). Med dette som utgangspunkt blir de tradisjonelle “kokebokoppskriftene” kritisert for å gi lite rom for nysgjerrighetsdrevet utforskning. For motivasjonseffekten er det derfor også viktig at øvelsenes frihetsgrad er større enn null.

#### 2.2.4 Verktøy- og prosedyrekunnskap

Flere forfattere nevner det også som et mål med labøvelser at elevene skal få erfaring med å jobbe på lab (eller andre steder der de samme ferdighetene kreves): lære å bruke utstyret, bli kjent med vanlige materialer og stoffer som brukes, lære HMS-rutiner, bli kjent med fremgangsmåter osv. (Hodson 1990/2008, Kind 2003, Angell et al. 2011, Ringnes & Hannisdal 2000, Sjøberg 2004).

De fleste forfattere som nevner verktøy- og prosedyrekunnskap tar det for gitt at man lærer dette ved å gjøre praktisk labarbeid selv. Det er jo en naturlig antakelse, og de færreste ville argumentert for at man helst ikke bør bruke labarbeid når det er labarbeid man skal lære. I akkurat denne hensikten er det nok riktig å si at naturfag hører like naturlig hjemme på et laboratorium som matlaging gjør på et kjøkken (jf. Solomon 1980/1994).

Forskjellige forfattere vektlegger derimot forskjellige argumenter for at verktøy- og prosedyrekunnskap skal være en eksplisitt hensikt i det hele tatt. Hodson (1990/2008) og Ringnes og Hannisdal (2000) nevner at dette ofte knyttes til at en del av elevene er fremtidige forskere og teknikere, og at de derfor vil ha nytte av å lære grunnleggende



laboratoriekompetanse. Dette argumentet svarer altså til Millars (2004) andre formål med naturfag i skolen.

Andre argumenter for å lære verktøy- og prosedyrekunnskap viser til at disse kunnskapene kan generaliseres eller overføres til andre ønskelige formål. For eksempel mener noen forfattere at å mestre labutstyr gir eleven kompetanse i å bruke også andre tekniske innretninger (Hodson 1990/2008); det gir øvelse i finmotoriske ferdigheter (Lunetta, Hofstein & Clough 2007); det kan gi bedre forståelse for vitenskapelige konsepter (Ringnes & Hannisdal 2000); eller for vitenskapelig virksomhet (Angell et al. 2011). Disse argumentene ser ikke verktøykunnskap som et mål i seg selv og er derfor ikke behandlet i dette avsnittet.

### 2.2.5 Vitenskapelige holdninger og tenkemåter

Hensikten med et skolefag er ikke bare at elevene lærer kunnskap, men også at de oppdras - sosialiseres - i tråd med visse holdninger vi ønsker å videreføre (Hodson 1990/2008, Tamir 1991). Mange av disse er generelle for hele skolen, og behandles i avsnitt 2.2.6 (Allmennpedagogiske mål). Men noen holdninger anses for å være spesielt knyttet til naturvitenskap, og skolens naturfag får dermed et spesielt ansvar for å videreføre dem. Hodson (1990/2008) nevner dette som en av fem hovedhensikter med praktisk arbeid i naturfag og gir tre eksempler: fordomsfrihet, objektivitet, og aksept av at man ikke bør trekke forhastede konklusjoner. Mange slike holdninger kan også ses som tenkemåter eller "*scientific habits of mind*" (Hofstein & Lunetta 2004) - å ha en fordomsfri eller objektiv holdning til observasjoner og annen informasjonshåndtering, for eksempel, betyr jo at man prøver å tenke på en fordomsfri eller objektiv måte (med varierende hell, får vi regne med).

Ideen om at man blir bedre mennesker og tenkere av å lære vitenskap (på lab) sto kanskje sterkere før. Kind (1991) forteller at å lære å bruke induktiv logikk er et argument som går helt tilbake til innføringen av naturfag i skolen. I den britiske Nuffield-planen fra 1964 var "*awakening original thought*" det eksplisitte målet med praktisk arbeid i naturfag (Solomon 1980/1994). Men det fins nok av eksempler på at tanken fortsatt er utbredt. Ringnes & Hannisdal (2000) nevner at labøvelser kan bidra til å utvikle *ærlighet* og *redelighet* hos elevene. Angell et

al. (2011) nevner det at elevene lærer å handle *autonomt* og *reflektert* som mål med metoden, først og fremst knyttet til utforskende arbeid.

Læreplanen i naturfag (2013) knytter en rekke holdningsmål til faget, og flere av disse målene knyttes til praktisk labarbeid. I innledningen til hovedområdet Mangfold i naturen, som legger stor vekt på miljøbevissthet og respekt for det biologiske mangfoldet, heter det at "*Feltarbeid legger et godt grunnlag for kunnskap om og holdninger på dette området.*" Noe av dette feltarbeidet skal ifølge kompetansemålene etter 10. årstrinn være det som her kalles labarbeid. Læreplanen slår også fast at "*Å arbeide både praktisk og teoretisk i laboratorier og i naturen med ulike problemstillinger [...] kan bidra til å utvikle kreativitet, kritisk evne, åpenhet og aktiv deltakelse i situasjoner der naturfaglig kunnskap og ekspertise inngår.*" (Formål). Å oppdra elevene til vitenskapelige holdninger og tenkemåter er fortsatt et relevant mål med praktisk labarbeid i skolen.

## 2.2.6 Allmennpedagogiske mål

Forrige avsnitt handler om holdninger og tenkemåter som skolens naturfag anses for å ha et spesielt ansvar for å formidle, fordi disse er verdier som er sentrale i naturvitenskapen. Men det fins en del hensikter med norsk skole som ikke er knyttet til bestemte fag og som derfor er relevante i all undervisning. Disse er relativt lite beskrevet i didaktisk faglitteratur, trolig fordi naturfagdidaktikken i hovedsak beskjeftiger seg med naturfagundervisning mens mer allmenne problemstillinger i skolen vanligvis er pedagogikkens felt. Av samme grunn skal ikke dette temaet få noen stor plass i denne oppgaven, men det skal nevnes ettersom denne typen mål i praksis er relevante for lærerne når de velger ut og gjennomfører praktiske labøvelser.

Eksempler på allmennpedagogiske mål med praktisk labarbeid i naturfag er: at elevene utvikler evne til samarbeid og kommunikasjon (Sjøberg 2004); sosiale ferdigheter (Ringnes & Hannisdal 2000); eller initiativ og selvstendighet (Solomon 1980/1994). Argumentene om at praktisk arbeid gir tekniske og motoriske ferdigheter hører også hjemme her. I den generelle delen av læreplanen (2006: 11) heter det dessuten at "*Konkrete oppgaver tjener både som forberedelse til dagliglivets*

*pliker og gir erfaringer for refleksjon. Øvelser og praktisk arbeid må derfor ha en viktig og integrert plass i opplæringen.”.*

## 2.3 Et mangfold av hensikter

Praktisk labarbeid i naturfag har en lang historie og en lang liste med hensikter som metoden forventes å oppfylle. White (1996: 762) kommenterer dette mangfoldet av hensikter:

*“One of the interesting things about laboratories is that there has never been definite consensus about those serious purposes. Perhaps that is why they have remained popular: they can be thought to support almost any claim of teaching science.”*

Noen av disse hensiktene kan virke foreldet (som vi kan forvente i et felt med lang historie), mange virker fornuftige. Noen av argumentene virker kanskje litt lettvinne (selv om de er forsøkt gjengitt så nøytralt som mulig her), noen støtter seg til didaktisk og psykologisk teori med stor tyngde. Målet med denne oppgaven er å bidra til å rydde opp i diskusjonen rundt hensikter med og effekter av labarbeid, og i de neste kapitlene skal vi se hvordan tidligere undersøkelser og læreres utsagn om bruk av metoden kan hjelpe til med det.

## 3.0 Metode

Jeg gjorde to delundersøkelser i forbindelse med denne oppgaven: en gjennomgang av tidligere empiriske undersøkelser av sammenheng mellom bruk og effekter av labarbeid, og fire intervjuer med naturfaglærere på ungdomstrinnet.

### 3.1 Gjennomgang av empiriske undersøkelser

Det fins mange metoder for gjennomgang av forskning, men ingen klare retningslinjer for gjennomføringen av en slik gjennomgang. De metodisk enkleste litteraturgjennomgangene er oppsummeringer av det forfatteren anser for å være de viktigste sidene ved et tema, slik det beskrives i faglitteraturen - som forrige kapittel i denne oppgaven. Gjennomganger som gjør større krav på objektivitet bruker gjerne bestemte inklusjonskriterier for studiene og tar for seg *primærforskning* i stedet for all faglitteratur. Noen gjennomganger benytter definerte søkekriterier og kriterier for å vurdere kvaliteten på hver studie. Den metoden som gjør størst krav på objektivitet, såkalt *systematisk gjennomgang* (systematic review), bruker en strengt definert fremgangsmåte som Torgerson (2003) beskriver som syv steg:

1. Utarbeidelse av en *a priori* protokoll med problemstilling, søkestrategi og fremgangsmåter for øvrig
2. Utarbeidelse av inklusjonskriterier og (ideelt sett) fagfelleevaluering av protokollen
3. Litteratursøk og kontroll av treffene ved to uavhengige forskere
4. Klassifisering og vektning av studier etter problemstilling og metode
5. Ekstraksjon av data ved hjelp av et ekstraksjonsskjema
6. Sammenfatning av data til en syntese, og gjennomføring av metaanalyse dersom det er mulig
7. Fortolkning av funn og utarbeidelse av rapport, som også fagfellevurderes

Denne metoden er egnet til å undersøke temaer der det fins et stort tilfang av tidligere forskning, aller helst randomiserte, kontrollerte studier som gir generaliserbar data med høy reliabilitet

(Torgerson 2003). Det fins mye forskning på labøvelser i undervisningen, men studier som undersøker effekten av labarbeid generelt er relativt få og varierer veldig i metodikk og andre viktige faktorer. Metoden Torgerson beskriver er derfor ikke best egnet til dette, men kan brukes som et utgangspunkt - med hensikt å bruke det som fungerer og forkaste det som ikke er hensiktsmessig her.

### 3.1.1 Tilpasning av metode til denne oppgaven

Det gir mening å sette opp klare kriterier for inklusjon av studier i gjennomgangen; skulle gjennomgangen tatt for seg de “viktigste” studiene ville den ikke kunnet gjøre krav på noen særlig grad av objektivitet. Men om alle kriterier skal lages *a priori*, før behandlingen av studiene begynner, ville det gjort det umulig å avgjøre underveis problemer som ikke dekkes av de opprinnelige kriteriene. At prosjektet skal planlegges *a priori* er et litt merkelig ideal uansett, ettersom forskerne som planlegger en gjennomgang er fagpersoner og selvfølgelig har en god del kunnskap om tilgjengelig forskning på området. I hvert fall i denne oppgavens sammenheng virker det mer fornuftig å oppgi argumentene for hvert kriterium underveis og la leseren selv avgjøre om det skaper *bias* eller ikke.

Til litteratursøk har jeg brukt søkemotorer som Google Scholar og andre, men også funksjoner på de forskjellige forlagssidene som finner artikler om samme tema, samt Google Scholars siteringssøk og manuell gjennomlesning av NorDiNas årganger. Mange artikler om temaet refererer til studier, og de er tatt med i gjennomgangen. Søkord og fraser som har vært brukt inkluderer *elevøvelser*, *labøvelser*, *laboratorieøvelser*, *labarbeid*, *laboratoriearbeid*, *“eksperimentelt arbeid”*, *eksperimenter*, *“praktisk arbeid”*, *hands-on*, *experiment*, *lab*, *laboratory*, *“lab work”*, *“practical work”* og *“experimental work”*, i forskjellige kombinasjoner med *effekt*, *læringseffekt*, *læringsutbytte*, *holdninger*, *motivasjon*, *kompetanse*, *effect*, *learning*, *achievement*, *attitudes*, *motivation*, samt *naturfag*, *undervisning*, *naturfagundervisning*, *science*, *“science teaching”*, *“school science”* og *“science education”*. Å gå gjennom søketreffene er av nødvendighet gjort av bare en person.

Studiene er klassifisert etter hvilken effekt som er undersøkt, basert på de seks som er beskrevet i kapittel 2:

1. konseptuell kunnskap
2. metavitenskapelig kunnskap
3. motivasjon
4. verktøy- og prosedyrekunnskap
5. vitenskapelige holdninger og tenkemåter
6. allmennpedagogiske mål

Disse er dekkende for alle undersøkelsene - noen er for den saks skyld overflødige idet ikke alle måles i de studiene som er valgt ut. Det er ikke alltid helt uproblematisk å bruke disse kategoriene, som vi skal se i behandlingen av PISA 2006, men dette vil bli diskutert underveis og tatt høyde for i en delkonklusjon for kapittel 4.

I en systematisk gjennomgang blir studier klassifisert etter metode i tillegg til problemstilling. De forskjellige metodene kan vektas ved hjelp av poengverdier, der randomiserte, kontrollerte studier tildeles den høyeste poengsummen (Torgerson 2003). Verken en *a priori* vektning av metode eller en tallfesting av denne er hensiktsmessig i vårt tilfelle, først og fremst fordi det er så mange faktorer som må vurderes at å sortere studiene i noen få kategorier bare blir misvisende. I stedet får hver studie en vektning basert på en vurdering både av studien selv og relevansen den har for denne oppgavens problemstilling. Vektingen er ikke presis og kvantitativ, men er ment som en rask oppsummering av alle faktorene som avgjør hvilken vekt vi bør legge på hver studie når vi skal vurdere dem sammen. Vektingen angis som “lav”, “middels” eller “høy”.

Gjengivelse av relevante funn og problemstillinger kan gjøres grundigere enn vanlig ettersom forskningstilfanget i denne gjennomgangen ikke er så stort. Siden studiene varierer sterkt i metodikk og andre faktorer vil det være en fordel å presentere dem litt mer utfyllende enn i en skjematisk fremstilling.

En statistisk metaanalyse er ikke mulig, blant annet fordi noen av studiene bruker kvalitative metoder, men noen hovedtendenser vil bli presentert i delkonklusjonen.

### 3.1.2 Kriterier og metode for utvelgelse av studier

Hovedkriteriet for utvelgelse er selvfølgelig at studien undersøker styrken av en eller flere antatte effekter av labarbeid i naturfagundervisningen. Det er ungdomstrinnet som er tema for denne oppgaven, derfor har studier på mellomtrinnet og videregående (og tilsvarende i utenlandske skolesystemer) også en viss relevans. Gjennomgangen tar for seg studier som undersøker bruk av labøvelser generelt, ikke med utgangspunkt i en bestemt undervisningsmetode eller øvelse. Det skal dessuten handle om effekten på elever generelt, ikke for eksempel elever med lese- og skrivevansker.

Et annet kriterium er at det er primærforskning, altså undersøkelser som støtter seg direkte til empiri fremfor tidligere forskning. At forskernes tolkninger nødvendigvis er påvirket av tidligere forskning er en annen sak, som ikke er til å unngå, og vi kan motvirke eventuell bias ved å vurdere metode og konklusjoner kritisk.

Et tredje kriterium (som er en konsekvens av søkemetoden) er at studiene er nordiske eller engelskspråklige.

Et fjerde kriterium er at studiene er gjort i noenlunde samme kultursfære som Norge: Nordamerika, Europa og deler av Oseania (i praksis er det bare amerikanske og vesteuropeiske studier som oppfyller de øvrige kravene). Hensikten med dette kriteriet er å øke validiteten av gjennomgangen ved å bruke studier fra land som er sammenlignbare med Norge. Variasjonen i kulturelle og praktiske rammer for undervisning er stor blant vestlige i-land, og variasjonene på verdensbasis er så enorme at det trolig ville vært veldig vanskelig å trekke gyldige konklusjoner for våre forhold.

Det siste kriteriet for utvelgelse er at dataen er samlet inn i løpet av de siste 20 årene (regnet ved skrivestart i 2014, men uten hensyn til dato). Hensikten med dette kriteriet er den samme som over. Kultur, skolesystem og andre praktiske, juridiske og faglige rammer varierer over tid så vel som fra land til land. Bare i Norge har vi byttet læreplan to ganger i løpet av denne perioden, og

vært gjennom en rekke mindre reformer, endringer og pedagogiske/didaktiske trender (som prosjektarbeid, “ansvar for egen læring”, læringsstiler og vurdering for læring). Variasjonene i tid og geografi, spesielt i kombinasjon med hverandre, gjør ofte overføring til dagens norske forhold vanskelig, selv innenfor en ramme av den vestlige verden de siste 20 årene.

### 3.1.3 Faktorer i vektning av studiene

Den første delen av vurderingen dreier seg om studiens egen reliabilitet og validitet. En viktig faktor her er hvordan utvalget av informanter eller respondenter gjøres. Størrelsen på utvalget, metode for utvelgelse, frafall osv. kan skape skjevheter og senke studiens reliabilitet. En annen viktig faktor er begrepsvaliditet - bruker forskerne samme begreper når de konkluderer som de gjorde da de gjennomførte undersøkelsen? Hvordan de har ordlagt seg blir spesielt viktig når dataen innhentes ved hjelp av spørreskjemaer ettersom inkonsekvent bruk av termer kan føre til at man undersøker et annet begrep enn man tror.

De forskjellige metodene varierer dessuten i hvor stor rolle forskerens egne vurderinger spiller. Alle studier inneholder forsåvidt vurderinger, blant annet i tolkningen av funn, men ved kvantitative studier blir leseren som oftest presentert for det statistiske grunnlaget for tolkningene og kan vurdere dem selv. Dette er ikke tilfellet ved f.eks. observasjon, der det ofte ikke er praktisk mulig for forskerne å forklare presist hvorfor de mener å ha observert mye eller lite av en gitt type interaksjon eller handling - de kan bruke eksempler og sitater, men vi må til syvende og sist stole på observatørens faglighet. Og jo mer vi må det, jo mer åpnes det for bias.

Forskjellige statistiske metoder bør også trekke vektningen opp eller ned. For eksempel vil metoder for å skille effekten av flere uavhengige variabler fra hverandre bidra til funnens troverdighet. I vurderingene av statistiske funn må vi også ta med signifikans, intern reliabilitet for samlevariabler, og flere andre tekniske faktorer.

Selv om en studies reliabilitet og validitet i sin egen kontekst er høy er det likevel ikke sikkert at overføringsverdien til dagens norske forhold er god. Som delstudie i gjennomgangen som skal svare på problemstillingen for denne oppgaven kan validiteten være høy eller lav, selv om den



har høy validitet i sin egen sammenheng. I denne vurderingen blir som nevnt tid og opphavsland viktig. Undersøkelser som er gjort for lenge siden, i land med andre tradisjoner enn oss, kan ikke ha høy overføringsverdi til våre forhold selv om de er metodisk gode. Om studiene er utført på et annet alders- eller klassetrinn enn ungdomsskolen trekker det også vektingen ned.

### 3.1.4 Eksempel på en problematisk studie: Stohr-Hunt og NELS '88

Patricia Stohr-Hunt gjorde i 1996 en analyse av data fra amerikanske *National Education Longitudinal Study (NELS)* som ble samlet inn i 1988. Hun sammenstilte resultatene fra en kunnskapstest i naturfag med lærernes svar på spørsmål om hvor ofte de gjennomførte labøvelser med elevene i en gitt gruppe (de fylte ut ett spørreskjema for hver gruppe de underviste). Lærernes svar var koblet til elevenes resultater ved hjelp av data fra skolene da undersøkelsen ble gjort. NELS gjorde randomiserte utvalg både på skole- og elevnivå og fikk et nettoutvalg på 10 318 elever på 8. trinn (Stohr-Hunt 1996). Stohr-Hunt fant at skoler der de gjennomsnittet av lærerne brukte praktiske øvelser *hver dag* hadde noe høyere gjennomsnittsskår på kunnskapstesten enn skolene som brukte praktiske øvelser *hver uke* (52,6 vs. 50,5 poeng). Funnet er signifikant for  $p < 0,001$ .

Begrepsbruken i undersøkelsen er ikke helt uproblematisk. I NELS-undersøkelsen blir lærerne spurt hvor ofte de bruker "*science experiments*" i undervisningen, mens Stohr-Hunt i problemstilling og konklusjon skriver om "*hands-on activities*". Det er ikke sikkert at alle lærerne ville svart det samme spørsmål om på hvor ofte de utfører *eksperimenter vs. praktiske aktiviteter*, eller for den saks skyld andre betegnelser på labarbeid. Stohr-Hunt stiller selv spørsmål ved i hvilken grad vi kan stole på lærernes vurdering av hva som er praktisk arbeid og hvor ofte de bruker det, og ved elevenes motivasjon for å ta en test som ikke har noe å si for karakter og ikke følger progresjonen i faget. Men studiens egen reliabilitet og validitet virker jevnt over god.

Det er først og fremst gjør undersøkelsen problematisk er at den tar for seg et skolesystem som skiller seg vesentlig fra vårt. At en majoritet av lærerne ved 73 av de 479 skolene som deltok - ca. 15 % - oppga at de gjennomførte labøvelser *hver dag* for alle elevgruppene sine tyder på at

naturfagundervisning hadde ganske andre rammer enn de som gjelder i Norge i dag. USA har ingen nasjonale læreplan, så det er ikke mulig å vite hvor mye tid som ble brukt til naturfagundervisning på disse skolene eller hva som var vanlig. Men naturfag i Norge er berammet til 249 t på ungdomstrinnet totalt (Læreplanverket i naturfag 2013), det vil si omtrent to uketimer (eller 26 minutter hver dag). Det er rimelig å anta at naturfagundervisningen hadde ganske spesielle vilkår i USA på åttitallet.

Stohr-Hunt forteller i forskningsartikkelen om “Sputnik-sjokket” i 1957, som utløste omfattende realfagreformer (Stohr-Hunt 1996). Det ble også startet en rekke programmer for å støtte og eksperimentere med realfagundervisning i amerikansk skole - såkalte “alfabetprogrammer” som SAPA, SCIS og ESS - som fortsatte i flere tiår. *“Today, most of these activity-based programs have disappeared as intact programs from the science curriculum”*, skriver Stohr-Hunt i 1996 (s. 102), men NELS ble som nevnt gjennomført åtte år tidligere. Behovet for å evaluere disse programmene effekt er en del av Stohr-Hunts bakgrunn for analysen, selv om det ikke nevnes i problemstillingen (Stohr-Hunt 1996).

Denne studien illustrerer først og fremst hvorfor det er problematisk å støtte seg til forskning som er gjort i en annen skolekultur, i en annen tid. NELS ble gjennomført i USA på tampen av den kalde krigen, mens det fortsatt ble lagt store statlige midler (Stohr-Hunt 1996) i tiltak for å utvikle unge forskere gjennom praktisk arbeid i naturfagundervisningen. Her er det så mange relevante faktorer som skiller seg fra dagens situasjon i norsk skole at en overføringsverdien blir for usikker. Problemer som dette er grunnen til at gjennomgangen av studier begrenses med hensyn til tid og opphavsland.

### 3.2 Intervju med lærere

Andre del av undersøkelsen var en serie semistrukturerte intervjuer med fire naturfaglærere på ungdomstrinnet. Hensikten med disse var å undersøke læreres hensikt med og bruk av praktisk labarbeid, for om mulig å knytte dette til de teoretiske argumentene og tendensene i

gjennomgangen. Metoden var valgt i tråd med behovet for et eksplorativt design uten klare hypoteser eller andre presise forventninger til resultatene.

### 3.2.1 Forskningsspørsmål og intervjuguide

I tråd med undersøkelsens eksplorative design satte jeg opp bare to forskningsspørsmål, som til gjengjeld dekker et stort område hver:

1. *Hva er lærernes praksis knyttet til labarbeid?*
2. *Hva er lærernes hensikter med labarbeid?*

For å utforske disse temaene brukte jeg en intervjuguide (vedlegg 2) som var delt inn i tre hovedtemaer: *Gjennomføring av praktiske labøvelser*, *Generelt om bruk av praktiske labøvelser* og *Om labøvelser som undervisningsmetode*. Spørsmålene i guiden var laget for å dekke forskningsspørsmålene, men jeg tok også med et par spørsmål for å belyse reliabiliteten til undersøkelsen: Jeg spør om de tror de bruker metoden annerledes enn andre lærere for å få vite om de ser på sin egen bruk som utypisk og mindre representativ, og om bruken har endret seg for å finne ut i hvilken grad de påvirkes av forskning, politikk og trender. Et spørsmål om hvilke ytre føringer for bruk av labarbeid, fra skolen, kommunen eller departementet, er også med delvis for å avdekke de øvrige svarenes reliabilitet over tid.

Intervjuguiden starter med utgangspunkt i en labøvelse informantene selv mener var vellykket. Hensikten var å bryte isen med et enkelt, konkret tema som også gir rike muligheter for oppfølgingsspørsmål. De ble spurt om gjennomføringen av og hensikten med øvelsen, og de ble bedt om å generalisere om sin egen bruk av labarbeid. De ble spurt spesifikt om for- og etterarbeid, blant annet om rapportskrivning, utfra en antakelse om at dette var en utbredt oppgavetype.

Intervjuguiden var lagd for å gå fra det spesifikke til generell refleksjon om bruk av labøvelser, men rekkefølgen på temaene varierte ettersom det var et poeng å følge informantenes egne tankerekker og ta tak i de mulighetene som samtalen ga (jf. for eksempel Grønmo 2004).

Data om ansiennitet og formell kompetanse som naturfaglærer ble også hentet inn.

### 3.2.2 Utvalg

Jeg henvendte meg til rektorene ved alle ungdomsskoler i et distrikt med spørsmål om det var i orden at det ble gjort intervjuer på deres respektive skoler, og om de kunne sette meg i kontakt med naturfaglærere. Jeg fikk kontakt med fire lærere som var villige til å delta. I denne oppgaven kalles de lærer P, A, T og Y (det er ikke forbokstavene deres, men står for psevdonymene de fikk under transkripsjonen: *Pikaia, Agnatha, Tiktaalik og Ymeria*).

Lærer P jobber på en middels stor ungdomsskole i en landbrukskommune. Hun har jobbet på ungdomstrinnet i to år, men har 14 års tidligere erfaring fra barnetrinnet. Hun har 60 stp. naturfag i grunntdannelsen.

Lærer A jobber på samme skole som P, der hun er seksjonsleder for naturfag. Hun har minst 32 års erfaring som naturfaglærer på ungdomstrinnet og 60 stp. naturfag i grunntdannelsen. Hun har tatt en rekke mindre kurs siden det, og noen av dem har gitt studiepoeng.

Lærer T jobber på en middels stor ungdomsskole i en bykommune, i et eneboligområde et stykke utenfor sentrum. Han har undervist i naturfag på ungdomstrinnet i 7 år. Den formelle kompetansen hans er 15-20 stp. i grunntdannelsen som allmennlærer; han har ingen fordypning i faget.

Lærer Y jobber på en mellomstor ungdomsskole i en tredje kommune, men i en skolekrets som har mange likheter med skolekretsen til lærer T. Hun har jobbet i 14 år som naturfaglærer på ungdomstrinnet. Hun er utdannet næringsmiddelteknolog og har tatt 30 stp. undervisningsrettet naturfag i tillegg.

Lærerne er mellom 35 og 60 år gamle.

### 3.2.3 Gjennomføring

Om informantene burde få tilsendt intervju spørsmålene på forhånd er et spørsmål som har gode argumenter for begge mulige beslutninger. På den ene side vil et intervju som dette tjene på at svarene kommer spontant, at lærerne ikke har forberedt seg på å forsvare eller “pynte på” egen praksis. På den annen side var det viktig at de ikke skulle bli skeptiske til intervjuet og mistenke at jeg var ute etter å ta dem i didaktiske blundere. Jeg endte på at det er mest redelig å spille med åpne kort og sendte intervju spørsmål og informasjonsskriv/samtykkeerklæring (vedlegg 1) til gjennomlesing før intervjuet. Intervjuene varte i 30-40 minutter, ble gjort på informantenes arbeidssted og tatt opp med lydopptaker (på mobiltelefon).

Av hensyn til begrepsvaliditet ble det presisert hva jeg mente med labarbeid/labøvelser før hvert intervju. Informantene fikk i hvert tilfelle beskjed om at det ikke bare var snakk om øvelser som foregikk på laboratoriet, men også de som blir gjort andre steder på skolen eller utendørs. Å gjøre pH-målinger i tjern ble brukt som eksempel. Dette lot til å være lett for informantene å forholde seg til. Under selve intervjuet brukte jeg gjerne uttrykket “øvelser”.

Det var en hyggelig tone under alle intervjuene. Alle lærerne var villige til å snakke, og de svarte utfyllende på de fleste spørsmålene. Det var en stemning av vennlig profesjonalitet i alle intervjuene, som er naturlig når fagpersoner diskuterer faglige emner. Lærer A virket kanskje litt oppgitt ved et par anledninger da samtalen kom inn på mislykket undervisning og de høye målene man setter for praktisk arbeid. Lærer Y virket spesielt entusiastisk og glad for å forklare sine egne refleksjoner rundt temaet.

Innholdet i intervjuene varierte noe, idet noen av lærerne hadde mye å fortelle om visse temaer mens andre ikke hadde det. Jeg lot alle ta opp de temaene de synes var relevante og stilte oppfølgingsspørsmål når vi kom inn på et tema som var relevant for undersøkelsen. Av den grunn varierte rekkefølgen på samtaleemnene, men alle temaene ble dekket i alle intervjuene. Jeg ønsket dessuten å være åpen for at det skulle dukke opp informasjon som kunne være interessant for oppgaven selv om den ikke var dekket av forskningsspørsmålene (jf. Postholm & Jacobsen 2011).

Jeg la i utgangspunktet vekt på å være nøytral og tilbakeholden under intervjuene, men måtte stille oppklarende spørsmål et par steder der jeg ønsket å få bekreftet fortolkninger av litt ulne utsagn. For eksempel da en av informantene ble spurt om hva som kunne gjøre at en øvelse ikke er vellykket:

*I: Jeg må innom - hva er det som kan gjøre at en øvelse ikke fungerer så godt, har du vært borti det?*

*P: Ja... det har jeg sikkert. Det er jo, selvfølgelig, være forberedt da, ha ting klart og... For store grupper kan være vanskelig...*

*I: Ja, oversikt og uro, rett og slett?*

*P: Ja, hvis det blir veldig mange... de begynner å bli store i kroppene og lite rom, det kan bli litt dulting og litt... det er jo en annerledes time med litt bevegelse og ting som skjer. Det kan være fristende å eksperimentere litt ekstra. Litt kontroll må man ha.*

Her måtte jeg gjette på hva som gjør det vanskelig å undervise store grupper, men det siste svaret tyder ikke på at jeg har lagt ord i munnen på henne eller at det ledende spørsmålet på andre måter har påvirket svaret - det har fungert som det skulle og ført samtalen om temaet videre på en naturlig måte.

Av hensyn til resultatenes validitet måtte jeg flere ganger be informantene utdype uttrykk som “undring” og andre begreper med uklart eller varierende innhold. Jeg prøvde å være forsiktig med dette, ettersom oppfordringer til å utdype i blant blir oppfattet som uttrykk for skepsis eller til og med kritikk, men jeg så ingen tegn på at dette gjorde informantene mer reserverte eller på annen måte ødela den vennlige stemningen under intervjuene.

### 3.2.4 Transkripsjon og analyse

Intervjuene ble transkribert (vedlegg X) like etter at de ble gjort. Jeg noterte latter (det forekommer ikke mange ganger) og meningsbærende lyder som “Mm”, men ikke lyder av den typen man lager ubevisst mens man tenker seg om (typisk “æh” eller “øh”). Der det oppstår

pauser er dette markert med "...". Et par steder, der en informant sporer av fra temaet og snakker om saker som enten er mer generelle eller bruker lang tid på å beskrive noe jeg egentlig ikke er ute etter, oppsummerer jeg kort det som blir satt i en klamme, á la:

*[Forteller at det er snakk om å innføre refleksjon som en sjette grunnleggende ferdighet i alle fag, som han støtter.]*

Analysen er gjort som digitale kommentarer i transkripsjonsdokumentet. Alle utsagn som besvarer forskningsspørsmålene er markert og kommentert (á la "Henter stort sett øvelser fra Eureka"). Mange steder, der det dukker opp en interessant formulering som kan forstås ved hjelp av andre utsagn, er fortolkningen skrevet som kommentar. For eksempel når lærer P forklarer begrepet "undring", som hun nevner som en hensikt:

*P: At de ikke på en måte, at det ikke er så forutsigbart da, de vet ikke helt hva som skal skje, jeg sier ikke så mye før vi starter, og så kan vi heller snakke om etterpå hva skjedde og hvorfor skjedde det. På en måte en liten refleksjon er jo målet litt da.*

Analysekommentaren lyder "Undring: nysgjerrighet, refleksjon".

### 3.2.5 Gjennomgang av labinstruksjoner

I forbindelse med intervjuene ble det gjort en enkel analyse av instruksjonene til de øvelsene som ble nevnt av lærerne, som med ett unntak (med ukjent kilde) er hentet fra læreverkene Eureka (Frøyland et al. 2007) og Tellus (Ekeland et al. 2008). Denne er ikke ment å være en omfattende lærebokanalyse, men å gi en enkel oversikt over noen viktige sider ved disse instruksjonene for å supplere informasjonen i intervjuene.

Øvelsene ble, for det første, analysert etter naturvitenskapelig innhold. Dette er et anslag av hva slags konseptuell kunnskap det er mulig å forvente at (noen av) elevene lærer direkte av øvelsen. Dette er mulig å gjøre relativt enkelt; for eksempel kan man si at øvelsen "Generator" i Tellus 9 (Ekeland et al. 2008), der elevene skal skape strøm ved å bevege en magnet i forhold til en spole,

kan gi kunnskap om at elektrisitet og magnetisme er sterkt forbundet, at elektrisk spenning og strøm kan skapes ved induksjon, og hvordan en generator i prinsippet fungerer (eller i det minste, *kan* fungere).

Øvelsene ble også analysert etter frihetsgrad, som er forklart i kapittel 2.

Jeg så også på eventuelle spørsmål i instruksjonene; de er markert med kulepunkter i Tellus og står under overskriften "*Til ettertanke*" i Eureka. Jeg avgjorde om de er refleksjonsspørsmål eller ikke utfra relativt enkelt kriterium: Dersom de stiller større kognitive krav enn bare gjengivelse av fakta, for eksempel om de ber eleven finne på, tenke over eller spekulere på noe, regnes de som refleksjonsspørsmål. Hvis de for eksempel ber eleven gjengi, oppgi, notere, eller finne informasjon, regnes de ikke som refleksjonsspørsmål.

### 3.2.6 Reliabilitet og validitet

Mitt eget inntrykk av informantene er at de virker som normale, erfarne, kompetente naturfaglærere. Om de er representative for andre enn seg selv lar seg vanskelig måle ved hjelp av objektive data, men lærernes ansiennitet og formelle kompetanse viser i hvert fall ingenting vi kan anse som unormalt. Lærerne er heller ikke spesielt unge eller gamle, både kvinner og menn er representert, og skolene de jobber på ligger både landlig og mer sentralt til. Det er riktignok ingen av skolene som ligger i et bysentrum, og alle ligger innenfor et noenlunde begrenset geografisk område i Vestfold. På spørsmålet om de tror de bruker labarbeid annerledes enn andre lærere, som er tatt med for å oppdage eventuelle store avvik, er det ingen som svarer at de tror det. Lærerne virker hele tiden selvsikre og avslappede, og er aldri i tvil om hva en labøvelse er eller hvordan den skal gjøres. At de gjerne deler øvelser med kollegaer kan tyde på at disse lærernes bruk av labarbeid ikke skiller seg vesentlig fra resten av kollegiet ved de tre skolene.

Men et lite antall intervjuer kan uansett ikke få noen høy objektiv overføringsverdi. Det er ikke der intervjuets styrke ligger, men i at det har evne til å belyse et emne i dybden. Noen forskere mener det ikke gir mening å diskutere reliabilitet i forbindelse med kvalitative studier, men snakker heller om "troverdighet" (Grønmo 2004). Hvor troverdige man skal anse



intervjumaterialet for å være må være basert på en vurdering av metoden (som er beskrevet over) og hvor outrerte utsagn som dukker opp under intervjuene.

Validiteten av intervjudataene bør være god. Informantene svarte utfyllende om de sentrale temaene, og der de uttrykker seg tvetydig om et gitt tema virker det som oftest som det skyldes at de ikke har noen klar oppfatning om akkurat det. Begrepsvaliditeten knyttet til “labarbeid” og “labøvelser” blir sikret ved at jeg presiserer hva vi skal snakke om før hvert intervju.

## 4.0 Gjennomgang av studier

Denne gjennomgangen tar for seg studier basert på inklusjonskriteriene i forrige kapittel. De presenteres kronologisk utfra årstall for innsamling av data og hovedtendensene oppsummeres i en delkonklusjon i slutten av kapittelet.

### 4.1 Third International Mathematics and Science Study (1995)

Den til da største komparative undersøkelsen innen utdanning ble gjennomført i 45 land med nesten en million elever (Kind et al. 1999). Studien var i regi av *the International Association for Evaluation of Educational Achievement*, og ga opphav til dagens TIMSS (som nå står for *Trends in International Mathematics and Science Study*). Frekvens av “elevøvelser” var en av flere faktorer for læring som ble undersøkt, ved hjelp av et spørreskjema til lærerne, og satt opp mot resultatene av en faglig test. 19 av deltakerlandene, deriblant Norge, gjennomførte også en praktisk prøve i tillegg til den skriftlige.

Oppgavene i den skriftlige testen var konstruert for å ta hensyn til de forskjellige læreplanene i naturfag og matematikk i alle deltakerlandene, med både åpne og lukkede oppgaver og med vekt på autentiske problemstillinger. Resultatene er klassifisert her som mål på *konseptuell kunnskap*.

Den praktiske prøven besto av tre til fem (av totalt seks) enkle oppgaver á 15-30 minutter, som gikk ut på å undersøke et fenomen (som puls eller magnetisme) ved hjelp av enkelt utstyr som stoppeklokke, magnet eller gummistrikk (Kind 1999). Skår ble gitt på grunnlag av spørsmål om fremgangsmåte og konklusjoner, som ble besvart skriftlig underveis. Ettersom ingen av oppgavene krevde kjennskap til labutstyr eller labrutiner er resultatene ikke klassifisert som mål på *verktøy- og prosedyrekunnskap*. Fordi de dreier seg om å finne mest mulig vitenskapelige (logiske, konsistente, pålitelige) måter å undersøke fenomener på, klassifiseres disse resultatene som mål på *metavitenskapelig kunnskap*.

Forskerne fant ingen positiv sammenheng mellom frekvens av elevøvelser og skår på den skriftlige prøven (Kind et al. 1999). De fant derimot “*en viss*” sammenheng mellom elevøvelser og skår på den praktiske prøven (Kind et al. 1999: 83).

Etter at resultatene fra TIMSS og senere PISA ble viktige i den skolepolitiske debatten, har de vært gjenstand for en god del kritikk. Denne kritikken dreier seg mest om bruken av resultatene og er i hovedsak ikke rettet mot TIMSS, så den vil bli kommentert i gjennomgangen av PISA. Et kritikkpunkt som er reist spesifikt mot TIMSS er at oppgavene ikke tar for seg temaer som er spesielt relevante for Norge og norske læreplaner, men bygger på en felles kjerne i alle deltakerlandenes læreplaner. Det gjør dessuten utvalget av faglige temaer litt konservativt, med hovedvekt på godt etablert vitenskapelig kunnskap (Sjøberg 2005). Denne kritikken virker likevel nokså mild, i hvert fall i denne gjennomgangens sammenheng, idet kunnskap om etablert vitenskap tross alt må regnes som et ganske godt mål på konseptuell kunnskap i naturfag.

Et stort antall elever deltok i TIMSS, og det er ingen åpenbare, store svakheter ved hovedundersøkelsen. Et randomisert utvalg på 441 norske elever fra 49 skoler - ni ved hver skole - tok den praktiske prøven, som bør gi relativt god reliabilitet. Alle besvarelsene fra den praktiske prøven ble “reliabilitetsrettet” av to personer. Forskerne fant 82 % samsvar mellom disses skåringer (Kind et al. 1999).

TIMSS-forskerne tar opp som et problem med den praktiske testen at det i mange tilfeller ikke er mulig å avgjøre om mangler i en besvarelse skyldes manglende konseptuelle kunnskaper eller manglende metodiske ferdigheter. Resultatene av de seks oppgavene varierer dessuten ganske uavhengig av hverandre (Kind et al. 1999), som betyr at de har lav intern reliabilitet som samleskår.

Disse resultatene tilhører “populasjon 2” i TIMSS, som besto av de to klassetrinnene med flest 13-åringer - i praksis det som i dag heter 7. og 8. trinn. Utvalget er ikke ideelt, men likevel relevant for denne gjennomgangen.

Norsk skole har forandret seg en del siden 1995, som TIMSS selv og andre undersøkelser har vist, men sett i sammenheng med andre studier i gjennomgangen er ikke den norske 1995-skolen

så forskjellig fra dagens. Studien tar direkte for seg sammenhengen frekvens av labarbeid og konseptuell kunnskap, men bare delvis knyttet til populasjonen det handler om her. Resultatet for konseptuell kunnskap får derfor *middels* vektning.

Resultatene av den praktiske prøven har de samme svakhetene, men har et par egne svakheter i tillegg. Resultatet for metavitenskapelig kunnskap får derfor *lav* vektning.

## 4.2 Harold Wenglinskys analyse av NAEP (1996)

Harold Wenglinsky ved amerikanske Educational Testing Service (som også utviklet testverktøyet som NELS brukte i 1988) gjorde i 2000 en analyse av data fra The National Assessment og Educational Progress (NAEP) fra 1996. NAEP er en landsomfattende amerikansk undersøkelse som gjennomføres jevnlig “*every year or two*” (Wenglinsky 2000: 8). Den består av spørreundersøkelser for elever, lærere og skoleledere, og standardiserte tester i forskjellige fag som gis til forskjellige grupper elevrespondenter. I 1996 tok 7.776 åttendeklassinger naturfagtesten. I Wenglinskys analyse av datamaterialet så han blant annet etter en sammenheng mellom frekvens av praktisk arbeid og læringsutbytte. Elevene skårer mellom 0 og 300 poeng på naturfagtesten, og poengskalaen deles inn i fire nivåer: 224-300 poeng er *Advanced*, 167-223 er *Proficient*, og 131-166 er *Basic*. Det nederste nivået omtales som *below Basic*.

Wenglinskys fant en klar sammenheng mellom praktisk arbeid og konseptuell kunnskap: Elever som deltok i praktisk arbeid i naturfag hver uke fremfor hver måned lå 40 % av et nivå over medelevene sine (Wenglinsky 2000).

Analysemetoden var *multilevel structural equation modeling* (MSEM), en teknikk for å analysere mulige forhold mellom ulike uavhengige faktorer og tallfeste direkte og indirekte effekter av dem. Den gjorde Wenglinsky i stand til å skille effekten av labøvelser fra effekten av blant annet etterutdanning av lærere, som også samvarierer med frekvens av labøvelser.

Han tar opp som en svakhet at undersøkelsen ikke er longitudinell og at både faktorer og læringsutbytte dermed er målt på samme tidspunkt. Det er derfor ikke mulig å si om bruk av praktisk arbeid virkelig er årsak til elevenes læring over tid eller om korrelasjonen oppstår av andre grunner. For eksempel, skriver Wenglinsky, “*Perhaps students who do well on tests tend to gravitate to classes with more hands-on learning*” (Wenglinsky 2000: 34).

Begrepsbruken er ikke uproblematisk, ettersom “hands-on learning activities” ikke er synonymt med labarbeid. Det er heller ikke slik Wenglinsky bruker termen; i rapporten oppgir han labarbeid som et *eksempel* på “hands-on activities” i naturfag (Wenglinsky 2000: 4).

Begrepsbruken er altså internt konsistent, men ikke fullstendig relevant for denne gjennomgangen ettersom vi ikke vet hvor stor andel av det praktiske arbeidet som faktisk er labøvelser. I perioder har andre praktiske undervisningsformer stått sterkt; blant annet var det en trend for “prosjektarbeid” i norske skoler på nittitallet. Det virker likevel trygt å regne med at *en betydelig del* av det praktiske arbeidet i naturfag er labarbeid, særlig i USA der tradisjonen ser ut til å stå sterkt.

Forskjeller mellom det amerikanske og det norske skolesystemet spiller selvfølgelig også en rolle her. Norske elever kan slett ikke “gravitere” mot naturfaggrupper med en undervisningsprofil som passer dem bedre. Wenglinsky sikter kanskje til nivåddifferensierte grupper, som er lite brukt i norsk naturfagundervisning. Det er mulig å tenke seg flere grunner til at grupper for spesielt sterke elever skulle bruke mer labarbeid.

Det er ingen åpenbare, store problemer med NAEP og Wenglinskys analyse, men relativt stor usikkerhet knyttet til hva som er målt og hvilke faktorer i den amerikanske skolen som kan ha spilt inn. Resultatet får derfor *middels* vektning.

### 4.3 Labwork in Science Education (1996-98)

Europakommisjonen satte i 1996 i gang et stort og omfattende forskningsprosjekt ledet av Marie-Geneviève Séré ved Universitetet i Paris. Prosjektet foregikk i seks forskjellige europeiske land

og omfattet en rekke større og mindre undersøkelser av forskjellig art, med hensikt å belyse temaer knyttet til labarbeid i naturfag (Séré 2002). En undersøkelse av “*the effectiveness of standard laboratory work in science education*” ble gjort i form av seks casestudier (Séré et al. 1998: 73). Disse var av forskjellig art, ble utført av forskjellige forskere og tok for seg forskjellige sider ved labarbeid, men de fant at visse tendenser lot seg identifisere og sammenfatte.

Forskerne konkluderte med å kritisere flere trekk ved det de observerte, blant annet at de praktiske sidene ved arbeidet overskygget de kognitive (*ibid.*), at elevene sjeldent diskuterte de faglige sidene av det de driver med underveis (*ibid.*), og at gjennomføringen av øvelsene sjeldent krever konseptuelle kunnskaper (Beney & Séré 2003). De gjør ingen direkte sammenligning med annen undervisning, men er såpass kritiske til læringseffekten av øvelsene de observerer at de ikke gir inntrykk av noen relativ læringsgevinst for labøvelser i forhold til vanlig klasseromsundervisning. Forskerne er ikke negative til labarbeid, men mener at flere sider ved bruken må forbedres for å gjøre det til en effektiv undervisningsmetode (Psillos & Niedderer 2003). I denne gjennomgangens sammenheng tolkes LiSE-konklusjonene som *ingen effekt* for konseptuell kunnskap.

Casestudiene er som nevnt av forskjellig art. Én tar for seg elevenes modelleringsaktiviteter under arbeidet (Bécu-Robinault 2003), en annen analyserer sammenhengen mellom aktivitet og læring ved hjelp av begreper fra kognitiv psykologi (Beney & Séré 2003). Forskerne går generelt langt i å abstrahere det de ser i et lite antall observasjoner og gjør stor bruk av forskjellige analysemodeller. Etersom forskerne undersøker så forskjellige sider ved labarbeidet, blir de felles konklusjonene basert på totalt sett nokså usystematiske observasjoner; de forskjellige casestudiene hadde ingen felles forskningsspørsmål eller metode. Likevel, observasjonene er gjort av erfarne forskere og deres vurderinger om sammenheng mellom aktivitet og fag har en viss tyngde.

Selv om LiSE-prosjektet trekker generelle konklusjoner om labarbeid i naturfag, er alle casestudiene gjort i videregående opplæring og høyere utdanning. Særlig at noen av delstudiene er gjort blant universitetsstudenter senker relevansen for denne gjennomgangen. Forskjellene i

læringsfaktorer mellom ungdomsskoleelever og universitetsstudenter er så store at overføringsverdien blir lav - særlig studentenes motivasjon og undervisningspersonellens kompetanse er viktige forskjeller mellom ungdomsskole og universitetsfysikk (jf. Beney & Séré 2003). Totalt sett får funnene fra *Labwork in Science Education* lav vektning i gjennomgangen.

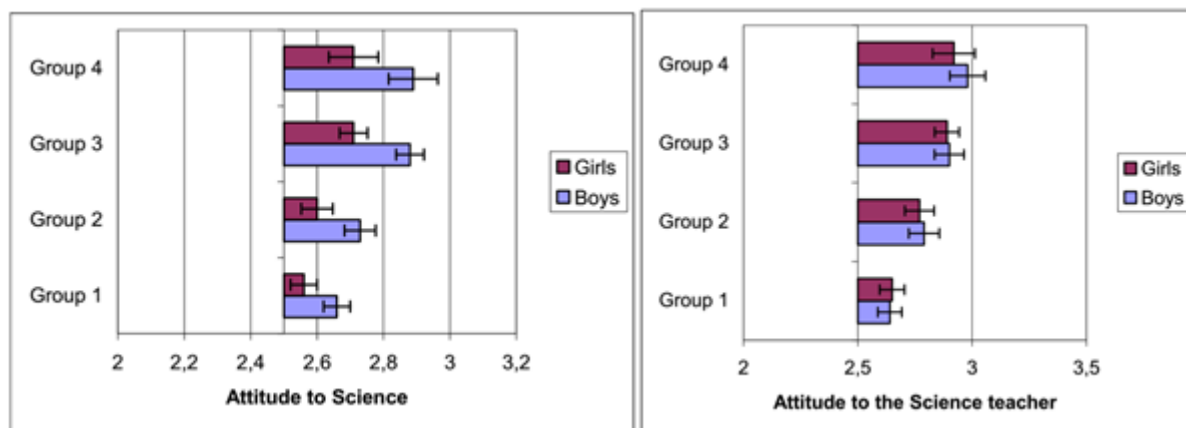
#### 4.4 Almendingen, Klepaker og Tveitas evaluering av naturfag i L97

Siv Flåsen Almendingen, Tom Klepaker og Johannes Tveita ved Høgskolen i Nesna (HiNe) gjorde i 2002 en evaluering av natur- og miljøfag i norsk skole etter Reform 97. Det var en omfattende studie som undersøkte både læringsutbytte og holdningseffekter, og den fikk mange interessante resultater. 200 syvendeklasser ble tilfeldig valgt ut, og 167 klasser (84 %) på til sammen 2882 elever deltok. Undersøkelsen besto av en kunnskapstest, som delvis var basert på TIMSS '95, og en spørreundersøkelse blant både elever og lærere (Almendingen et al. 2003).

Almendingen, Klepaker og Tveita tok utgangspunkt i elleve læringsaktiviteter fra spørreskjemaet og brukte dem til å gruppere klassene i fire dominerende undervisningsprofiler. Forskerne gjorde en *k-Means Cluster Analysis*, en metode for å dele statistiske enheter i grupper basert på fordeling over mange variabler. Hensikten er å finne typiske svarprofiler, mønstre i hvordan respondentene forholder seg til flere variabler, som gjentar seg for store grupper respondenter (Klepaker et al. 2007). Metoden har både en skjønnsmessig og en matematisk side, idet forskerne først definerer gruppenes profiler og deretter benytter en algoritme (i dette tilfellet en funksjon i analyseprogrammet SPSS 13.0) for å plassere respondentene i grupper.

Den ene gruppen, som besto av 46 klasser, kjennetegnes ved relativt stor bruk av "tradisjonelle" naturfagmetoder: variablene *Vi besøker museer eller bedrifter*, *Vi har uteundervisning*, og *Vi gjør forsøk selv* i spørreundersøkelsen. De øvrige gruppene brukte mindre elevaktivt arbeid (gruppe 1 og 2), eller mer "moderne" metoder som drama, prosjektarbeid osv. fremfor de tradisjonelle (gruppe 4).

De fire gruppene fikk ikke signifikant forskjellige gjennomsnittsskår på kunnskapstesten. Men de fikk forskjellige skår for to samlevariabler for holdninger til vitenskap og naturfag, og holdninger til naturfaglæreren; Den “tradisjonelle” gruppen (gruppe 3) skåret bedre enn de som brukte mindre elevaktivt arbeid, og omtrent like godt som den “moderne” gruppen. Holdninger til vitenskap, fag og lærer er viktige faktorer i elevenes faglige *motivasjon*, og er klassifisert her som mål på det.



Figur 4.1 (venstre): Positive holdninger til naturvitenskap vs. undervisningsprofiler (faksimile fra Klepaker et al. 2007: 50). Figur 4.2 (høyre): Positive holdninger til naturfaglæreren vs. undervisningsprofiler (faksimile fra Klepaker et al. 2007: 51).

Undersøkelsen ble gjort på 7. trinn, så den forteller ikke om naturfag på ungdomstrinnet direkte. Trinnene skiller seg fra hverandre på vesentlige måter, blant annet i ressurser, tradisjoner og lærernes formelle kompetanse. Men elevene er aldersmessig bare ett år fra ungdomstrinnet.

At den uavhengige variabelen skal være en samlevariabel i stedet for de som er målt direkte, senker relevansen for gjennomgangen noe. Men av de “tradisjonelle” undervisningsmetodene labøvelse, museumsbesøk og uteundervisning vil nok labarbeid av praktiske årsaker sette et mye større preg på faget enn de to andre. Vi kan regne med at usikkerheten som kommer inn med de to andre variablene er begrenset.

Undersøkelsens funn for konseptuell kunnskap og motivasjon får derfor *middels* vektning.



## 4.5 Caltech Pre-college Science Initiative (CAPSI)

Forskere ved California Institute of Technology (Caltech) undersøkte i 2005 resultatet av en del læreplaner med fokus på praktisk, utforskende arbeid, som var utviklet på nittitallet. Mye av hensikten med disse planene var at elevene skulle forstå vitenskapelige undersøkelser (“*scientific inquiry*”) og lære å utforske fenomener selv (Pine et al. 2006: 467).

Forskerne valgte ut 41 elevgrupper på tilsammen ca. 1000 elever fra skoler med utforskende og vanlig læreplan, med høy og lav sosioøkonomisk status (basert på lunsjssubsidieordninger). De tok en skriftlig test med spørsmål hentet fra NAEP og TIMSS '95 med spørsmål om konseptuell kunnskap. De gjennomførte også fire praktiske øvelser som testet evne til planlegging, observasjon, datainnsamling, visuell kommunikasjon, induksjon, og evidensbasert forklaring. Forskerne unngikk temaer som var vektlagt i de utforskende læreplanene for bedre å kunne teste elevenes generelle evne til vitenskapelig utforskning. Oppgavene stilte av samme grunn ingen spesielle krav til kjennskap til labutstyr eller -prosedyrer, men brukte dagligdagse redskaper og materialer som isbiter, tørkepapir osv. Elevene ble vurdert fortløpende av observatører, etter bestemte kriterier for hver oppgave.

For å kunne kontrollere for “kognitive evner” tok elevene en standardisert test av leseferdigheter, matematikk og figuranalyse. Elever fra skoler med lav sosioøkonomisk status og elever fra skoler med utforskende læreplan gjorde det litt dårligere på denne og fikk dermed skåren justert noe opp.

Den skriftlige testen viste ingen signifikante forskjeller i konseptuell kunnskap. Den praktiske testen viste ingen konsistente forskjeller i metavitenskapelig kunnskap.

Undersøkelsen fremstår som metodisk god, men er gjort på 5. trinn, som senker relevansen for denne gjennomgangen betydelig. Det er lett å tenke seg grunner til at undervisning knyttet til metakognisjon og lignende abstrakte emner ikke har samme effekt på barnetrinnet som på ungdomstrinnet. Siden undersøkelsen også er gjort i USA får funnene lav vektning.

## 4.6 Foley & McPhees analyse av CAPSI-materiale

To av CAPSI-forskerene, Brian Foley og Cameron McPhee, tok for seg data fra en spørreundersøkelse gjennomført som del av CAPSI-studien med spørsmål om elevenes holdninger til og forestillinger om vitenskap (Foley & McPhee 2008).

Elever fra skoler med vekt på praktisk labarbeid rangerte naturfag 0,19 høyere på en femdelt Likertskala (4,44 vs. 4,23) fra “*don't like at all*” til “*like it a lot*”, og Foley og McPhee konkluderer på bakgrunn av dette med at elevene er mer motivert for naturfag. Men de “utforskende” elevene mente i *mindre* grad (55 vs. 64 %) at vitenskap/naturfag var relevant for hverdagen deres. De to elevgruppene svarte ellers tilnærmet likt, blant annet på spørsmål om interesse for å jobbe med vitenskap som voksen. At de praktiske læreplanene *ikke* har noen entydig effekt på motivasjon virker som en konklusjon som støttes bedre av datamaterialet.

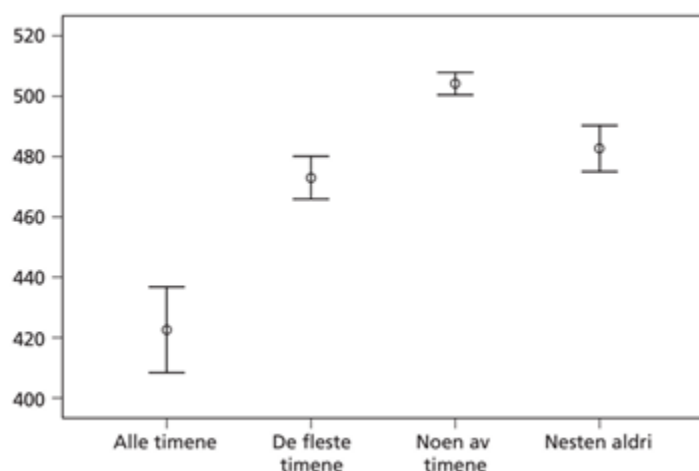
På noen få spørsmål om vitenskapens natur (metavitenskapelig kunnskap) svarte de to elevgruppene også tilnærmet likt.

Denne spørreundersøkelsen hadde samme utvalg som resten av CAPSI og får derfor lav vektning.

## 4.7 PISA 2006 (Norge)

OECD-undersøkelsen *Programme for International Student Assessment* blir hvert tredje år organisert og gjennomført av Institutt for lærerutdanning og skoleutvikling (ILS) ved Universitetet i Oslo, på oppdrag fra Utdanningsdirektoratet. Undersøkelsen består av en to timers test i lesing, matematikk og naturfag (*science literacy*), og en spørreundersøkelse. I 2006, da hovedfokuset var på naturfag, fikk man mulighet til å sette testresultatet opp mot frekvens av labøvelser. PISA-testen og spørreundersøkelsen ble gjort av ca. 4700 norske elever fra 203 skoler (Kjærnsli et al. 2007).

*Science literacy* er et etablert begrep innen vitenskapsformidling, og inneholder både faglig lesekompetanse, fagkunnskap og evne til å forstå og resonnere ved hjelp av naturvitenskap. PISA-oppgavene består derfor i hovedsak av tekster med tilhørende spørsmål som krever både leseforståelse og konseptuell/metavitenskapelig kunnskap. Av de 28 frigitte spørsmålene fra testen er det like mange som tester konseptuell som metavitenskapelig kunnskap. Resultatene viste at elever som gjorde labøvelser ofte skåret lavere på testen.



Figur 4.3: Hyppighet av "eksperimentelt arbeid" vs. skår i naturfag (faksimile fra Kjærnsliie et al. 2007: 115).

"Eksperimentelt arbeid" er en samlevariabel for "Elevene gjør forsøk i naturfagrommet", "Elevene blir bedt om å trekke konklusjoner fra et forsøk de har utført" og "Elevene gjør forsøk ved å følge lærerens instruksjoner". Hensikten med å ta med den andre påstanden virker uklart, siden den virker delvis som en presisering av den første, delvis som den er lagd for å måle frekvensen av etterarbeid til labøvelser. Den første og den tredje påstanden inneholder presiseringer som virker unødvendige; den første ekskluderer forsøk som ikke gjøres i naturfagrommet, den tredje forsøk der elevene i noen grad tar beslutninger selv. En formulering som "Elevene gjør praktiske forsøk" kunne erstattet alle påstandene.

Tabell 4.1: Fordeling av svar på spørsmål om hyppighet av “eksperimentelt arbeid” (faksimile fra Kjærnsli et al. 2007: 113).

|  | I alle timene | I de fleste timene | I noen av timene | Aldri eller nesten aldri |
|--|---------------|--------------------|------------------|--------------------------|
| Elevene gjør forsøk i naturfagrommet                                   | 3             | 20                 | 60               | 14                       |
| Elevene blir bedt om å trekke konklusjoner fra et forsøk de har utført | 11            | 37                 | 39               | 11                       |
| Elevene gjør forsøk ved å følge lærerens instruksjoner                 | 8             | 33                 | 45               | 10                       |

Et problem for denne gjennomgangen er at resultatene for konseptuell kunnskap ikke lar seg skille fra de for metavitenskapelig kunnskap. Dersom en lærer ved hjelp av praktiske øvelser lykkes i å gi elevene høy kompetanse på det ene området, men på bekostning av det andre, vil elevene totalt sett skåre middels på testen. De to kompetansene vil dermed “forurense” hverandres resultat.

PISA-undersøkelsen er gjenstand for massiv kritikk, fra både forskere og lekfolk, og en noenlunde grundig redegjørelse faller langt utenfor rammene for denne oppgaven. Men den absolutt viktigste kritikken ser ut til å handle delvis om OECDs litt arrogante påstand om at testen måler hvor skikket elevene er for fremtidens utfordringer; delvis at resultatene i det offentlige ordskiftet ofte blir (mis)brukt som et helhetlig mål på hvor vellykket skolen er; delvis at undersøkelsen blir brukt som grunnlag for implementering av politiske tiltak som kan være uheldige (se bl.a Sjøberg 2015). Noe av kritikken gjelder problematikk knyttet til det å sammenligne forskjellige land, for eksempel at oversettelser kan endre vanskelighetsgraden i oppgavene (*ibid.*); og at oppgavene i likhet med TIMSS ikke er tilpasset de forskjellige landenes forhold og læreplaner (Sjøberg 2005). Med tanke på hvor stor og viktig PISA-undersøkelsen har blitt, er det er egentlig ikke reist mye kritikk mot selve testverktøyet og analysen av de norske resultatene. Sjøberg (2005: 1) nevner dessuten at “*mye kritikken mot metoder, utvalg av elever osv. er basert på misforståelser*” som blir oppklart dersom man leser det PISA-forskerne selv skriver, fremfor politikere og andre interessenter. Oppgavene er riktignok kritisert for legge stor vekt på leseforståelse (Byhring & Knain 2009). Det blir også stilt spørsmål ved om det er mulig å måle noe annet enn elevenes *evne til å ta tester* ved hjelp av en papir og blyant-test (*ibid.*), men

denne kritikken rammen i så fall de fleste studier som inneholder en kunnskapstest, og mesteparten av all vurdering i skolen generelt. Dette skal vi se videre på i drøftingen (kapittel 6).

Den kritikken som treffer testen direkte bør tas alvorlig, først og fremst fordi PISA er blitt så viktig i skolepolitikken at små skjevheter kan få store følger. Men i og for seg gjør ikke dette PISA til noe dårlig redskap til å måle verken konseptuell eller metavitenskapelig kunnskap, og i denne oppgavens sammenheng - der resultatene uansett ikke sammenlignes med andre lands - bør vi regne undersøkelsen som relativt god. Papir og blyant-tester er ikke en ideell måte å teste kunnskap på, men det er vanskelig å finne noen studie som har klart å teste et stort antall elever på en mer egnet måte. PISA er ikke perfekt, men god nok til at funnene for konseptuell og metavitenskapelig kunnskap får høy vektning i denne gjennomgangen.

#### 4.8 Hampden-Thompson og Bennetts analyse av data fra PISA 2006

Gillian Hampden-Thompson og Judith Bennett ved det engelske Universitetet i York gjorde i 2013 en analyse av data fra den britiske PISA-undersøkelsen i 2006, som tok for seg et nasjonalt representativt utvalg av 11 775 elever. Bakgrunnen var en bekymring over den lave interessen blant unge for yrker innen vitenskap, teknologi og matematikk, og forskerne ønsket å finne ut av om elevers interesse for disse temaene lot seg påvirke av hvilke undervisningsmetoder de møtte i skolen (Hampden-Thompson & Bennett 2013).

Forskerne tok for seg tre affektive utslag av læringsaktiviteter, som de målte ved hjelp av samlevvariabler som var testet for intern reliabilitet ved hjelp av Cronbachs alfa: *motivation in science*, som besto av påstander om fagets nytteverdi for fremtidig karriere; *enjoyment of science*, som besto av påstander om at eleven er glad i å lære om og drive med naturfag; og *orientation towards a future in science*, påstander om elevens interesse for en fremtidig karriere innen realfag. Alfaverdiene var henholdsvis 0,92, 0,92 og 0,89. Svaralternativene var på en firedelt likertskala fra “*strongly disagree*” til “*strongly agree*”. Som mål på frekvens av labarbeid brukte de samme samlevvariabel som de norske PISA-forskerne, men inkluderte også

“students are required to design how a science question could be investigated in the laboratory”.

Tabell 4.2: Gjennomsnittsskår for de tre affektive samleverdiene vs. frekvens av “hands-on activities” (sammenlagte skår fra Hamden-Thompson & Bennett 2013: 1334). Differansen mellom totalt gjennomsnitt ved ulike frekvenser i høyre kolonne.

|                          | Motivation<br>(5 variabler) | Enjoyment<br>(5 variabler) | Orientation<br>(4 variabler) | Gjennomsnitt alle<br>variabler | Diff. |
|--------------------------|-----------------------------|----------------------------|------------------------------|--------------------------------|-------|
| I alle timene            | 3,19 (15,94)                | 2,80 (13,99)               | 2,76 (11,05)                 | 2,93                           | 0,09  |
| I de fleste timene       | 2,92 (14,59)                | 2,66 (13,30)               | 2,62 (10,48)                 | 2,74                           |       |
| I noen av timene         | 2,69 (13,47)                | 2,45 (12,25)               | 2,41 (9,63)                  | 2,53                           | 0,21  |
| Aldri eller nesten aldri | 2,21 (11,04)                | 1,97 (9,83)                | 1,94 (7,74)                  | 2,03                           | 0,50  |

Resultatene viser at elevene som gjør øvelser i hver time svarer et sted mellom “agree” og “strongly agree” på påstandene om nytte, glede og fremtidsinteresse, mens de som aldri eller nesten aldri gjør øvelser ligger mellom “agree” og “disagree”. Det er en betydelig gevinst ved å øke fra “aldri eller nesten aldri” til “i noen av timene”.

Spørreundersøkelsen gir et godt grunnlag for å snakke om effekten på motivasjon ved labarbeid, men som vi har sett er det ikke uproblematisk å overføre funn fra andre land til norske forhold. Studien får derfor middels vektning i gjennomgangen.

## 4.9 Abrahams og Millars klasseromstudie

Ian Abrahams og Robin Millar gjennomførte i 2008 en kvalitativ studie av 25 “typiske” naturfagtimer ved åtte britiske skoler, der de så etter både affektive og kognitive effekter av labarbeid. De observerte undervisningen og gjorde intervjuer med elever og lærere knyttet til den (Abrahams & Millar 2008).

Abrahams og Millar fant at elevene etter øvelsen som oftest husket hva de hadde gjort, men ikke stort mer. I noen tilfeller husket de hele prosedyrer (for eksempel en teknikk for å destillere vann fra en blå væske), men ikke de konseptuelle forklaringene på de de hadde observert. Det overrasket ikke forskerne, som hadde sett få tegn på læring i form av diskusjon og bruk av vitenskapelige begreper under gjennomføringen. Det kan se ut som den relative læringseffekten av de observerte øvelsene var *negativ* sammenlignet med vanlig klasseromsundervisning ettersom forskerne omtrent ikke observerte læring i det hele tatt, men vi kan ikke vite om de ville observert noen læring ved hjelp av samme metode dersom de hadde tatt for seg andre undervisningsformer heller. Det virker mest fornuftig å tolke resultatet for konseptuell kunnskap som *ingen effekt*, ikke negativ effekt.

Forskerne stilte også elevene en del spørsmål om motivasjon og interesse i forbindelse med praktisk labarbeid. De fant at nesten alle sa de likte å gjøre øvelser, men at grunnene de oppga som oftest hadde å gjøre med at vanlig klasseromsundervisning var kjedelig. Andelen elever som ga uttrykk for at aktiviteten *i seg selv* interesserte dem sank betraktelig fra 7. til 11. trinn.

Tabell 4.3: Andel “absolutte” og “relative” grunner til at elevene liker labarbeid (faksimile fra Abrahams 2009: 2343).

| Group   | Number of ‘absolute’ responses | Number of ‘relative’ responses | Percentage of ‘absolute’ responses | Percentage of ‘relative’ responses |
|---------|--------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| Year 7  | 14                             | 12                             | 54                                 | 46                                 |
| Year 8  | 8                              | 23                             | 26                                 | 74                                 |
| Year 9  | 2                              | 7                              | 22                                 | 78                                 |
| Year 10 | 6                              | 16                             | 27                                 | 73                                 |
| Year 11 | 1                              | 8                              | 13                                 | 87                                 |

At elevene i synkende grad oppgir at de liker labarbeid *i seg selv* tolker Abrahams som at tenårings elevene først og fremst er glade for å slippe vanlig undervisning, noe som i og for seg ikke kan forventes å skape noen motivasjon for faget eller langvarig interesse for vitenskap. Det kan likevel ha en positiv virkning i den forstand at labarbeid har *mindre negativ effekt* på motivasjon enn vanlig undervisning. Vi kan derfor notere en svakt positiv effekt for motivasjon.

Abrahams og Millar gjør grundige casestudier, men benytter ingen metode for å sammenligne læringseffekten av labarbeid med den av andre typer undervisning. Det er vanskelig å svare på om labarbeid virker (som de selv sier det) uten å undersøke hvor godt det virker *i forhold til* et gitt alternativ, eller i forhold til annen undervisning generelt (som denne oppgaven gjør). Det kan dessuten godt tenkes at læringseffekten av labarbeid ikke er direkte knyttet til selve gjennomføringen, men at øvelsen bare er en betingende faktor for læringen som skjer i etterarbeidet eller når den trekkes inn i den vanlige undervisningen i etterhånd (jf. White 1991, Angell et al. 2011).

Konklusjonen om motivasjon er like usikker. At de fleste elever bare gir uttrykk for at de foretrekker labøvelser *fremfor* vanlig undervisning er interessant, men det betyr ikke nødvendigvis at det ikke motiverer dem. Som Abrahams selv poengterer er motivasjon en nokså kompleks størrelse, og det er ikke sikkert at elevene selv uten videre kan sette fingeren på *hvordan* en aktivitet eventuelt motiverer dem. Det krever ikke så store metakognitive evner å si si at praktisk arbeid er mindre kjedelig. Det krever en del mer å si at det skaper mestringsopplevelser, skaper mening gjennom sosiale situasjoner, ufarliggjør vitenskapen osv. Om dette var noe elevene opplevde, er det ikke sikkert at det ville kommet fram under intervjuene.

Elevene i undersøkelsen tilhørte 7. til 11. trinn og har dermed høy relevans for gjennomgangen. Men den er ikke gjennomført i vårt skolesystem, og det gjør overføringsverdien mindre. Ettersom metoden som ble brukt for å undersøke læring og motivasjon er så usikre får begge konklusjoner lav vektning.

#### 4.10 Sammenfatning og foreløpige konklusjoner

De ni studiene undersøker forskjellige effekter av labarbeid på forskjellige måter og trekker tildels forskjellige konklusjoner. Tabell 4.4 sammenfatter funnene for de effektene som er undersøkt, og hvilken vektning hvert funn har fått i denne gjennomgangen.



Tabell 4.4: Funn av sammenheng mellom bruk av elevøvelser og ønskede effekter.

|   | Konseptuell kunnskap               | Metavitensk. kunnskap              | Motivasjon og interesse          | Verktøy- og pros. | Holdn. mål | Allm. mål | Vekting                           |
|---|------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|-------------------|------------|-----------|-----------------------------------|
| TIMSS 1995                                | Ingen effekt                       | Svakt positiv                      |                                  |                   |            |           | Middels (kons.)<br>Lav (metavit.) |
| Wenglinsky (NAEP 1996)                    | Sterkt pos. ved høy frekvens       |                                    |                                  |                   |            |           | Middels                           |
| Labwork in Science Ed.                    | Ingen effekt                       |                                    |                                  |                   |            |           | Lav                               |
| Almendingen, Klepaker & Tveita            | Ingen effekt                       |                                    | Positiv                          |                   |            |           | Middels                           |
| CAPSI                                     | Ingen effekt                       | Ingen effekt                       |                                  |                   |            |           | Lav                               |
| Foley & McPhee (CAPSI)                    |                                    | Ingen effekt                       | Ingen effekt                     |                   |            |           | Lav                               |
| PISA 2006 Norge                           | Svakt neg. ved høy og lav frekvens | Svakt neg. ved høy og lav frekvens |                                  |                   |            |           | Høy                               |
| Hampden-Thompson & Bennett (PISA 2006 UK) |                                    |                                    | Sterkt pos. ved middels frekvens |                   |            |           | Middels                           |
| Abrahams & Millar                         | Ingen effekt                       |                                    | Svakt positiv                    |                   |            |           | Lav (kons.)<br>Lav (motivasjon)   |

Det er mye interessant å lese ut av dette. For det første tyder resultatene på at bruk av labøvelser som undervisningsform generelt sett ikke har noen positiv effekt på læring av konseptuell kunnskap. Dette overrasker flere av forskerne (Kind et al. 1999, Almendingen, Klepaker & Tveita 2003, Kjærnsli et al. 2007). At amerikanske NAEP får et positivt resultat reiser spørsmålet om hva som fungerer bedre i USA og om det er noe som kan brukes til forbedre undervisningen i Norge. Mulige forklaringer er større ressurser i form av tid og penger, bedre utdannet fagpersonell, og en kultur der naturvitenskap står sterkere.

Vi må dessuten se for oss muligheten for at sammenhengen mellom frekvens og læringseffekt ikke er lineær. PISA 2006 kan antyde at sammenhengen tar form av en negativ parabel, men det er jo ikke sikkert at den kan uttrykkes ved noen enkel matematisk modell i det hele tatt.

*Hva slags* konseptuell kunnskap som er målt i studiene er som regel ikke utdypende beskrevet i rapporter og artikler, men flere poengterer at forståelse er vektlagt fremfor løsrevne fakta, og at oppgavene enten er knyttet til gjeldende læreplan eller tre-fire hoveddisipliner innen naturfag. Ingen av undersøkelsene måler *handlingskompetanse* knyttet til konseptuell forståelse direkte. Men PISA 2006 bruker autentiske tekster i oppgavene og tester på den måten elevenes evne til å bruke abstrakt kunnskap i nye situasjoner, som trolig forteller noe om handlingskompetansen.

Metavitenskapelig kunnskap dekkes av fire studier, som er problematiske på hver sin måte. PISA 2006 er en ganske pålitelig studie, men oppgir resultatene for metavitenskapelig og konseptuell kunnskap i samme skår, så det ikke lar seg gjøre å skille det ene fra det andre. Metavitenskapelig kunnskap spiller likevel så stor rolle i PISA-testen at skåren er et relativt godt mål på denne effekten. Det går i hvert fall an å si at *lite tyder på noen betydelig gevinst* i form av metavitenskapelig kunnskap ved bruk av labarbeid.

PISA legger vekt på handlingskompetanse på dette området også, men tester det ikke direkte. CAPSI og TIMSS 1995 tester praktisk handlingskompetanse knyttet til metavitenskapelig kunnskap, men konklusjonene svekkes (først og fremst) av at CAPSI er gjort på 5. trinn og TIMSS-skårene har lav intern reliabilitet.

Undersøkelsene av motivasjon peker mot en positiv effekt. Dette er riktignok ikke undersøkt direkte, ettersom en *indre driv til handling* (jf. Abrahams 2009) vanskelig lar seg observere, men det virker fornuftig å regne holdninger til naturvitenskap, relasjon til naturfaglærer, glede og nytte av naturfag og vitenskap, interesse for en karriere innen vitenskap osv. som gode indikatorer.

Verktøy- og prosedyrekunnskap, vitenskapelige holdninger og tenkemåter, og allmennpedagogiske mål er ikke målt. Det kan tenkes at skoleforskerne ikke ser verktøykunnskap som et spesielt sentralt mål med labarbeid, eller kanskje det ikke blir undersøkt fordi det er så åpenbart at å bruke verktøy er nødvendig for å lære hvordan man bruker verktøy. At ingen allmennpedagogiske mål er undersøkt er kanskje fordi undersøkelser av generell trivsel, frafall i videregående, klassemiljø osv. gjerne tar utgangspunkt i faktorer som er mye mer

generelle enn fagspesifikke undervisningsmetoder: sosioøkonomiske faktorer, klasseledelse, mobbeprogrammer osv.

En av studiene undersøker et holdningsmål: Forskerne ved HiNe stilte noen spørsmål om elevenes holdninger til miljøspørsmål, og fant at positive holdninger til miljøvern korrelerte positivt med en samlev variabel for elevaktive undervisningsformer. Dette resultatet er ikke tatt med i gjennomgangen fordi labarbeid ("*Vi gjør forsøk selv*") bare er én av tolv variabler i samlevvariabelen (Almendingen et al. 2003).

Grunnlaget for å si noe om effektene av labarbeid i naturfag kunne godt vært sterkere. Av de ni studiene er det bare PISA 2006 som har fått høy vektning, først og fremst fordi de andre enten er utenlandske eller tar for seg andre trinn enn ungdomstrinnet. Variasjonene i begrepsbruk og forståelse av praktisk labarbeid, og forståelse av de forskjellige effektene, gjør det også vanskelig å undersøke temaet. Forskningen antyder likevel noen interessante tendenser, og de skal drøftes videre i kapittel 6.

## 5.0 Intervjuer med naturfaglærere

Intervjuet tok utgangspunkt i to forskningsspørsmål, nemlig *Hva er lærernes praksis knyttet til labarbeid?* og *Hva er lærernes hensikter med labarbeid?*. Resultatene presenteres her i henholdsvis 5.1 og 5.2.

### 5.1 Hva er lærernes praksis?

Alle informantene bruker i hovedsak øvelser fra læreverket - Eureka eller Tellus - men også noen andre kilder. Lærer P nevner boken *Nært - sært - spektakulært* av Andreas Wahl; A sier hun finner øvelser på forskjellige nettsider; T nevner Øgrim og Ormestads tv-serie *Fysikk på roterommet* og heftet *Kjøkkenkjemi*, utgitt av Vitensenteret i Trondheim; og Y sier hun finner øvelser i eldre læreverk. Det er vanlig at lærerne deler øvelser med hverandre.

Når lærerne velger ut øvelser, legger de til grunn at temaet passer til undervisningen ellers (P), at øvelsen skal være mulig for alle elevene å gjennomføre og forstå (A, Y), og at den skal fange elevenes interesse (T, Y). Hos alle lærerne blir øvelsen vanligvis gjennomført i tråd med en "oppskrift" - et sett instruksjoner i læreverket eller fra en annen kilde som beskriver punktvis hvordan øvelsen skal gjennomføres. Lærerne hjelper elevene med praktiske problemer og prøver å stimulere til refleksjon.

Det er vanlig å bruke praktisk labarbeid ca. annenhver uke. En av skolene (Y) gir ingen føringer for bruk av labarbeid, men de to andre gjør det: På den ene (P, A) har klassene en *delingstime* annenhver uke, der hensikten er at man skal kunne gjøre labøvelser i to halve klasser, og har en felles fagplan med forslag til labarbeid; skolen til lærer T er i ferd med å utarbeide en "øvelsesbank" der noen av øvelsene blir obligatoriske. Lærer A nevner at læreplanen i naturfag gir noen føringer om både rapportskrivning og hvilke øvelser som skal gjøres.

At det kan bli uro, spesielt i større grupper, er den største utfordringen ved å bruke øvelser (P, A). I store grupper blir det også liten tid til veiledning (A), og det gjør at man må bruke enklere øvelser (T).

Praktiske labøvelser “treffer” ulike elever i forskjellig grad. Lærer P nevner at noen av de sterke elevene “bare vil vite hvordan det er fortest mulig”. T mener metoden treffer midtsjiktet bedre enn de som er spesielt sterke eller svake, og forklarer det slik:

*T: Jeg vet ikke, men de som får gode karakterer lett, de hviler kanskje littegrann på sine laubær og tror det går greit, men så gjør det ikke det. [...] De som ikke får så gode karakterer og har gitt litt opp, de kan òg gi opp i laben. Men de som ikke har så høye karakterer men som jobber, de tar labøvelsene på en litt annen måte. De er mer på. Og synes at det praktiske arbeidet her er spennende. De er spente på hva som skal skje. Jeg vet ikke om det er tanken om faget som er forskjellig, jeg synes å ha sett det.*

På spørsmål om hvordan deres egen bruk av metoden har forandret seg svarer lærerne at de er blitt mer selvsikre som lærere, og at de har fått bedre oversikt over hvilke øvelser elevene klarer å gjennomføre. Ingen av dem nevner at de har vært påvirket av reformer, forskning eller didaktiske trender.

### 5.1.1 Labinstruksjoner

Lærerne nevner minst en øvelse hver under intervjuet, på det innledende spørsmålet om en øvelse som hadde vært vellykket. T og Y nevner syv andre øvelser også i løpet av intervjuene. Tabell 5.1 lister opp øvelsene som blir nevnt av lærerne, samt anslått naturvitenskapelig innhold, frihetsgrad og hvor mange av oppfølgingsspørsmålene knyttet til øvelsen som kan kalles refleksjonsspørsmål.

Tabell 5.1: Øvelser som ble nevnt under intervjuene. Kommentarkolonnen gir opplysninger som er relevante for øvelsens frihetsgrad og vurderingen av refleksjonsspørsmål. Kilder: Hannisdal et al. 2007 og Ekeland et al. 2008.

| Øvelse                      | Lærer  | Kilde       | Naturvit. innhold  | Fr. grad | Ref. spm. | Kommentar   |
|-----------------------------|--------|-------------|--|----------|-----------|---|
| Påvisning av druesukker     | P<br>A | Eureka 10   | Sukker er forskjellige stoffer   | 0        | 1/4       | "Hva tror du var hensikten med 'blindprøven'?"  |
| Rødkål som indikator        | T      | Tellus 8    | Noen stoffer reagerer forskjellig på syrer og baser  | 0        | 0/0       | -   |
| Sure og basiske dagligvarer | T      | Tellus 8    | Mange dagligvarer er sure/basiske  | 2        | 0/0       | Tellus ber elevene velge ut stoffer og konstruere forsøket, men lærer T velger å gjøre det selv.  |
| Analyse av salter           | T      | Tellus 9    | Salter kan løses i vann og reagerer forskjellig  | 0        | 0/0       | -   |
| Kakeboksatomet              | Y      | Tellus 9    | Atomer er usynlige og må derfor granskes på andre måter                                      | 1        | 2/2       | "Hva forteller dette forsøket om hvordan forskerne arbeider for å utforske atomet?"<br>"Hva tror dere er hensikten med at dere ikke får lov til å åpne boksene?"                        |
| Disseksjon av storfeøyne    | Y      | Tellus 10   | Øyets anatomi  | 0        | 0/0       | -   |
| Generator                   | Y      | Tellus 9    | Hvordan en generator virker, el. og magnetisme henger sammen                                 | 0        | 1/4       | Ber elevene tenke ut nye måter å teste hvordan man kan skape større strøm.  |
| Lag din egen leppepomade    | Y      | Tellus 10   | Hydrokarboner er hydrofobe   | 0        | 0/0       | -   |
| Nøytralisering              | Y      | Tellus 8    | Syrer og baser nøytraliserer hverandre   | 0        | 0/1       | -   |
| Vi lager hydrogengass       | Y      | Tellus 8    | Stoffer reagerer og danner nye stoffer. H <sub>2</sub> er lettantennelig og lettere enn luft | 0        | 0/2       | -   |
| Forbrenne kalorier          | Y      | Annen kilde | Det er mye energi i organiske forbindelser   | 1        | -         | Elevene spiser en peanøtt eller gulrot, gjør utregninger og løper i trapp til energien er brukt opp. Resultatet er (relativt) åpent fordi elevenes forskjellige kroppsvekt spiller inn. |

Både P og A nevner "Påvisning av druesukker" fra Eureka 10 som eksempel på en vellykket øvelse. Denne har frihetsgrad 0 og fire oppfølgingsspørsmål i læreverket, som P sier hun pleier å

bruke. Det ene spørsmålet ber elevene reflektere over hensikten med en blindprøve som var del av øvelsen.

T nevner “Sure og basiske dagligvarer” (en øvelse med indikatorer) fra Tellus 8. Øvelsen har i utgangspunktet frihetsgrad 2 fordi både undersøkelsesmetode og utvalg av dagligvarer (og dermed resultater) er åpne, men T velger ut varer og konstruerer forsøket selv. Denne øvelsen har ingen oppfølgingsspørsmål i instruksjonene.

Y nevner “Kakeboksatomet” fra Tellus 9, som har frihetsgrad 1 fordi det er opp til elevene selv hvordan de vil undersøke innholdet i en lukket kakeboks (ved å veie, riste osv.). I Tellus er øvelsen en slags metafor for hvordan man undersøker atomer, men lærer Y bruker det som en mer generell illustrasjon av forskning “*i veldig gamle dager*”, før man hadde avansert utstyr å undersøke fysiske objekter med. Læreverket har to refleksjonsspørsmål knyttet til øvelsen.

“Kakaboksatomet”, med eller uten referanse til atomforskning, overlater en god del initiativ til elevene i og med de skal konstruere sitt eget forsøk. Øvelsen har frihetsgrad 1, men det betyr ikke at den gir elevene lite frihet. De eksemplene på vellykkede øvelsener som blir nevnt av de andre lærerne har frihetsgrad 0, selv om instruksjonene til “Sure og basiske dagligvarer” i utgangspunktet legger opp til høyere frihetsgrad. Det samme gjelder resten av øvelsene som blir nevnt. Unntaket er Ys øvelse som går ut på å forbrenne energi fra mat, det resultatet er uvisst ettersom det påvirkes av elevenes forskjellige kroppsvekt. Et par av øvelsene har oppfølgingsspørsmål som er egnet til å fremme refleksjon. Men jevnt over legger øvelsene i seg selv ikke stor vekt på å fremme høyere ordens tenkning.

### 5.1.2 For- og etterarbeid

Lærerne bruker vanligvis både for- og etterarbeid til praktiske øvelser, men de kan også innlede et nytt tema med en øvelse (A, T, Y), eller bruke en øvelse som avslutning på et tema (A, Y). Forarbeidet består vanligvis av at de har snakket om de faglige konseptene som er nødvendig for å forstå hva som skjer (P, T, Y) eller lese om dem i boka (A), og at de går gjennom øvelsen når den skal gjøres. For P og Y er det et mål å ikke bruke for mye tid på å introdusere en øvelse - hos

P fordi elevene skal lære å følge instruksjonene uten hjelp, hos Y fordi lange introduksjoner kan skape forvirring. Etterarbeidet går ofte ut på å diskutere hva som har skjedd under forsøket; lærer T legger også vekt på å diskutere feilkilder. P bruker “Til ettertanke”-spørsmålene i Eureka. A og T nevner at de kan trekke inn spørsmål knyttet til øvelsen i en prøve. Spørsmålene er da knyttet til relevante fagbegreper og forståelse for hva som skjedde under øvelsen.

### 5.1.3 Rapportskriving

Det er vanlig å la elevene skrive rapport fra øvelser, men de gjør det ikke nødvendigvis hver gang (P, A, Y). For lærer Y er hovedhensikten med å skrive rapport at hun skal få innblikk i elevenes læring og kompetanse. Hensikten er delvis å skape refleksjon rundt fagstoffet, for å bidra til læring av faglige konsepter (P), delvis å reflektere rundt metode og feilkilder:

*T: Når du går gjennom rekkefølgen på det du gjorde så øker du og refleksjonen og bevisstheten om hva du har gjort. Det tenker jeg er mye av hensikten.*

Den fremste hensikten med å skrive rapport, utfra det informantene tar opp, er å lære nettopp det å skrive rapporten. P og Y nevner at naturfagrapport er en sjanger man må lære, A minner om at rapportskriving er et kompetansemål i læreplanen. T og Y har bestemte metoder for å lære elevene oppbygningen av en rapport. For lærer T handler det dessuten om å lære generelle skriveferdigheter:

*T: Da er jeg både naturfaglærer, men jeg tenker at jeg er... en lærer. Vi skal alle ha fokus på lesing og skriving. Skrivefeil, setningsoppbygning og så videre. Å gå inn og sørge for godt språk.*

T mener dessuten at refleksjon i rapporten betinges av normalt gode skriveferdigheter. For de som skriver godt nok, kan rapporten skape refleksjon. For de svakere elevene (på det området) blir det skrivetrening. Dette blir en form for differensiering.



Lærer A og Y nevner at mange elever ikke opplever rapportskrivning som spesielt spennende, og A mener det motarbeider motivasjonseffekten til selve øvelsen. Y forteller at mange skriver på en ureflektert måte: “*så gjorde vi det, så gjorde vi det, så gjorde vi det, hvor du kan følge en bruksanvisning hele tiden*”.

Lærer P og Y bruker rapporten som vurderingsgrunnlag i faget.

## 5.2 Hensikter med labarbeid

Lærerne ble spurt om hensikten med øvelsen som intervjuet tok utgangspunkt i - “en øvelse som fungerer godt” - og senere i intervjuet om hensikten med å bruke praktisk labarbeid i det hele tatt. Spørsmålene avdekket (som vi kanskje kunne forvente) at det fins mange mulige hensikter med å bruke labarbeid i undervisningen. Disse lar seg oppsummere ved hjelp av fire av kategoriene i kapittel 2.

### 5.2.1 Motivasjon

Når lærerne snakker om hensikt med labøvelser nevner alle forskjellige faktorer knyttet til motivasjon. Lærer P mener øvelsene skaper nysgjerrighet under selve gjennomføringen, fordi elevene ikke vet hva som vil skje: en midlertidig interesse for selve aktiviteten. Lærer T mener elevene blir motivert av “*skikkelig laboratoriearbeid*”, og tenker kanskje på den faglige atmosfæren i et skolelaboratorium. Det går ikke helt fram om han mener en kortvarig interesse eller en dypere faglig motivasjon, og han ville kanskje sagt begge. A mener labøvelser er en måte å “vekke” umotiverte elever på:

*A: Jeg tror egentlig den aller viktigste grunnen til å bruke elevøvelser er at du får flere folk med deg på fagstoffet, når du gjør det i tillegg til det andre. Det er et tillegg. Som vekker opp noen som kanskje svever rundt ellers.*

T og P knytter det at elevene har det gøy til både faglig motivasjon og for skolen generelt. T mener spennende undervisningsaktiviteter øker motivasjonen for læring også i andre fag enn det som aktiviteten foregår i:

*T: Motivasjon - at elevene lurer på hva for noe spennende vi skal gjøre i dag. En iver - da tror jeg en er mer mottakelig for læring, i andre fag òg. Når en ser at de er glade og kommer på skolen, så øker det læringen, hvis de vet de skal gjøre noe gøy. Så det er ikke bare at det må være inn mot faget, men jeg tenker for generell motivasjon kan det være lurt med praktiske øvelser for elevene.*

Y mener også det er viktig at elevene har det gøy fordi “*det trigger det utforskende, undersøkende...*”. P, T og Y nevner “undring” som et mål, og mener en nysgjerrighet som fører til faglig refleksjon - en midlertidig motivasjon for læring i form av høyere ordens tenkning.

Men Y forklarer også hvordan det å skape en midlertidige interesse for en underholdende aktivitet ikke automatisk fører til en motivasjon for fagstoffet, og at det til og med kan få den motsatte effekten:

*Y: Men det er en litt farlig balansegang. Sånne vitensshow, det kan bikke over i ren underholdning. Hva er hensikten, og hva er underholdning? [...] De går og gleder seg til at det skal smelle. Og det er et problem - at smellet får så stor underholdningsverdi, i stedet for å skjønne hvorfor det smeller.*

### 5.2.2 Konseptuell kunnskap

Læring av konseptuell kunnskap er også et mål som alle lærerne nevner, men som de ser ut til å ha et annet forhold til enn de har til motivasjon. Noen formuleringer gir inntrykk av konseptuell læring fremstår som et nødvendig mål med aktiviteten, men ikke et de tar så mye hensyn til når øvelsene planlegges.

Lærer Ys eksempel på en god øvelse - "Kakeboksatomet" - skapte i følge henne mye god metoderefleksjon og metatenkning, men hun bruker den senere som eksempel på en øvelse som ikke er "matnyttig" i den forstand at det ikke ligger så mye konseptuell læring i den. Ordbruken kan tyde på at hun anser konseptuell læring som det viktigste målet, men valget av denne øvelsen som eksempel på "en øvelse som fungerer godt" tyder jo på at hun mener andre effekter også er "matnyttige".

Lærerne legger også jevnt over mer vekt på å argumentere for andre hensikter enn å lære fagstoffet. Et par steder argumenter de for at andre hensikter må trumfe kunnskapskravet, som i dette utsagnet, der P argumenterer for at pensum ikke er det eneste målet med skolen:

*P: Veldig mange elever synes det er positivt å gjøre noe praktisk. Det er en veldig teoretisk skole vi har. [...] Det er mange som sliter ganske mye med skolen, det er store konsekvenser hvis man gir opp, hvis du føler at dette er ikke noe for meg, så er konsekvensene store. Så det synes jeg er et veldig viktig argument for å jobbe praktisk, ikke bare i naturfag, men i alt. Det er ikke så farlig om ikke alt er pensum. Det er et litt større mandat vi har, i skolen.*

Noen steder argumenterer de også for at øvelser kan være god formidling av fagstoff. Y nevner et forsøk der elevene skaper elektrisk strøm ved induksjon, som kan hjelpe elevene å forstå hvordan elektriske generatorer som brukes i virkeligheten fungerer. Både P og A nevner at metodevariasjon kan bidra til å oppnå tilpasset opplæring. P mener ulike undervisningsmetoder treffer ulike elever:

*P: Jeg tror jo veldig på metodevariasjon, for det er vel ikke sånn at alle lærer likt. Det er ikke alle som lærer så mye av elevøvelser, det er ikke alle som lærer så mye av tavleundervisning. Så vi må gjøre litt av hvert for å få til tilpassa undervisning.*

A nevner at øvelser kan "gjøre fagstoffet virkelig" for de sterke elevene. Y mener øvelser gjør fagstoffet mer tilgjengelig og mindre overveldende fordi de viser at kunnskapen er bygget opp av mindre deler som det er mulig å forstå. Hun mener også at noen øvelser "bekrefter teorien".

T legger vekt på faglig handlingskompetanse som er nyttig i hverdagen:

*T: Så en del av hensikten kan være å vise at det er en del skumle produkter hjemme, som man må håndtere med respekt. [...] For det er jo det det handler om, at vi skal kunne møte hverdagen bedre. Og innenfor en del av forsøkene i naturfag lærer du å møte hverdagen bedre.*

Lærer A nevner også at øvelsene i blant ikke lykkes med å formidle det fagstoffet de skal:

*A: Ja, at det ikke fungerer, at de ikke får akkurat det resultatet de vil ha eller at de forstår veldig lite om hva de driver med liksom. Det er jo ofte du tenker at ja, de gjør noe, men å knytte det til teori kan bli litt vanskelig. Det opplever jeg stadig vekk.*

### 5.2.3 Allmennpedagogiske mål

Vi har allerede sett noen utsagn som tar opp allmennpedagogiske mål med labarbeid. T mener spennende undervisningsaktiviteter gir en motivasjonseffekt for læring også i andre fag. P tar opp at skolen har et større mandat enn bare læring i de enkelte fagene. T tar opp at generell skrivetrening er mye av hensikten med å skrive rapport etter en øvelse.

Lærer A og Y gir uttrykk for at det egentlig er nok i seg selv at elevene har det gøy.

*A: Jeg prøver å tenke sånn at det du gjør, hvis man har det ålreit og det er en opplevelse og elevene har det fint, så er det ikke bortkastet. Jeg tenker litt sånn. Kanskje blitt litt mer sånn etterhvert. Jeg har jobbet med det her i mange år. Var kanskje mer opptatt av at det var veldig forankret i det faglige.*

Det kan hende vi bør tolke dette bokstavelig: at det å gi tenåringer en hyggelig opplevelse har en verdi i seg selv. Det er i så fall ikke et pedagogisk mål i det hele tatt, men forståelig på det menneskelige planet. Men det kan også hende det ligger en uttalt tanke om motivasjon her, enten knyttet til naturfag eller til skole og skolearbeid generelt.

For lærer Y er det viktig at naturfag gir mulighet til å gi elevene opplevelser som kan sies å være allmenndannende, selv om de ikke er så sterkt knyttet til selve faget:

*Y: Det å gjøre noe praktisk, det er ikke så vanlig å gjøre det ellers. Man setter ikke fyr på ting, man tisser ikke på strømgjerder i samme grad som man gjorde før. Det er ikke så mye grunnforskning hos små barn lenger, det er veldig avhengig av foreldrene. [...] Naturfag er jo et fag hvor du kan gå ut og se på ting. Alt er ikke et forsøk selv om man prøver noe eller ser på noe, men... Ja, jeg vil si at naturfagen er litt spesielt der. Jeg føler at vi har litt sånn frikort for å gå ut og gjøre ting som ikke de andre lærerne har. Det er vanskeligere for en lærer i RLE å ta med klassen ut. Men jeg kan gjøre det. Det er ingen som kan si noe på at jeg er ute og flyr med mine elever.*

Her er det et poeng at dette blir naturfagets oppgave ikke først og fremst fordi disse opplevelsene er knyttet til fagstoffet, men fordi vi naturfaglærere har større *mulighet* enn andre lærere til å skape disse opplevelsene.

#### 5.2.4 Metavitenskapelig kunnskap

Lærer P sier elevene i blant må tenke over hvorfor de ikke får de samme resultatene som de andre, og T legger vekt på å diskutere feilkilder i etterarbeidet. P har tidligere brukt “nysgjerrigpermetoden”, og mener at å skrive rapport kan hjelpe elevene til å reflektere over gangen i arbeidet.

A peker på at forskning, eller utforskning, er en del av fagets egenart:

*A: Det er jo noe med det spesielle for faget da, dette med Forskerspiren og og hypotesetenking og utforskning. Det er jo en egenskap ved faget vårt som på en måte skiller det fra de andre.*

Læring av metavitenskapelig kunnskap som mål med praktisk labarbeid blir lite nevnt utover dette.

## 6.0 Drøfting av hensiktene på bakgrunn av empiri

Vi har sett på et utvalg argumenter for seks kategorier av hensikter med praktisk labarbeid, noen større undersøkelser av effekter, og noen utsagn fra norske ungdomsskolelærere om deres egen bruk av og hensikter med undervisningsaktiviteten. Dette gir oss bedre grunnlag for å drøfte tre av hensiktene i kapittel 2 - konseptuell kunnskap, metavitenskapelig kunnskap og motivasjon - enn de øvrige. Disse tre primære hensikten vil derfor få størst plass i dette kapittelet, mens de sekundære behandles relativt kort.

### 6.1 De sekundære hensiktene

Ikke alle hensiktene som nevnes i litteraturen fremstår som like viktige. Konseptuell og metavitenskapelig læring støttes av en stor mengde argumentasjon med ulike teoretiske innfallsvinkler. De er også sterkt vektlagt i læreplanen. Motivasjon som hensikt med praktisk labarbeid er kanskje ikke så ofte nevnt som en egen hensikt fordi det først og fremst er et pedagogisk/didaktisk delmål som skal støtte læring av kunnskapsstoffet, men har i likhet med kunnskapsmålene tung teoretisk argumentasjon å støtte seg til. Disse tre hensiktene fremstår som bredt (om enn ikke fullstendig) aksepterte mål med praktisk labarbeid i naturfag.

De tre øvrige kategoriene - verktøy- og prosedyrekunnskap, vitenskapelige holdninger og tenkemåter, og allmennpedagogiske mål - behandles jevnt over som mer sekundære hensikter. Det brukes sjeldent stor plass på å argumentere for dem og de nevnes gjerne etter de tre primære hensiktene hvis de nevnes i det hele tatt. Gjennomgangen i kapittel 4 viser at ingen av de ni store undersøkelsene måler effekter knyttet til disse hensiktene, med ett unntak: Almendingen, Klepaker og Tveita (2003) finner en sammenheng mellom positive holdninger til miljøvern og bruk av elevaktive arbeidsformer generelt (der labarbeid er en av tolv delvariabler).

### 6.1.1 Verktøy- og prosedyrekunnskap

Jeg spekulerer rundt mangelen på argumentasjon for og studier av læring av verktøy- og prosedyrekunnskap i henholdsvis kapittel 2 og 4. En forklaring kan være at spørsmålet er for ukontroversielt til å være spesielt interessant. En antakelse om at man best lærer manuelle ferdigheter ved å øve på dem ligger til grunn for organisert opplæring av de fleste ferdigheter av denne typen: fra trening i forskjellige idretter, via kjøreopplæring og musikkundervisning, til utdanning i håndverksyrker, for å nevne noen eksempler. At det ikke fins noen utbredt tvil om dette kan være grunnen til at å undersøke den antatte sammenhengen ikke er prioritert i didaktisk teori og forskning.

En annen mulig forklaring er at mange forskere ikke støtter verktøy- og prosedyrekunnskap som mål for undervisningen og derfor ikke er spesielt interessert i å undersøke hvorvidt vi når det heller. Det er i dag ingen åpenbar faglig konsensus om at manuelle ferdigheter spesielt knyttet til praktisk labarbeid i naturfag bør være en prioritert hensikt med faget og undervisningen. I kapittel 2 så vi at mange argumenter for disse ferdighetene egentlig fører videre til andre hensikter enn disse ferdighetene i seg selv. Hodson (1990/2008) mener det er etisk betenkelig å bruke vesentlig tid og krefter på noe som bare et forsvinnende lite antall elever - de som senere skal ha laboratoriearbeid som yrke - noensinne vil få bruk for. Hodson og flere andre mener dessuten at verktøykompetansen elevene lærer på skolens naturfaglab ikke er særlig egnet til å forberede dem på arbeid i virkelige laboratorier uansett. Ringnes og Hannisdal (2000) og Jenkins (1999) peker på at de avanserte apparatene man bruker i et moderne kjemilaboratorium har lite til felles med de enkle hjelpemidlene på en skolelab. *“While there was perhaps a time when the school science laboratory was a recognisable near relation of the research laboratory”*, skriver Jenkins (1999: 28), *“that time is no longer”*.

Dette læringsmålet er ikke prioritert blant lærerne i kapittel 5 heller. En av lærerne (P) nevner at elevene på 8. trinn må venne seg til utstyr og prosedyrer, men målet er at de skal bruke disse ferdighetene videre i undervisningen på 9. og 10. trinn - det er ikke et mål i seg selv. I Högström, Ottander og Benckerts (2010: 84) undersøkelse av svenske ungdomskolelæreres hensikter med labarbeid i naturfag, er det tre (av totalt syv) informanter som nevner *“laborativa färdigheter”* -



*“men ingen av lärarna betonar att det är särskilt viktigt”*. Med faglige argumenter imot seg, ingen betoning i læreplanen og liten interesse for oppfølging blant forskere og lærere, kan vi kanskje regne verktøy- og prosedyrekunnskap som et mål som ikke lenger er spesielt relevant for praktisk labarbeid i naturfag.

### 6.1.2 Vitenskapelige holdninger og tenkemåter

Et holdningsmål er som sagt berørt i en av undersøkelsene, i form av holdninger til miljøvern, men funnet er ikke knyttet spesielt til praktisk labarbeid. Ingen holdningsmål av denne typen nevnes spesielt av lærerne som deltok i intervjuet, og det er vanskelig å finne referanser til annen forskning på akkurat denne effekten og læreres vektlegging av den.

På den annen side er denne hensikten heller ikke gjenstand for like skarp og treffende kritikk som verktøy- og prosedyrekunnskap. Hodson (1990/2008) kritiserer holdningsmålene for å være basert på et stereotypisk bilde av forskeren som kjønnsløs, tørr og overdrevet objektiv, men det lar seg fint gjøre å tenke seg holdningsmål i naturfag som ikke er basert på en slik stereotypi. For eksempel kan man regne kreativitet som vitenskapelig ideal, eller nysgjerrighet, eller gleden ved å oppdage noe man ikke visste fra før av. Holdningsmålene i læreplanen (2006) ser ikke ut til å være særlig preget av Hodsons stereotypi, men av moderne (positive) holdninger til natur og vitenskap.

Men hvorvidt disse hensiktene skal regnes som gode eller dårlige sier ingenting om hvor effektivt de oppnås ved bruk av praktisk labarbeid. Det gjør heller ikke datagrunnlaget til denne oppgaven. Men hvordan naturfag i skolen, og mer spesifikt praktisk labarbeid, påvirker elevenes holdninger og tenkemåter er interessante spørsmål som burde undersøkes nærmere.

### 6.1.3 Allmennpedagogiske mål

Allmennpedagogiske mål er en stor og variert samlekategori for alt som ikke har direkte med naturfaglige mål å gjøre. Effekten av forskjellige typer undervisning og andre skolerelaterte

faktorer på for eksempel mobbing, trivsel, klasse miljø osv. er forsket mye på, men dersom det er gjort undersøkelser av disse effektene knyttet spesifikt til praktisk labarbeid i naturfag, har de ikke latt seg finne ved hjelp av søkemetoden beskrevet i kapittel 3. I kapittel 4 spekulerer jeg på om det kan skyldes at forskerne gjerne knytter disse effektene til bredere didaktiske praksiser som ikke tilhører noe bestemt fag - som gruppearbeid, praktisk arbeid generelt, eller elevaktive arbeidsformer. Labarbeid er en sentral og viktig aktivitet innen naturfagdidaktikken, men blir mer perifer i et allmennpedagogisk perspektiv.

For lærerne på ungdomstrinnet, som har et større ansvar enn bare det naturfaglige, er allmennpedagogiske problemstillinger alltid relevante. Lærerne i kapittel 5 tar opp et par forskjellige slike mål med labarbeid, blant annet generell skriveopplæring som mål med rapportskriving etter øvelser. Skriveferdigheter er jo regulert i den norske læreplanen (2013) som et tverrfaglig mål som skal knyttes til alle skolefagene.

Det argumentet som fremfor noe tas opp av lærerne i kapittel 5 er at labarbeid i naturfag øker elevenes trivsel og gjør dem mer positive til skolen generelt. En av lærerne (P) mener bruk av praktisk arbeid kan bidra til å forhindre frafall etter 10. trinn, en annen (T) mener trivsel gir en generell motivasjonseffekt for alt skolearbeid. Det fins mye forskning som støtter dette, blant annet Opheim, Grøgaard og Næss' (2010) analyse av datamateriale fra Elevundersøkelsene 2007-2009. De finner positive statistiske sammenhenger mellom "elevaktiv undervisning" - samarbeidslæring og praktisk arbeid - og trivsel, læringsmiljø, lærer-elev-relasjon, motivasjon (for skolen generelt) og fravær av mobbing. Det er riktignok ikke dokumentert at labarbeid har den samme trivselseffekten som annen praktisk undervisning, men blant annet Almendingen, Klepaker og Tveitas (2003) funn om relasjon til lærer peker i den retningen. Generell trivsel og motivasjon for skolen fremstår som en gyldig og veldokumentert grunn til å bruke praktisk labarbeid i naturfag.

Lærer Ys poeng om å gi elevene opplevelser hun anser som allmendannende, uten at de nødvendigvis har noen affektiv eller kognitiv hensikt knyttet til skole eller fag, er også interessant. Det viser til bredden i lærermandatet, som er større enn bare skolens faglige og

pedagogiske innhold. Elever tilbringer mye av oppveksten sin i lærernes varetekt, og det er naturlig å tenke at vi har en del av ansvaret for de minnene som skapes i løpet av disse årene.

Samtidig er det et poeng at naturfaglærere ikke har noe *større* ansvar enn resten av skolen for trivsel og sosialisering på bekostning av faglige mål. Å ha allmennpedagogiske mål med naturfagundervisningen er nødvendig og positivt, men kan ikke være *hele* målet med en faglig aktivitet.

## 6.2 Konseptuelt læringsutbytte ved praktisk labarbeid

Dette fremstår hos mange forfattere som det fremste målet med labarbeid i naturfag, og den antatte eller potensielle sammenhengen er undersøkt og argumentert for gjennom en rekke ulike teoretiske perspektiver. Konseptuell læring nevnes også av alle lærerne som er intervjuet i forbindelse med denne oppgaven - noen steder med referanse til et bestemt delmål (som tilpasset opplæring), noen steder blir det nevnt i forbifarten som om målet er en selvfølge og ikke behøver så mye videre forklaring. Högström m.fl. (2006) finner at *Att utveckla elevers förståelse för begrepp och fenomen* er det fremste målet med laborativt arbeid blant de svenske lærerne.

Samtidig ser vi at denne hensikten ikke støttes av de store undersøkelsene i kapittel 4. Av de syv undersøkelsene som tar for seg sammenhengen mellom konseptuell læring og bruk av praktisk arbeid er det bare en som finner en positiv sammenheng: Wenglingskys (2000) analyse av data fra den amerikanske NAEP-undersøkelsen i 1996. Flere forfattere (Hodson 1990/2008, Kirschner 1992, Kind 2003) forteller at også tidligere undersøkelser gir et i beste fall tvetydig bilde av labmetodens verdi for kunnskapsformidling. Harlans (1999: 9) forskningsgjennomgang fant at *“On balance, the evidence has tended to point in the direction of practical work being less successful in this than other methods“*, når hensikten er konseptuell læring. Praktisk labarbeid, slik det er og har vært praktisert, ser ikke ut til å være en effektiv metode for formidling av kunnskapsstoff generelt.

### 6.2.1 Å måle praktisk kunnskap

*“These findings”, skriver Lunetta, Hofstein & Clough (2007: 413), “have suggested that students’ performance, understandings, and perceptions of the science laboratory learning environment should be assessed with the use of instruments and strategies that are more closely aligned with the unique activities and goals for learning associated with the school laboratory.”*

Det ligger altså en antakelse til grunn om at kunnskapen som utvikles ved labarbeid er av en slik art at den ikke kan måles på samme måte som vanlig konseptuell kunnskap. Sjøberg (2014: 74) mener også det er unaturlig å måle praktisk kunnskap ved hjelp av skriftlige tester:

*“Den negative sammenhengen mellom en undersøkende arbeidsmåte og PISA-skåre er kanskje ikke overraskende, i og med at PISA-testen er en ren papir og blyant-test. [...] Hvis man skal forberede seg til slike tester, lønner det seg neppe å gjennomføre eksperimenter eller dra på feltarbeid.”*

I den grad hensikten med labarbeid virkelig er å lære kunnskap som er unik for laboratoriesituasjonen er dette et gyldig poeng. Men dersom hensikten med undervisningen er å lære vitenskapelige konsepter, som fremfor alt er abstrakte og generelle, bør denne kunnskapen også kunne måles i andre settinger enn den som læringen finner sted i. At fagkunnskapen som er pensum i skolen i det minste *kan være* anvendbar også utenfor undervisningssammenhengen er et nødvendig premiss for å ha en skole i det hele tatt. Det er ikke sikkert at papir og blyant-tester er den beste måten å måle kunnskap på; kanskje en muntlig utspørring, for eksempel, hadde fungert bedre til å nyansere og fange opp forståelse som forsvinner i standardiserte, lukkede testoppgaver. Men praktisk kunnskap i naturfag, dersom den er mer enn ren verktøykunnskap, kan ikke være så unik for skolelaboratoriet at den ikke kommer til sin rett i andre sammenhenger.

En side ved konseptuell kunnskap som vil være vanskelig å måle er det Abrahams og Millar (2011: 1948) kaller å *“make links between the real world of objects, materials and events, and the abstract world of thought and ideas.”* Dette regnes som nevnt som et viktig mål flere steder i faglitteraturen. Her handler det ikke om at elevene utvikler større forståelse for de vitenskapelige konseptene, men at denne forståelsen på sett og vis blir *bedre*, dypere, mer virkelighetsnær - at

de får et sterkere *forhold* til stoffet enn om de bare hadde lært de abstrakte begrepene. Å klare å knytte abstrakt kunnskap til virkelige opplevelser i den fysiske verden virker som et fornuftig mål med labarbeid, men også som et mål det er vanskelig å forholde seg til. Hva er forskjellen på en elev med et virkelighetsnært forhold til vitenskapelige konsepter og en som bare har lært dem på et abstrakt nivå? Hva er fordelene med den første typen kunnskap, og hvordan gir den seg utslag så vi kan observere den? Hvis det er gjort undersøkelser av denne typen læring, lot de seg ikke finne ved hjelp av kriteriene for forskningsgjennomgangen i denne oppgaven. Det kan tenkes det skyldes at dette målet foreløpig ikke er godt nok definert til å la seg undersøke. En mer presis definisjon er også nødvendig for å kunne avgjøre i hvilken grad denne effekten lar seg måle ved hjelp av tradisjonelle tester eller om det er nødvendig å utarbeide nye forskningsverktøy.

En innvendig mot måling av effekter generelt, som er blitt aktuell blant annet i forbindelse med John Hatties metastudier, er at disse målingene kan skjule nyanser som kommer til syne i forskning som går grundigere inn i undervisningssituasjonen. Dette er en gyldig og viktig innvendig. Innledningskapittelet her nevner at blant annet forskjeller mellom de ulike fagdisiplinene vil forsvinne når vi måler alle under ett. Det vil dessuten kunne hende at *betingede sannsynligheter* ikke vil dukke opp i statistikken fordi betingelsene er til stede: For eksempel kan vi tenke oss at labarbeid har en potensielt høy læringseffekt som oppstår dersom lærerne bruker erfaringene videre i vanlig klasseromsundervisning - gjør de ikke det, vil heller ikke målingene vise noen læringsgevinst. Undersøkelser som finner lav effekt er derfor ikke egnet til å trekke sterke konklusjoner om labmetodens potensiale, bortsett fra at det eventuelle potensialet ikke er realisert. Men undersøkelser av effekt gir et godt grunnlag til å diskutere påstander om hvordan bruk av labarbeid fungerer *generelt*, når det brukes i tråd med *dagens praksis*.

### 6.2.2 Innvendinger mot induktiv læring

En av lærerne (Y) snakker om at labøvelser kan “bekrefte teori”, en tanke som tilhører discovery learning og lignende rasjonalistiske syn på læring i labarbeid. Kapittel 2 beskriver kort hvordan Piagets læringsteori støtter slike hensikter, idet læringsprosessen ses som en nokså vitenskapelig

prosess som fremfor noe er avhengig av gode, utvetydige observasjoner som kan brukes til å indukere og falsifisere egne antakelser om verden. At teoristoffet kan “bekreftes” eller oppdages ved induksjon blir viktig for at eleven skal kunne bygge opp kunnskapen selv i stedet for bare å memorere det læreren og læreverket forteller.

Mange har kritisert denne tankegangen. Noen kritiserer induktiv læring fra et prinsipielt, epistemologisk ståsted og peker på at induksjon ikke er et gyldig grunnlag for konstruksjon av kunnskap (Driver 1983). Kirschner (1992: 286) peker på at mens en praktisk øvelse godt kan *demonstrere* eller *illustrere* et fenomen, vil en enkelt observasjon aldri egentlig kunne bekrefte noe: “*A learner, even the most brilliant or highly gifted one, will not be able to derive meaning from a single instance of a phenomenon.*” Slike innvendinger ville vært god vitenskapskritikk, men ser ut til å mangle litt når det dreier seg om induktiv læring generelt. En elev som observerer for eksempel hydrogengass som brenner eller bakteriekulturer som vokser kan godt konkludere med at hydrogen er brennbart eller at bakterier kan forøke seg veldig fort, selv om observasjonene strengt tatt ikke er nok til å “bekrefte” teorien og selv om induksjon i prinsippet ikke kan bevise noe. Flere av lærerne sier dessuten at de bruker etterarbeidet til å sammenligne resultater fra de forskjellige gruppene og diskutere dem - i så fall vil man jo ha mer enn én observasjon å lære av. Å lære av observasjoner er langt fra umulig.

Det betyr selvfølgelig ikke at å lære fra observasjoner er lett, eller noe som skjer av seg selv. En type epistemologisk kritikk av *discovery*-læring er den som poengterer at observasjonene selv ofte krever konseptuell forståelse for å kunne gjøres. For å si det enklere, man kan ikke observere hvis man ikke vet hva man skal se etter. Man observerer aldri *alt* som skjer, men de forandringene som er relevante for det aktuelle fenomenet, og det forutsetter at du kjenner relativt godt til fenomenet fra før av. Konseptuelle forklaringer ligger dessuten ikke implisitt i observasjonene. Driver (1983) gir et eksempel på dette når hun forteller om to elever som eksperimenterer med stålfjærer og jernkuler i fall, og finner at tyngdekraften virker sterkere på legemer høyt oppe. I mange tilfeller vil eleven bare bli forvirret av observasjonsmaterialet og ikke være i stand til å finne på noen forklaring i det hele tatt (*ibid.*).

Noe som gjør det enda vanskeligere å trekke riktige slutninger er at elevene ikke nødvendigvis har korrekt informasjon til å begynne med. Flere forfattere (som Kirschner 1992) nevner problemet med at labøvelser ikke alltid gir “riktige” resultater, i betydningen resultater som representerer fenomenet på en god måte. Lærerne i kapittel 5 prøver å løse dette ved å diskutere de forskjellige resultatene etter at øvelsen er gjennomført. Abrahams og Millar (2008) gjengir en klasseromssamtale som viser at denne typen etterarbeid ikke nødvendigvis lykkes: Etter observasjon av elevenes hjerterytme og puls viser dataene ingen åpenbar sammenheng mellom disse, og elevene lar seg ikke overbevise.

Enda en type kritikk tar utgangspunkt i at elever slett ikke er så rasjonelle eller motiverte for læring at piagetiansk konstruksjon av kunnskap uten videre vil oppstå. Nyere (sosialkonstruktivistisk) læringsteori forklarer hvordan læring er situert i en sosial kontekst som gir den mening, og at språklig bearbeiding av stoffet er nødvendig for dannelsen av mentale konsepter (bl.a. Hodson & Hodson 1998). Læring er mer enn personlig “sense-making”, det er en sosialiseringsprosess der situasjonen som ny kunnskap presenteres i egentlig er viktigere enn hva slags informasjon man presenteres for. Med andre ord: Det hjelper ikke at en praktisk labøvelse kan gi observasjoner som kan brukes til å trekke korrekte slutninger om naturen dersom det sosiale miljøet ikke motiverer elevene til og hjelper dem med å gjøre akkurat det.

Mange undersøkelser (f.eks. Klepaker 2007) viser at elever liker praktisk labarbeid. Men hvis labarbeid skal fungere som undervisningsform, må elevene like å *lære* på lab - å tenke over og diskutere fenomenene de observerer, i stedet for å bruke spennende utstyr og materialer, se dramatiske ting skje, eller bare småprate med vennene sine. Flere av lærerne sier det er vanskelig å veilede og holde orden på store grupper. Lærer Y sier at elevene lett blir opptatt av at det skjer noe spektakulært, og at dette kan gå ut over det faglige fokuset. Ett av hovedfunnene til Abrahams og Millar (2008) er at lærerne brukte vesentlig mer tid på å få elevene til å *gjøre* de riktige *handlingene* enn å hjelpe dem i gang med å bearbeide ideer. Labinstruksjonene i kapittel 5, som lærerne vanligvis bruker som mal for øvelsene, legger liten vekt på refleksjon og samtale. Så lenge undervisningen fokuserer på elevenes handlinger i stedet for elevenes tenkning og samtaler, vil ikke læringen oppstå av seg selv.

### 6.2.3 Innholdet i øvelsene

Resultatet av analysen av labinstruksjoner i kapittel 5 var blant annet at de fleste øvelsene har et veldig begrenset konseptuelt innhold. Øvelsen som lærer P og A nevner som eksempel på en vellykket øvelse - *Påvisning av druesukker* - går ut på å se at Fehlings væske reagerer med druesukker, men ikke vanlig rørsukker. Her går det an å konkludere med at druesukker og rørsukker er to forskjellige kjemiske stoffer, men det er ikke rimelig å forvente at elevene skal kunne lære mer enn det av bare å observere reaksjonene. Ts eksempeløvelse, *Rødkål som indikator/Sure og basiske dagligvarer*, viser at noen stoffer (indikatorer) reagerer forskjellig på syrer og baser, og at mange dagligvarer er sure eller basiske. Det siste er det viktigste poenget for T, som han knytter til handlingskompetanse som kommer til nytte i hverdagen. Men som konseptuell naturvitenskapelig kunnskap er dette relativt perifert. Ys øvelse, *Kakeboksatomet*, er en øvelse med rent metavitenskapelig innhold. De øvrige øvelsene som blir nevnt har stort sett også et veldig begrenset konseptuelt innhold. Med tanke på tiden og arbeidet som investeres i øvelsene virker det ikke som en spesielt effektiv måte å formidle naturfaglige konsepter på.

At øvelsene stort sett har frihetsgrad 0 har også betydning for konseptuell læring. Dersom en øvelse skal kunne fasilitere språklig bearbeiding av fagstoffet, må den stille krav til at de deltar og tar beslutninger underveis. Lunetta, Hofstein og Clough (2007: 424) finner at det ofte ikke er tilfellet:

*Multiple studies confirm that the frequently observed ritualistic, even “mindless” student behaviors observed in many laboratory activities stifle students’ personal engagement in decision-making in the laboratory. These kinds of activities rarely uncover students’ underlying beliefs; they do not encourage to wrestle with their prior knowledge in making sense of their experiences, and they do not encourage them to reflect on their own thinking.*

Som vi har sett er det også sjeldent at instruksjonene stiller spørsmål som kan hjelpe elevene å reflektere over fenomenet de observerer. Når lærerne oppgir at de ofte har liten tid til veiledning under øvelsene, blir resultatet at elevenes faglige refleksjon i stor grad blir overlatt til dem selv.



Det er mulig for en dyktig lærer å bruke for- og etterarbeid på en måte som stimulerer til diskusjon eller individuell refleksjon, i tråd med 5E-modellen eller andre utforskende metoder, men øvelsene selv er ikke spesielt godt egnet til dette. Når undersøkelser viser lavt læringsutbytte ved praktisk labarbeid, kan det være en forklaring at øvelsene i stor grad må stå på egne ben, uten for- og etterarbeid som er spesielt egnet til å sette innholdet i en større konseptuell sammenheng. Lærerne i kapittel 5 knytter for- og etterarbeid først og fremst til den praktiske gjennomføringen: Forarbeidet tar for seg de faglige konseptene som er nødvendig for å forholde seg til det som skjer, mens etterarbeidet delvis består av en muntlig oppsummering av gjennomføringen (og diskusjon av forskjellige resultater), delvis av en rapport der øvelsen beskrives.

#### 6.2.4 Variert og differensiert undervisning

Flere av lærerne tar opp variert eller differensiert undervisning som mål med labarbeid. Både P, A og T snakker om potensialet for å “treffe” et annet utvalg av elever enn de som vanligvis er de faglig sterke: P og A nevner de som har “gitt litt opp” å mestre teorien, T nevner de som ikke er blant de sterkeste, men som er villige til å jobbe. TIMSS 1995 ser ut til å antyde at praktisk arbeid kan bidra til å jevne ut de store kjønnsforskjellene i skoleprestasjoner - mens hovedtesten viste signifikante kjønnsforskjeller (14 prosentpoeng i jentenes favør), skåret jenter og gutter likt på den praktiske prøven (Kind et al. 1999). At praktisk og variert undervisning er en fordel fordi det har evne til å fremme læring hos forskjellige elever og elevgrupper er i dag en ukontroversiell tanke - for mange didaktikere, en selvfølge. Dersom bruk av labarbeid fremmer læring hos andre enn de som vanligvis får mest utbytte av undervisningen, vil det være en legitim grunn til å bruke metoden selv om det gjennomsnittlige læringsutbyttet ikke øker. Vi skal komme tilbake til forskjellige elevgrupper i avsnittet om motivasjon.

Bruk av praktiske øvelser til å illustrere fenomener er også en form for variert undervisning. Ulike formidlingsformer har ulik *modal affordans* - egnethet til formidling av en bestemt type stoff - og det er ikke alltid verbalspråklige forklaringer som er mest egnet til å formidle et vitenskapelig konsept (bl.a. Maagerø & Skjelbred 2010). For eksempel viser forsøket *Generator*

fra Tellus 9 (Ekeland et al. 2008), som blir nevnt av lærer Y, elektrisk induksjon på en presis og forståelig måte. Turmos (2001) illustrasjon av Newtons tredje lov, der han synliggjør motkraften i et bord ved å erstatte det med en stålfjær, er et annet eksempel på praktiske øvelser med høy modal affordans for kommunikasjon av relativt vanskelige konsepter.

Når undersøkelsene likevel viser svake resultater for læringsutbytte ved bruk av labarbeid kan det skyldes at langt fra alle øvelser har denne formidlingsevnen, eller at lærernes utvalg av øvelser ikke er hensiktsmessig. Gjennomgangen av labinstruksjoner i kapittel 5, som riktignok tok for seg et begrenset utvalg, viser at de fleste av dem ikke har et stort konseptuelt innhold å formidle. Lærer A sier (i forbindelse med utsagnet om at labarbeid kan treffe elevene som har gitt opp) at praktiske labøvelser i blant blir rene “gjøringer” som elevene ikke lærer stort av:

*“Man gjør, man gjør, man lærer ingenting. Sånn har jo noen sagt, ikke sant? Man gjør masse ting, men man lærer ikke noe av det.”*

Hun tenker kanskje på Driver (1983: 9):

*“The slogan ‘I do and I understand’ is commonly used in support of practical work in science teaching. [...] In many classrooms, I suspect, ‘I do and I am even more confused’.”*

På spørsmål om hva lærerne så etter når de valgte ut øvelser var det heller ingen av dem som svarte at de så etter øvelser som illustrerer et sentralt konsept på en hensiktsmessig måte; de ser etter øvelser som er “spennende” og som lar seg gjennomføre i praksis. Abrahams og Millar (2008) fant også at selv om lærerne de observerte mente målet med øvelsene var å utvikle forståelse for fagstoffet, hadde de ingen klar formening om hvordan dette skulle skje. Da vil det bli vanskelig å konstruere eller velge ut de øvelsene som har evne til å illustrere fagstoffet og fasilitere faglig diskusjon på en hensiktsmessig måte.

Undersøkelsene som er gjennomgått i kapittel 4 viser ikke at praktisk labarbeid ikke *kan* ha en betydelig gevinst for konseptuell læring, bare at det jevnt over ikke har det slik det har vært praktisert fram til i dag. Det er ingen automatikk i at elever lærer av praktisk labarbeid - de må

være hensiktsmessig konstruert, valgt ut og gjennomført. Kanskje er det all argumentasjonen for labøvelsenes positive læringseffekt som fører til at denne blir tatt for gitt, så lærere og til og med læreverkforfattere stoler på at læringen vil oppstå så sant gjennomføringen av øvelsen går greit. Som vi ser av gjennomgangen av undersøkelser i kapittel 4, gjør den ikke det.

### 6.3 Metavitenskapelig læringsutbytte

Læring *om* vitenskapen er like sterkt vektlagt i nyere faglitteratur som konseptuell læring, men lite tyder på at tanken har nådd helt inn i klasserommet. Högström et al. (2006) fant at *“att tänka och reflektera kring det laborativa arbetet”* var et vanlig mål med laborativt arbeid, men at denne refleksjonen hadde et sterkt praktisk eller konseptuelt fokus. Högström et al. (2010: 85) finner at *“Ingen av lärarna nämner kunskap om naturvetenskapens karaktär”*, selv om en av dem (totalt syv) sier han diskuterer metavitenskapelige emner med elevene. Flere av lærerne i kapittel 5 er opptatt av å diskutere gjennomføringen av øvelsene, og et par av dem legger spesielt vekt på å diskutere feilkilder. Men ingen av dem sier de prøver å løfte diskusjonen opp til et mer generelt nivå og diskutere temaer knyttet til vitenskapens utvikling og epistemologi.

De store undersøkelsene i kapittel 4 bidrar med lite. Bare tre undersøkelser - TIMSS 1995, PISA 2006 og amerikanske CAPSI - tar for seg sammenhengen mellom bruk av labarbeid og metavitenskapelig læring, og ingen av dem er særlig gode i denne sammenhengen. TIMSS-resultatet fikk som sagt lav intern reliabilitet. PISA måler konseptuell og metavitenskapelig kunnskap i samme skår, som står for “science literacy”, og den ene formen for kunnskap vil dermed hindre en presis måling av den andre dersom de to er forskjellige. CAPSI målte elevers praktiske evne til å konstruere og foreta vitenskapelige undersøkelser, og målte også noen metavitenskapelige kunnskaper ved hjelp av et spørreskjema, men utvalget var femteklassinger ved amerikanske skoler og det er ikke sikkert at resultatene kan overføres til ungdomsskolen i Norge. Denne drøftingen kan derfor ikke ta sikte på å forklare en effekt eller mangel på effekt, men kan se på hva vi kan forvente utfra lærernes utsagn.

### 6.3.1 Hva kan man lære om vitenskap av “kokebok”-øvelser?

De fleste øvelsene som blir nevnt under intervjuene er såkalte “kokebok”-øvelser med frihetsgrad 0, der elevene følger instruksjoner skritt for skritt uten å ta vesentlige beslutninger selv. Denne typen øvelser er kritisert av mange forfattere for ikke å fremme noen bevissthet eller forståelse hos elevene for vitenskapelige prosesser. Lunetta et al. (2007: 403) nevner noen studier av labarbeid som viste at

*Students rarely wrestled with the nature of science and how it underlies laboratory work, including interpretation of data; they did not connect their laboratory activity with what they had done earlier, and they seldom noted the discrepancies between their own concepts, the concepts of their peers, and those of the science community.*

Dersom dette er tilfellet for labarbeid i norsk skole, kan vi ikke regne med naturvitenskapen egenart uten videre blir gjort eksplisitt (jf. Duschl 2000).

Duschls (2000) argument, som også støttes av mange andre, er at elevenes *diskusjoner* underveis i gjennomføringen vil bidra til å bygge opp forståelse for vitenskapens egenart. Men utover å anspore til refleksjon rundt feilkilder gir ikke lærerne uttrykk for at metodediskusjoner mellom elevene er noe de legger opp til. Det gjør heller ikke labinstruksjonene i læreverkene, med noen få unntak - spørsmålet om hensikten med å benytte en blindprøve i forsøket “Påvisning av druesukker” er et eksempel på spørsmål man kan bruke til å fremme diskusjon rundt metodologi som kan løftes til et mer generelt vitenskapsteoretisk nivå.

Noen forfattere kritiserer dessuten de tradisjonelle øvelsene med lav frihetsgrad for å gi et feilaktig inntrykk av vitenskapelig forskning. For eksempel skriver Berg et al. (2007), som observerte labarbeid på barnetrinnet i Sverige, at utarbeidelsen av hypoteser ofte blir en ren gjettelek ettersom elevene ikke har forutsetninger til å stille opp faglig gode hypoteser. Dette får som konsekvens at hypotesefasen av den vitenskapelige prosessen, som fremfor noen er den som krever kreativ tenkning, blir irrelevant, en formalitet som egentlig ikke er nødvendig for prosessen (Kind 2003). Det fører til et naivt, “positivistisk” bilde av vitenskapen som en måte å

oppdage naturen på ved å utføre bestemte undersøkelser, i stedet for en komplisert, intellektuell prosess der resonnementer, argumentasjon og tvil spiller avgjørende roller (*ibid.*).

Å følge en prosedyre gitt av et sett instruksjoner er ikke en fullstendig tanketom virksomhet, som Beney og Séré (2003) observerer i *Labwork in Science Education*-studien: “*They allow a modest initiative to students, who have to develop goals, retrieve rules and elaborate criteria of control.*” Men disse målene, reglene og kontrollkriteriene deduseres ikke fra metodologisk kunnskap, de huskes eller gjettes utfra tidligere erfaring med utstyret, “common sense” og den didaktiske sammenhengen (de kjenner tidsrammen og andre praktiske rammer for aktiviteten).

Som vi har sett er ikke induktiv læring noe som nødvendigvis skjer av seg selv. Det gjelder også erfaringene man gjør med vitenskapens natur. De erfaringene elevene eventuelt gjør under labarbeidet må bearbeides og generaliseres, og det krever faglig og didaktisk dyktige lærere.

### 6.3.2 Lærernes kompetanse og fokus

Alle lærerne i kapittel 5 har formell kompetanse i naturfag. Lærer T er den som har minst: 15-20 stp. Lærer P har 60 stp.; A har minst like mye (hun har sluttet å telle studiepoeng fra småkurs); Y har både utdanning som næringsmiddelteknolog og 30 stp. naturfag som undervisningsfag. Et relevant spørsmål er om dette gir nok metavitenskapelig og didaktisk kunnskap til å fremme effektiv læring i dette ganske kompliserte temaet.

Lloyd et al. (2000) fant at engelske naturfaglærere (riktignok på barntrinnet) ofte manglet helt grunnleggende kunnskaper om vitenskapelige prosesser, såvel som faglig selvtilit. Kang og Wallace (2005), som undersøkte amerikanske ungdomsskolelæreres vitenskapssyn, fant at naive epistemologiske forestillinger ble reflektert i labøvelsene de brukte. En av lærerne koblet selv et ukritisk vitenskapssyn til bruk av “structured lab activities”. En naturfaglærers kunnskap om og syn på vitenskapelige prosesser og metodologi har selvfølgelig mye å si for elevenes læring.

Alle lærerne i kapittel 5 uttrykker en intensjon om å skape “undring” og refleksjon. Men når de utdyper viser det seg ofte at “undringen” de observerer er nysgjerrighet, en midlertidig interesse

for aktiviteten, ikke intellektuell refleksjon over fenomen eller vitenskapsteori. Refleksjonene rundt feilkilder ser ut til å ende der. Selv om vitenskap blir nevnt i flere spørsmål, er ingen av lærerne interessert i å snakke om det. På spørsmål om hensikter med labarbeid generelt, svarer lærer A: *“Det er jo noe med det spesielle for faget da, dette med Forskerspiren og hypotesetenking og utforskning. Det er jo en egenskap ved faget vårt som på en måte skiller det fra de andre. Det er jo litt det.”* Men det er ingen andre utsagn som tyder på at lærerne har et spesielt bevisst forhold til temaet.

Ut fra dette er det vanskelig å forvente at labarbeidet skal være en effektiv måte å formidle metavitenskapelig kunnskap på. På den annen side, hvis en naturfaglærer ikke har et bevisst forhold til temaet vil jo ikke elevene lære det av annen undervisning heller. Å diskutere feilkilder er tross alt bedre undervisning om vitenskapens epistemologi og egenart enn ingen undervisning i det hele tatt.

## 6.4 Labarbeid og motivasjon

Den siste av de seks kategoriene av hensikt med praktisk labarbeid er ofte nevnt i litteraturen, men er kanskje ikke gjenstand for fullt så omfattende teoretisk analyse og argumentasjon som konseptuell og metavitenskapelig kunnskap. Den nyter stor respekt i praksisfeltet: Hele 75 % av lærerne som deltok i spørreundersøkelsen i TIMSS 95 oppga at *“Å motivere og skape interesse”* var en *“svært viktig”* hensikt med elevøvelser. Til sammenligning var ingen av de andre hensiktene i undersøkelsen *“svært viktig”* for mer enn 32 % av respondentene (Kind et al. 1999). I Högström, Ottander og Benckerts (2010) undersøkelse nevnte de fleste lærerne som et mål at elevene blir mer interessert i naturfag av å jobbe på lab, selv om dette ikke er hovedmålet for noen av dem. Det er også et viktig mål i de samme forskernes undersøkelse fra 2006.

Undersøkelsene av motivasjonseffekter peker i mye tydeligere positiv retning enn undersøkelsene av de andre effektene. Almendingen et al. (2003) fant at de klassene som la vekt på *“tradisjonelle metoder”* i undervisningen, blant annet labarbeid, skåret høyere på positive holdninger til vitenskap og til naturfaglæreren (Klepaker et al. 2007). Foley & McPhee (2008)

fant ingen sterk eller entydig effekt, men Hampden-Thompson og Bennetts (2013) analyse av data fra PISA 2006 viste betydelige gevinster ved økt frekvens av praktisk arbeid for tre forskjellige faktorer knyttet til motivasjon: interesse og motivasjon for naturfag, syn på vitenskapens verdi for fremtidig yrkeskarriere (uavhengig av hva det yrket blir), og ønske om en karriere spesifikt i et naturvitenskapelig yrke. Abrahams og Millar fant riktignok at elevene sa de likte labarbeid først og fremst fordi det var mindre kjedelig enn vanlig undervisning, men det motsier i og for seg ikke de øvrige funnene.

Motivasjon var det lærerne i kapittel 5 la størst vekt på under samtalene. Det handlet stort sett om interesse for selve aktiviteten og mer varige, positive holdninger til naturfag (og skole generelt). De mente det “vekker” noen av elevene som vanligvis ikke følger så godt med og skaper nysgjerrighet for det fenomenet man undersøker.

#### 6.4.1 Forklaringer på motivasjonseffekter

Undersøkelsene mer enn antyder at labarbeid har evne til å påvirke flere forskjellige affektive faktorer - relasjon til lærer, holdninger til naturvitenskap, midlertidig interesse for den faglige aktiviteten osv. - og hos Hampden-Thompson og Bennett (2013) følger korrelasjonen med frekvens for labarbeid samme mønster for de tre relativt forskjellige motivasjonsfaktorene. Det kan tolkes som at de affektive faktorene er sterkt forbundet - syns man naturfag er spennende, har man også bedre forhold til læreren, det frister mer med en naturvitenskapelig karriere osv. Det er ikke helt uvanlig å anta at positive eller negative assosiasjoner har evne til å farge en persons oppfatning av et gitt tema, og vi kan gjette at det er det som skjer her: at når en elev får en god opplevelse som på en eller annen måte er knyttet til naturfag, vil de andre affektive faktorene også påvirkes i positiv retning. Dette er en antakelse som godt kunne blitt undersøkt nærmere.

Så hva er det ved labarbeid som gjør at opplevelsene blir gode? En viktig forklaring er nevnt i kapittel 2, nemlig at det sosiale aspektet ved en aktivitet er det som gir aktiviteten mening, og at sosial interaksjon som oppleves som meningsfull dermed gjør aktiviteten meningsfull. Lave og Wengers (1991) teori om *legitim perifer deltakelse* gir en forklaring på hvordan

samarbeidslæring kan være meningsfullt for deltakere på forskjellige kompetansenivåer, med utgangspunkt i mesterlæring. At elevene opplever at det de gjør har noe å si for det sosiale fellesskapet, at oppgavene de gjør blir satt pris på av andre som de bryr seg om, er et viktig poeng om hvorfor labøvelser og andre former for gruppearbeid kan virke motiverende.

Den sosiale og kulturelle kontekstens betydning for meningsskapning går dessuten langt ut over interaksjonene som finner sted mellom deltakerene. Blant andre Säljö (2001) forklarer hvordan de sosiale rammene for en hvilken som helst virksomhet er det som avgjør hva som er tillatt og forbudt, klokt og uklokt, meningsfylt og meningsløst. Han viser til et utvalg psykologiske eksperimenter som tar for seg forholdet mellom kontekst og prestasjoner, som viser at barns evne til å memorere ord, til å tolke matematikkoppgaver kritisk, og til å bare stå helt stille, varierer veldig ved bruk av forskjellige sosiale situasjoner. Poenget hans er at de forskjellige virksomhetene innenfor skolens tradisjoner kan virke sterkt motiverende (eller demotiverende) for visse måter å tenke og handle på, som er høyst relevant for den tradisjonsrike arbeidsformen som labarbeid i naturfag er. Når lærer T snakker om *“skikkelig laboratoriearbeid, litt kjemikerarbeid, og der tror jeg det virker noe som er veldig godt for motivasjon”* bør det ses på bakgrunn av sosiokulturell teori. Det handler om at omgivelsene, objektene, *atmosfæren* i skolelaboratoriet inneholder en god del assosiasjoner og forventninger til tenkemåter, dialoger og verdier. For noen vil *“skikkelig laboratoriearbeid”* være en kobling til autentisk vitenskap som det er vanskelig å oppnå i vanlig klasseromsundervisning, og som bidrar sterkt til å motivere dem til både å lære og å trives i den faglige situasjonen.

Lærer P, T og A forteller dessuten at det ofte er andre elever enn de som vanligvis er de sterke som *“treffes”* av metoden. Det er motiverende i seg selv at andre enn de vanlige får anledning til å ta initiativ, være nyttige og vise seg fram.

Dette er også knyttet til en annen sterk motivasjonseffekt som oppstår ved at elevene får oppgaver som de klarer å utføre, nemlig opplevelsen av mestring. Denne effekten er egentlig ikke nært beslektet med de sosiale effektene: Med mestringsopplevelse menes elevens egen følelse av å ha klart en vanskelig utfordring, som i seg selv ikke er avhengig av anerkjennelse fra andre. Dette regnes som en av de viktigste motivasjonsfaktorene i læringssammenheng. Blant andre Skaalvik



og Skaalvik (1996) forklarer opplevd mestring som den viktigste kilden til forventninger om videre mestring, som er sterkt korrelert med læringsutbytte.

Det bør nevnes at de fleste av disse forklaringene ikke bare gjelder labarbeid, men *alt praktisk arbeid* i et arbeidsfellesskap. Det kan godt tenkes at andre former for praktisk arbeid får tilsvarende resultater for motivasjon, eller enda bedre. I undersøkelsen til Almendingen et al. (2003) skåret den “moderne” gruppen, som gjorde mer bruk av drama, prosjektarbeid osv., like høyt eller høyere for holdninger til naturvitenskap og forhold til læreren som den “tradisjonelle” gruppen, der de klassiske labøvelsene sto sterkt.

#### 6.4.2 Motivasjon og læringsgevinst

Foley og McPhee (2008: 10-11) konkluderer i analysen sin med at

*“Without improvements in teacher preparation it seems unlikely that switching to hands-on curriculum will result in science learning gains. But switching to a hands-on curriculum seems likely to improve students’ interest in science with no loss of science content.”*

De leser funnene som en nettogevinst ved bruk av labarbeid: økt interesse for naturvitenskap, uten *negativt* læringsutbytte. For de motivasjonseffektene som er endelige mål i seg selv - at elevene utvikler interesse og respekt for naturvitenskap og at de motiveres til å søke seg videre til naturvitenskapelige karrierer - er dette et viktig poeng.

Men både interesse for vitenskap og andre affektive faktorer er stort sett noe vi ønsker for å oppnå økt motivasjon for skolefaget, altså en sterkere *indre driv* (jf. Abrahams 2009) til å lære - at de jobber hardere, tenker grundigere, reflekterer mer, stiller flere spørsmål, bruker mer tid, er mer villige til å diskutere, og så videre. Det er i hvert fall motivasjon for faget lærerne i kapittel 5 først og fremst uttrykk for at de ønsker å skape ved hjelp av labarbeid. På spørsmål om hvorvidt holdninger til naturvitenskapen er et mål, svarer lærer A benektende:

*Jeg tror kanskje, ja, vitenskap, det er vanskelig å måle, på en måte. Jeg tror ikke de har så veldig bevisst forhold til akkurat det, hva er det liksom.*

At motiverte elever lærer bedre er grundig dokumentert av forskning: For eksempel viser Hatties (2009) syntese av seks metaanalyser (av totalt 327 studier) at motiverte elever skåret 0,48 standardavvik over gjennomsnittet, en effekt han betegner som høy. “Holdninger til faget” (for matematikk og naturfag) viste en læringsgevinst på 0,36 standardavvik knyttet til positive holdninger (3 metaanalyser av 288 enkeltstudier). Gitt at labarbeid motiverer og at motivasjon skaper læring burde vi sett en betydelig positiv læringseffekt ved bruk av labarbeid. Så hvorfor gjør vi ikke det?

En forklaring kan være at labarbeid *har* en positiv læringseffekt som skyldes motivasjon, men at den nulles ut av andre, negative effekter. Dette er ikke helt utenkelig, tatt i betraktning det begrensede konseptuelle innholdet i øvelsene og det manglende fokuset på læring fremfor “gjøring”. Lærer Y mener motivasjonen for den praktiske aktiviteten kan bli så løsrevet fra faglig forståelse at den til og med virker mot sin hensikt, at elevene blir så opptatt av å gjøre og se noe spektakulært at å forstå det kommer helt i bakgrunnen. Dersom bruk av praktisk labarbeid hadde en betydelig motivasjonseffekt, men lite direkte læringsutbytte, ville vi kunnet forvente resultater som ligner de vi faktisk får.

## 7.0 Konklusjon

Problemstillingen for oppgaven er: *Hvordan kan læreres utsagn og resultater fra empiriske undersøkelser belyse temaet effekter av praktisk labarbeid i naturfag?* Én konklusjon er lett å trekke: Eksisterende undersøkelser av disse effektene kan bare belyse temaet i begrenset grad, fordi forskningen er mangelfull. Selv den undersøkelsen som vurderes her som mest relevant - PISA 2006 - lider av både noen metodiske svakheter (hva, for eksempel, er forskjellen på “*noen av timene*” og “*de fleste timene*”?), og et målebegrep - “*science literacy*” - som svarer til et veldig sammensatt konsept. Halvparten av hensiktene som fremheves i litteraturen dekkes ikke av disse undersøkelsene i det hele tatt. Skal vi ha en informert diskusjon om hva som hensiktsmessige mål for labarbeid trenger vi et empirisk grunnlag å diskutere på.

Likevel, noen mønstre avtegner seg. Det er lite som tyder på at labøvelser er godt egnet til å formidle konseptuell kunnskap, slik de har vært praktisert fram til i dag. Lærernes utsagn antyder noen forklaringer (de kan ikke mer enn å *antydde*, ettersom vi ikke har noe sterkt grunnlag for å si at informantene representerer flere enn seg selv). De bruker i hovedsak instruksjoner fra læreverket, som i forsvinnende liten grad legger vekt på elevenes refleksjon. Av de øvelsene som ble nevnt er det dessuten få det er mulig å lære mye direkte av; de demonstrerer ikke sentrale, kompliserte konsepter på en lettfattelig måte, men viser for eksempel at sukker kan være forskjellige stoffer - noe elever flest antakelig ville godtatt uten å bruke en time på se det kjemiske beviset. Flere forfattere har argumentert godt for hvordan labarbeid *kan* brukes til å oppnå læring, men lærerne selv virker ikke så bevisste på disse mulighetene.

Gjennomgangen av undersøkelser gir ikke grunnlag for å trekke sterke konklusjoner om læring av metavitenskapelige konsepter, men lærerne i intervjuundersøkelsen er stort sett lite bevisste på denne delen av faget og labarbeidets potensiale for å støtte læringen av det.

Lærerne er derimot bevisste på at de ønsker å oppnå trivsel og motivasjon, både for faget og skolen generelt, og de regner med at motivasjonen vil følge trivselen. I dette støttes de av empirien. Forskjellige undersøkelser viser at mange, tilsynelatende urelaterte, affektive faktorer påvirkes i positiv retning ved bruk av labøvelser og annet praktisk arbeid. Det kan virke som alle

affektive faktorer innvirker på hverandre - en ikke spesielt kontroversiell forklaring, men interessant likevel. Når vi likevel ikke ser noen læringsgevinst ved bruk av labarbeid, på tross av en sannsynligvis reell og betydelig motivasjonseffekt, er det et tegn på et stort forbedringspotensiale for læring.

## 7.1 Hva bør vi gjøre med det?

Når vi konkluderer om effekter av en undervisningspraksis og årsakene til det, bør vi også kunne trekke noen konklusjoner om hva vi kan endre så resultatene blir (enda) bedre.

Utgangspunktet for oppgaven var et inntrykk av at det var behov for en mer evidensbasert diskusjon om hensikter med praktisk labarbeid. At evidensmaterialet i noen tilfeller vitner om en virkelighet som ligger langt fra den som beskrives i litteraturen tyder på at dette behovet er reelt. Argumenter som tar utgangspunkt i situasjoner som vil oppstå i undervisningen - at elevene blir konfrontert med misoppfatninger, at det oppstår metodediskusjoner, at man får rike erfaringer man kan bruke videre, m.m. - må støtte seg til klasseromsforskning som viser at dette er noe som faktisk og *som regel* skjer, ellers kan man ikke trekke gyldige konklusjoner om effekter av labarbeid *generelt*. Gode målinger av de antatte effektene er dessuten i mange tilfeller ikke gjort, og de må gjøres dersom vi anser dem for å være relevante hensikter med labarbeid.

Teori om hvordan labarbeid *kan* brukes for å oppnå gode effekter er selvfølgelig interessant og relevant. Praktisk labarbeid er en undervisningspraksis med sterkt behov for fornyelse. Nye måter å bruke praktisk arbeid på blir jo også utviklet, først og fremst innenfor den utforskende varianten av inquiry-tankegangen. Det er lagd flere modeller for noenlunde samme metode, der 5E er en av dem (en lignende modell finnes hos Østergaard 2012). Men hvis lærerne som er intervjuet her gir noen indikasjon på situasjonen ellers i norsk skole, har ikke disse modellene nådd ut i praksisfeltet. Grunnen kan være at lærere har en travel hverdag og ikke vil prioritere tid til å operasjonalisere abstrakte didaktiske modeller; blant andre Klette (2007) har skrevet om det store behovet i skolen for moderne undervisningsverktøy og metoder som er klare til å tas i bruk, og problemene som oppstår ved at få slike verktøy fins. Produksjon av slike

undervisningsverktøy kunne vært en viktig oppgave for forskere og andre høyt kompetente formidlere, men det krever jo at forskernes arbeidsgivere også prioriterer det.

I én sammenheng er det riktignok stor produksjon av undervisningsverktøy, nemlig utarbeiding av læreverker. Som forskermiljøenes mest direkte mulighet til påvirkning av reell undervisningspraksis i skolene er det mildt sagt viktig at disse representerer god didaktikk. Naturfagundervisningen trenger utforskende, innholdsrike labøvelser og andre arbeidsformer, og det er ingen grunn til å tro at lærerne ikke ville benyttet seg av disse dersom det var de som ble presentert i læreverkene. I stedet er mange øvelser preget av lav frihetsgrad og generell mangel på krav til elevenes refleksjon. Det er et tankekors at “å undervise etter boka” for mange ambisiøse skolefolk er det motsatte av moderne, forskningsbasert undervisningspraksis, når “boka” ofte er skrevet av høyt kompetente fagfolk og forskere på området.

Det er dessuten mye som tyder på at lærernes kompetanse er mangelfull. Kanskje vil nye videreutdanningsreformer og lærerutdanningsreformer, kombinert med kompetansekrav i skolen, hjelpe på det - men reformene gir i stor grad bare rammene for utdanningen, mens innholdet er avhengig av de enkelte lærerutdannerne som står for undervisningen. Er labarbeidet i lærerstudiene utforskende og reflekterende? Blir studentene undervist i å vurdere øvelser og bruken av dem utfra forskjellige hensikter? Lærer de å vurdere læremidler kritisk, på bakgrunn av empirisk forskning og didaktisk teori? Svaret på dette er ikke “ja” for alle naturfaglærerutdanninger. Dersom labarbeid fortsatt skal ha en sentral plass i naturfagundervisningen må den også ha en sentral plass i lærerutdanningene.

## 7.2 Hva skal vi lærere gjøre?

En didaktisk oppgave bør henvende seg til didaktikerne i praksisfeltet såvel som til forskere. Den viktigste konklusjonen vi lærere bør trekke for vår egen praksis kan være at det er nødvendig å være bevisst på hva vi ønsker å få ut et undervisningsopplegg, og gjøre oss noen tanker om hvordan det skal skje. Det er mye som tyder på at labarbeid, eller kanskje alt praktisk arbeid, skaper trivsel og gode holdninger til både naturfag, til vitenskap og til hele skolen. Men hvis

målet er læring av fagstoffet kan vi ikke regne med at det vil skje av seg selv. Labarbeid krever, som annen undervisning, klare læringsmål og en stram regi med fokus på de målene.

Ett generelt krav til en læringsaktivitet er at den involverer elevenes hoder i stedet for bare hendene. Det er ikke tilfellet for alle øvelser i læreverkene. Hvis vi ikke finner en passende øvelse som også stiller krav til refleksjon, kan det hende den lar seg justere så vi oppnår bedre elevaktivitet. Men hvis læreverket er dominert av øvelser som er rene “gjøringer” er det antakelig ikke et godt nok læreverk.

Å lære om hvordan forskning og vitenskap fungerer er en del av fagstoffet som ikke kan overses, blant annet fordi det er en viktig del av læreplanen (2013). Øvelser der elevene bruker vitenskapelige metoder burde være et godt utgangspunkt for å lære om det, men vi kan ikke stole på at elevene generaliserer erfaringene sine selv - det de opplever må bearbeides eksplisitt i for- og etterarbeidet. Det krever selvfølgelig mye av kompetansen vår.

### 7.3 Tradisjon og potensiale

Praktisk arbeid på lab er kanskje naturfagets mest tradisjonsrike undervisningsaktivitet, og har gjennom årenes løp blitt gjenstand for mange og høye faglige forventninger. At ikke alle disse oppfylles bør ikke overraske noen. Mange forskere virker likevel skuffet over den manglende sammenhengen mellom labarbeid og læringsgevinst, og selv noen av de forskerne som gjør de problematiske funnene argumenter imot betydningen av sine egne funn. Kind m.fl. (1999) og Kjærnsli m.fl. (2007), som finner slike manglende sammenhenger i henholdsvis TIMSS- og PISA-materialet, oppfordrer lærerne til ikke å endre praksis på bakgrunn av dette ettersom hensikten med labarbeid ikke er det de målte uansett. Denne *a posteriori* nedvurderingen av den effekten de selv hadde valgt å undersøke kan virke litt etterkonstruert. Den samme tendensen til å endre syn på labarbeidets hensikt som svar på problematiske funn, i stedet for å kritisere selve tradisjonen, er tilstede i flere av forklaringene i kapittel 2. Sett fra et kritisk perspektiv kan det virke som at så fort empirisk forskning ikke lenger kan støtte en påstand om en gitt læringseffekt,

dukker det opp nye påstander om at labarbeid gir elevene noe annet, noe mer, noe unikt som ikke kan oppnås på andre måter.

Hvorfor ikke bruke de problematiske funnene til å identifisere de sidene ved tradisjonen som behøver å styrkes, i stedet for å argumentere for at de sidene egentlig ikke var så viktige likevel? At labarbeid har et stort, uoppfylt potensiale er en oppløftende tanke, noe som bør engasjere alle som bryr seg om naturfagdidaktikk. Mange argumenter for hva man oppnår med praktisk labarbeid ville vært gode argumenter for hva som *kan* oppnås med labarbeid, dersom man bruker aktiviteten på en hensiktsmessig måte. I stedet for å slå fast at labarbeid retter opp hverdagsforestillinger, setter i gang diskusjoner og fasiliterer refleksjon, bør vi snakke om hva vi må gjøre for at dette skal skje. Debatten om *hvordan* man skaper disse mulige effektene, utfra et realistisk bilde av situasjonen i klasserommet, er selvfølgelig i gang allerede og har vært det lenge. Men denne konstruktive debatten hemmes av påstander om at vi allerede oppnår alt det vi ønsker å oppnå.

Mangfoldet av hensikter, argumenter og forklaringer tyder på et mangfoldig potensiale i labarbeid som undervisningsaktivitet. En diskusjon om hensikter og effekter må ta utgangspunkt i at disse mulighetene i stor grad ikke er realisert i den tradisjonelle bruken av praktisk arbeid på lab. Potensialet i labarbeid ligger ikke i tradisjonen, men i fornyelse - i nye måter å jobbe praktisk, sosialt og vitenskapelig med naturfag.

# Litteratur

- Angell, C., Bungum, B., Henriksen, E. K., Kolstø, S. D., Persson, J. & Renstrøm, R. (2011): *Fysikkdidaktikk*. Kristiansand: Høyskoleforlaget.
- Abrahams, I. (2009): Does Practical Work Really Motivate? A Study of the Affective Value of Practical Work in Secondary School Science. *International Journal of Science Education*, 31 (17), 2335-2353.
- Abrahams, I. & Millar, R. (2008): Does Practical Work Really Work? A Study of the Effectiveness of Practical Work as a Teaching and Learning Method in School Science. *International Journal of Science Education*, 30 (14), 1945-1969.
- Almendingen, S. F., Klepaker, T. & Tveita, J. (2003): *Tenke det, ønske det, ville det med, men gjøre det...? En evaluering av natur- og miljøfag etter Reform 97*. Høgskolen i Nesna.
- Bécu-Robinault, K. (2003): Modelling Activities of Students During a Traditional Labwork. I Psillos, D. & Niedderer, H. (red.): *Teaching and Learning in the Science Laboratory*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Beney, M. & Séré, M.-G. (2003): Students' Intellectual Activities During Standard Labwork at Undergraduate Level. I Psillos, D. & Niedderer, H. (red.): *Teaching and Learning in the Science Laboratory*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Byhring, A. K. & Knain, E. (2009): Kompetansebegrepet i PISA – teori og praksis. Publisert i *Acta Didactica Norge*, 3 (1), hentet fra [www.adno.no/index.php/adno/article/viewFile/84/116](http://www.adno.no/index.php/adno/article/viewFile/84/116).
- Driver, R. (1983): *The Pupil as Scientist?* Milton Keynes, UK: Open University Press.
- Driver, R., Asoko, H., Leach, J., Mortimer, E. & Scott, P. (1994): Constructing Scientific Knowledge in the Classroom. *Educational Researcher*, 23 (7), 5-12.
- Duschl, R. (2000): Making the Nature of Science Explicit. I Millar, R., Leach, J. & Osborne, J. (red.): *Improving Science Education. The Contribution of Research*. Buckingham: Open University Press.
- Ekeland, P. R., Johansen, O. I., Strand, S. B., Rygh, O. & Hesenet, A. B. (2008): *Tellus 8-10. Naturfag for ungdomstrinnet* (2. utgave). Oslo: Aschehoug.



- Foley, B. J. & McPhee, C. (2008): *Students' Attitudes towards Science in Classes Using Hands-On or Textbook Based Curriculum*. New York, USA: The American Educational Research Association.
- Grønmo, S. (2004): *Samfunnsvitenskapelige metoder*. Oslo: Kunnskapsforlaget.
- Hampden-Thompson, G. & Bennett, J. (2013): Science Teaching and Learning Activities and Students' Engagement in Science. *International Journal of Science Education* 35 (8), 1325–1343.
- Hannisdal, E., Hannisdal, M., Haugan, J. & Synnes, K.(2007): *Eureka 10*. Oslo: Gyldendal undervisning.
- Harlen, W. (1999). *Effective teaching of science: A review of research*. Edinburgh, UK: The Scottish Council for Research in Education.
- Hattie, J. (2009): *Visible Learning. A Synthesis of Over 800 Meta-Analyses Relating to Achievement*. New York: Routledge.
- Hodson, D. & Hodson, J. (1998): From Constructivism to Social Constructivism: a Vygotskian Perspective on Teaching and Learning in Science. *School Science Review*, 79 (289), 33-41.
- Hodson, D. (2008): Et kritisk blik på praktisk arbejde i naturfagene (med introduksjon av Rie Troelsen). *MONA*, 3, 7-20. Opprinnelig publisert 1990 med tittel: A Critical Look at Practical Work in School Science. *School Science Review*, 71 (256), 33-40.
- Hofstein, A. & Lunetta, V. N. (2004): The Laboratory in Science Education: Foundations for the Twenty-First Century. *Science Education*, 88 (1), 28–54.
- Högström, P., Ottander, C. & Benckert, S. (2010): Laborativt arbete i grundskolans senare år: Lärares perspektiv. *NorDiNa*, 6 (1), 80-91.
- Jenkins, E. W. (1999). Practical work in School Science - some questions to be answered. I Leach, J. & Paulsen, A. C. (red.): *Practical Work in Science Education*, s 19-32. Roskilde og Dordrecht: Roskilde University Press og Kluwer Academic Publishers.
- Kang, N.-H. & Wallace, C. S. (2005): Secondary Science Teachers' Use of Laboratory Activities: Linking Epistemological Beliefs, Goals and Practices. *Science Education*, 89 (1), 140-165.

- Kind, P. M. (1999): TIMSS Performance Assessment - A Cross National Comparison of Practical Work. I Leach, J. & Paulsen, A. (red.): *Practical Work in Science Education - Recent Research Studies* (75-96). Roskilde, Danmark: Roskilde University Press.
- Kind, P. M. (2003): Praktisk arbeid og naturvitenskapelig allmenndannelse. I Jorde & Bungum (red.): *Naturfagdidaktikk. Perspektiver, forskning, utvikling* (s. 226-244). Oslo: Gyldendal Akademisk.
- Kind, P. M., Kjærnsli, M., Lie, S. & Turmo, A. (1999): *Hva i all verden gjør elevene i naturfag? Praktiske oppgaver i matematikk og naturfag*. Institutt for lærerutdanning og skoleutvikling, Universitetet i Oslo.
- Kirschner, P. A. (1992): Epistemology, Practical Work and Academic Skills in Science Education. *Science & Education* 1, 273-299.
- Kjærnsli, M., Lie, S., Olsen, R. V. & Roe, A. (2007): *Tid for tunge løft. Norske elevers kompetanse i naturfag, lesing og matematikk i PISA 2006*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Klepaker, T., Almendingen, S. F. & Tveita, J. (2007): Young Norwegian Students' Preferences for Learning Activities and the Influence of These Activities on the Students' Attitudes to and Performance in Science. *NorDiNa* 1/2007, 45-56.
- Klette, K. (2007): Bruk av arbeidsplaner i skolen - et hovedverktøy for å realisere tilpasset opplæring? *Norsk Pedagogisk Tidsskrift*, 91 (4), 344-358.
- Knain, E. (2005): Skrivning i naturfag: mellom tekst og natur. *NorDiNa* 1, 70-80.
- Knain, E. (2008) Skrivning omkring praktisk arbeid i naturfag. I Smidt, J. & Trøite Lorentzen, R. (red.): *Skriving i alle fag* (s. 215-227). Oslo: Universitetsforlaget.
- Kolstø, S. D. (2007). *Lab-Reports as a Base for Learning through Writing in Scientific Genres from an Empirical Perspective*. Rapport til ESERA- konferansen.
- Lave, J. and Wenger, E. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Lloyd, J. K., Braund, M., Crebbin, C. & Phipps, R. (2000): Primary Teachers' Confidence About and Understanding of Process Skills. *Teacher Development: An International Journal of Teachers' Professional Development*, 4 (3), 353-370.
- Lunetta, V. N., Hofstein, A., Clough, M. P. (2007): Learning and Teaching in the School Science Laboratory: An Analysis of Research, Theory, and Practice. I Abell & Lederman (red.): *Handbook of Research on Science Education* (s. 393-441).

Læreplanverket for Kunnskapsløftet (2006): Den generelle delen av læreplanen.

[www.udir.no/Upload/larerplaner/generell\\_del/generell\\_del\\_lareplanen\\_bm.pdf?epslangu  
age=no](http://www.udir.no/Upload/larerplaner/generell_del/generell_del_lareplanen_bm.pdf?epslangu<br/>age=no)

Læreplanverket for Kunnskapsløftet (2013): Læreplan i naturfag.

[data.udir.no/kl06/NAT1-03.pdf?lang=nob](http://data.udir.no/kl06/NAT1-03.pdf?lang=nob)

Millar, R. (1989): What is scientific methods and can it be taught? I Wellington, J.J. (red.): *Skills and Processes in Science Education*. London: Routledge.

Millar, R. (2009): Does Practical Work Really Motivate? A Study of the Affective Value of Practical Work in Secondary School Science. *International Journal of Science Education*, 31 (17), 2335-2353.

Millar, R. (2004): *The Role of Practical Work in the Teaching and Learning of Science*. Rapport til møtet *High School Science Laboratories: Role and Vision* ved University of York.

Mosvold, R. (2002): *Læreplanutvikling i historisk perspektiv - med fokus på "hverdagsmatematikk i dagliglivet"*. Rapport 08/02 fra Telemarksforskning-Notodden.

Maagerø, E. & Skjelbred, D. (2010): De mangfoldige realfagstekstene. Om lesing og skriving i matematikk og naturfag. Bergen: Fagbokforlaget.

Opheim, V., Grøgaard, J. B. & Næss, T. (2010): *De gamle er eldst? Betydningen av skoleressurser, undervisningsformer og læringsmiljø for elevenes prestasjoner på femte, åttende og tiende trinn i grunnopplæringen*. NIFU STEP-rapport.

Pine, J., Aschbacher, P., Roth, E., Jones, M., McPhee, C., Martin, C., Phelps, S., Kyle, T., Foley, B. (2006): Fifth Graders' Science Inquiry Abilities: A Comparative Study of Students in Hands-On and Textbook Curricula. *Journal of Research in Science Teaching*, 43 (5), 467-484.

Postholm, M. B. & Jacobsen, D. I. (2011): *Læreren med forskerblick. Innføring i vitenskapelig metode for lærerstudenter*. Kristiansand: Høyskoleforlaget.

Psillos, D. & Niedderer, H. (2003): *Teaching and Learning in the Science Laboratory*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Ringnes, V. & Hannisdal, M. (2000). *Kjemi i skolen. Undervisning og læring*. Kristiansand, Høyskoleforlaget.

Séré, M.-G. (2002): Towards Renewed Research Questions from the Outcomes of the European Project *Labwork in Science Education*. *Science Education* 86 (5), 624-644.

- Séré, M.-G., Leach, J., Niedderer, H., Psillos, D., Tiberghien, A., Vicentini, M. (1998): *Improving Science Education: Issues and Research on Innovative Empirical and Computer-Based Approaches to Labwork in Europe*. Rapport fra prosjektet *Labwork in Science Education*.
- Sjøberg, S (2004): *Naturfag som allmenndannelse. En kritisk fagdidaktikk* (2. utgave). Oslo: Gyldendal Akademisk.
- Sjøberg, S. (2005): PISA, TIMSS og norske læreplaner. Publisert i *Bedre Skole* (1), hentet fra [folk.uio.no/sveinsj/PISA\\_TIMSS\\_Bedre\\_Skole\\_05](http://folk.uio.no/sveinsj/PISA_TIMSS_Bedre_Skole_05).
- Sjøberg, S. (2014): Hva PISA-testen måler. *Bedre Skole*, 4, 70-75.
- Sjøberg, S. (2015): PISA and Global Educational Governance – A Critique of the Project, its Uses and Implications. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 11 (1), 111-127.
- Skaalvik, E. M. & Skaalvik S. (1996): *Selvoppfatning, motivasjon og læringsmiljø*. Oslo: Tano.
- Solomon, J. (1994): The laboratory comes of age. I Levinson, R. (red.): *Teaching Science* (s. 8-22). New York: Routledge. Opprinnelig publisert 1980 i Solomon, J.: *Teaching Children in the Laboratory*. London: Crook Helm.
- Stohr-Hunt, P. M. (1996): An Analysis of Frequency of Hands-on Experience and Science Achievement. *Journal of Research in Science Teaching* 1 (33), 101-109.
- Tamir, P. (1991): Practical Work in School Science: an Analysis of Current Practice. I Woolnough, B. (red.): *Practical Science*. Milton Keynes, UK: Open University Press.
- Torgerson, C. (2003): *Systematic Reviews*. London: Continuum International Publishing Group.
- Troelsen, R. P. (2006): Interesse og interesse for naturfag. *NorDiNa* 5, 3-16.
- Turmo, A. & Olsen, R. V. (2001): Undervisning av naturfag - fra et individuelt til et kulturelt perspektiv. *Norsk Pedagogisk Tidsskrift*, 2-3, s. 184-200.
- Utdanningsdirektoratet (2013): *Veiledning til læreplan i naturfag*. Lest 09.02.15.  
[www.udir.no/Lareplaner/Veiledninger-til-lareplaner/Revidert-2013/Veiledning-til-lareplan-i-naturfag](http://www.udir.no/Lareplaner/Veiledninger-til-lareplaner/Revidert-2013/Veiledning-til-lareplan-i-naturfag)
- Vaage, S. (2000): Innleiing. I Vaage, S. (red.): *Utdanning til demokrati. Barnet, skolen og den nye pedagogikk. John Dewey i utvalg*. Oslo: Abstrakt forlag.
- Wenglinsky, H. (2000): *How Teaching Matters: Bringing the Classroom Back Into Discussions of Teacher Quality*. Princeton, USA: Educational Testing Service.

- White, R. (1991): Episodes, and the Purpose and Conduct of Practical Work. I Woolnough, B. E. (red.): *Practical Science*. Milton Keynes: Open University Press.
- Østergaard, L. D. (2012): Inquiry Based Science Education og den sociokulturelt forankrede dialog i naturfagsundervisningen. *NorDiNa*, 8 (2), 162-177.

## Forespørsel om deltakelse i forskningsprosjekt

Mastergradsprosjektet handler om hensikter med og effekter av praktiske labøvelser i naturfag. Praktiske øvelser er i litteraturen tilskrevet mange positive effekter på elevene: faglig motivasjon, konseptuell læring, gode holdninger m.m. Empirisk forskning viser at disse effektene oppnås i forskjellige grad. Dette prosjektet undersøker hvilke hensikter naturfaglærere har med praktiske øvelser i undervisningen og hvordan de gjennomføres for å belyse tidligere forskningsresultater.

Utvalget består av 4-6 naturfaglærere på ungdomstrinnet.

### Hva innebærer deltakelse i studien?

Intervjuet vil ta ca. 30 minutter og dreie seg om hensikt med og gjennomføring av praktiske labøvelser i naturfag. Deltakerne får intervjuguide til gjennomsyn på forhånd.

### Hva skjer med informasjonen om deg?

Alle personopplysninger vil bli behandlet konfidensielt. Utover Søren Evensen Kure vil bare veileder Berit Bungum ved NTNU ha tilgang til personopplysningene.

Navn og andre direkte personidentifiserende opplysninger vil ikke bli registrert i det hele tatt. Opplysninger om utdanning og ansiennitet blir ikke lagret digitalt sammen med resten av materialet.

Den publiserte oppgaven vil ideelt sett ikke gjøre det mulig å gjenkjenne noen av informantene, men på grunn av størrelsen på utvalget vil det kunne hende det lar seg gjøre for de som kjenner deg godt. Etter intervjuet vil du få spørsmål om det er noen uttalelse du ønsker å trekke tilbake.

Opplysningene om ansiennitet og utdanning blir makulert når prosjektet avsluttes 30.06.2015.

### Frivillig deltakelse

Det er frivillig å delta i studien, og du kan når som helst trekke ditt samtykke uten å oppgi noen grunn. Dersom du trekker deg, vil alle opplysninger om deg bli anonymisert.

Dersom du har spørsmål til studien, ta kontakt med Søren Evensen Kure (tlf. 94 54 64 54) eller Berit Bungum (tlf. 73 59 52 68).

*Studien er meldt til Personvernombudet for forskning, Norsk samfunnsvitenskapelig datatjeneste AS.*

✂

### Samtykke til deltakelse i studien

Jeg har mottatt informasjon om studien, og er villig til å delta

-----  
(Signert av prosjektdeltaker, dato)

## **Guide til intervju om praktisk labarbeid på ungdomstrinnet**

- Begrepsavklaring
- Ansiennitet og utdanning

### **Gjennomføring av praktiske labøvelser**

- Har du et eksempel på en øvelse som fungerer godt?
- Hva var hensikten med øvelsen?
- For- og etterarbeid med elevene?
- Hender det at en øvelse ikke fungerer så godt?
- Hva kan gjøre at en øvelse ikke fungerer?

### **Generelt om bruk av praktiske labøvelser**

- Hvor ofte bruker du øvelser?
- Har du inntrykk av at du gjør det annerledes enn andre lærere?
- Fins det føringer fra skolen, kommunen eller andre steder for hvordan du skal bruke labøvelser?
- Har måten du gjør forsøk på endret seg?
- Hvor finner du øvelser?
- Hva ser du etter når du velger ut øvelser?

### **Om labøvelser som undervisningsetode**

- Hvorfor bruker vi labøvelser i det hele tatt?
- Hva er denne undervisningsmetoden egnet til?
- Hva er den ikke så godt egnet til?
- Lære fagstoff, lære om vitenskap, motivere, verktøykunnskap, gode holdninger, ting som har med annet enn naturfag å gjøre...

# Transkripsjon av lærerintervjuer

## Pikaia

I: Jeg tenkte vi skulle begynne med å snakke om rett og slett hvordan vi gjør labøvelser sånn til vanlig... Har du eksempel på en øvelse du synes har fungert som den skulle?

P: Den siste øvelsen vi hadde, den handlet om karbohydrater... Starten på kapittelet, egentlig. Forsøket var det første vi gjorde... og det var liksom utforskning, de fikk ikke så mye veiledning egentlig. Nå går de jo i tiende, så de skal være selvstendige, det er meningen da. Så da skulle de påvise druesukker da. Så det... litt undring; hva er forskjellen på druesukker og sukker, og hvorfor er den en reaksjon på den ene og ikke den andre. Det synes jeg fungerte, et forsøk der de må undre seg litt.

I: Ja? ... Hva legger du i det?

P: Undre seg?

I: Ja?

P: At de ikke på en måte, at det ikke er så forutsigbart da, de vet ikke helt hva som skal skje, jeg sier ikke så mye før vi starter, og så kan vi heller snakke om etterpå hva skjedde og hvorfor skjedde det. På en måte en liten refleksjon er jo målet litt da.

I: Ja, nettopp. Ja, rett og slett prøve å skjønne de faglige sammenhengene?

P: Ja, og skjønne at naturfag kanskje er mer en bare å vite at ting er sånn og sånn og sånn, men skape litt den nysgjerrigheten og undring og at vi omgir oss med kjemi og i hverdagen og.... Det tenker jeg at er vel så viktig da, som at de skal kunne veldig mye formler og teori, at de er litt åpne for at dette er litt sånn...



I: Ja, nettopp. Så vi snakker om refleksjon, vi snakker om nysgjerrighet også?

P: Mm.

I: Så å skape nysgjerrighet er et poeng?

P: Veldig.

I: Og du sa de er nødt til å være selvstendige, så du ønsker å oppnå det ved å...

P: I hvert fall nå når de går i tiende, det er klart da de gikk i åttende så var det veldig styrt i forhold til at utstyr skulle være klart for dem og... nå har de gjort en del øvelser og jeg forventer at de skal ordne mere sjøl. Det har vært en progresjon.

I: Er de nødt til å tenke seg hvordan de skal gjennomføre forsøket da?

P: Vi bruker jo forsåvidt oppskriften i læreboka da, så den har de jo foran seg, men det handler jo også om å kunne lese en oppskrift, å kunne få oversikt først og så... Det er den delen jeg, på en måte, leier jeg dem litt gjennom det, og så etterhvert må de gjøre det sjøl.

I: Og det her er litt typisk for hvordan du ønsker å gjennomføre et forsøk, i hvert fall på tiende?

P: Mm. Ja.

I: Mm. Men du starter litt enklere, litt mere styrt, på åttende?

P: Ja, det som kommer først i åttende er jo... bli kjent på laben og... Det blir veldig sånn samtidig og på likt og veldig kontrollert. Men nå kjenner jeg elevene, så... er litt tryggere på dem, så da er det litt mere...

I: Mm. Og nå var de litt kjent med fagstoffet fra før av?

P: Det var starten på kapittelet, så de kjente ikke så veldig mye til det, men det er klart at det er jo kjemi som de, stoffer som de kjenner fra hverdagen sin. Alle visste hva sukker, hadde vært borti sukker og druesukker, men de visste kanskje ikke at det var forskjell på det. Da kommer vi inn på hvordan det er bygd opp.

I: Og Fehlings væske og...

P: Vi hadde brukt det litt før som indikator, så de hadde hørt det da, hvert fall.

I: Mm. Det stiller litt krav til både, egentlig... både til hva de tenker om fagstoffet og til, altså, hvilke handlinger de skal gjøre for å undersøke dette, på en måte forskningsdesignet, og kjenner til verktøyet og materialet som brukes også?

P: Mm. Det krever en del disiplin da, å følge denne oppskriften, og det ser jeg jo at ikke alle får til like godt. Plutselig så skjer det noe. og så reagerer begge og hvorfor gjør de det, oi, kanskje det kan være litt her og; og det kan jo være litt fin erfaring tenker jeg, det er ikke noe forsøk som det er noe krise om det går litt gærent, tenker jeg, det er læring i det.

I: Fikk du noe sånt ut av dette forsøket, noen gode eksempler på hva som kan gå gærent, på en måte?

P: Ja, det var noen som brukte samme skje i druesukkeret og vanlig sukker, og fikk druesukker oppi sukkerblandingen, og fikk en reaksjon der også. De kikket rundt seg og "det er ingen andre som får det", så hva kan ha skjedd? Så da måtte de tenke litt. "Hva skjer hos oss siden ikke vi får samme resultat som de andre?"

I: Og så kom de fram til det?

P: Ja.

I: Så, ja, du er sikkert stort sett fornøyd med de øvelsene som du har gjennomført?

P: Ja, jeg stort sett bruker det som er i læreboka, jeg synes det er gode øvelser, godt forklart.

I: Ja. Alle?

P: Nei, altså, jeg bruker ikke alle, vi velger ut noen da.

I: Ja, jeg kjenner jo ikke den boka jeg, så...

P: Jeg synes det er godt... det er ålreite beskrivelser, det er lett å bruke det for elevene også. Så vi henter ut kanskje et par øvelser for hvert kapittel. Det er jo litt begrenset tid vi har på laben.

I: Ja. På en måte, hva legger du til grunn når du velger ut en øvelse fra boka?

P: Jeg ser jo litt på de måla vi har satt opp, hva vi skal lære i det kapittelet, prøve at det henger sammen med det. Så tenker jeg at det er viktig at kjemi er litt gjenkjennbart.

I: Det er stort sett kjemi?

P: Det er mye kjemiøvelser vi har hatt så langt da.

I: Bruker du øvelser i de andre, fysikk og biologi...

P: Jeg synes det er litt lite fysikk på ungdomsskolen, men vi har jo hatt noe. Det synes jeg er... kunne godt ønske meg litt mer. Det er klart, vi er styrt av læreboka, vi er det.

I: Blir jo det. Kan ikke finne på alt på nytt hver gang.

P: Bruker ganske mye Andreas Wahl da. [Viser Wahls *Nært - sært - spektakulært.*]

I: Ja, riktig! Det er jo fysikk i hvert fall.

P: Så den er... de øvelsene han har er jo stort sett enkle, kan brukes på veldig mange nivåer, så de er fra første til tiende.

I: Nå skriver jeg jo labøvelser her [viser intervjuguiden], men jeg tenker på ting som vi ikke nødvendigvis gjør på lab og.

P: Det er det jeg kanskje har mest erfaring med. Som ikke skjer på lab. For i barneskolen har vi ikke lab.

I: For jeg tenker på... jeg mener dette skal jo på en måte være vitenskapelige øvelser, ikke sant?

P: Mm.

I: Men det går jo an å gjøre det ute, for eksempel...

P: Mm. Hver uke da jeg hadde første klasse, da hadde vi en øvelse.

I: spennende.

P: Da går man jo ikke inn i kjemiske formler, man undrer seg og er nysgjerrig, og...

I: Jeg må innom - hva er det som kan gjøre at en øvelse ikke fungerer så godt, har du vært borti det?

P: Ja... det har jeg sikkert. Det er jo, selvfølgelig, være forberedt da, ha ting klart og... For store grupper kan være vanskelig...

I: Ja, oversikt og uro, rett og slett?

P: Ja, hvis det blir veldig mange... de begynner å bli store i kroppene og lite rom, det kan bli litt dulting og litt... det er jo en annerledes time med litt bevegelse og ting som skjer. Det kan være fristende å eksperimentere litt ekstra. Litt kontroll må man ha.

I: Ja. Den øvelsen du nevnte, der brukte du ikke egentlig forarbeid, men du brukte noe etterarbeid... trakk tråder, med tanke på refleksjon og sånt noe, nevnte du. Pleier du å bruke forarbeid?

P: Ja. Det eneste vi gjorde var å snakke om "hva vet vi om karbohydrater", for det er et ord de kjenner. Så det gjorde vi. Og vi pleier å hente fram forkunnskap.

I: Og etterarbeid da?

P: Det er refleksjonsdelen som vi alltid har etter at det er slutt, det snakker vi om, det er alltid ganske gode spørsmål til ettertanke i sånne bøker...

I: Alltid?

P: Ja, det tror jeg det er til stort sett alle...

I: Og du bruker dem alltid?

P: Ja, bruker stort sett dem. Og så snakker vi om "hva har vi lært nå", og... Prøver å reflektere litt hva vi har drevet med da. Sette ord på det.

I: Rapportskriving?

P: Ja, litt gjør vi det. Gjør ikke det hver gang. Men det er jo en del av vurderingsgrunnlaget... brukte nok en del mer tid på det i fjor, og litt i åttende, for å lære metoden.

I: Bare veldig kjapt, hva er hensikten med rapportskriving?

P: Det er en slags fagtekst, så det er en sjanger rett og slett. Samtidig som det selvfølgelig fører til læring av naturfag. Da må man tenke gjennom det og reflektere og sette opp hypotese kanskje og...

I: For da er du på, liksom, hvordan vitenskapen fungerer?

P: Ja, for da får du satt det ned på papir, det kan jo være en styrke for noen. Men jeg ser på det som en type fagtekst. Skrivning i naturfag kanskje.

I: At de lærer kunnskap om f.eks. karbohydrater og sånn, er det et poeng med rapportskrivning?

P: Hva sa du nå, at...?

I: Du nevnte, det er et poeng at de lærer, på en måte, om den vitenskapelige prosessen, ikke sant, hypoteser og sånt noe, ifm rapportskrivningen - er det et poeng at de lærer fagkunnskapen også?

P: Ja.

I: Skal vi se... jo! Finner du øvelser andre steder?

P: Av kollegaer får jeg av og til. Blant annet hun du skal snakke med etterpå. Veldig erfaren naturfaglærer på ungdomsskolen. Det er to naturfagøvelser som jeg har brukt før, som jeg har fått.

I: Finnes det noen standarder her på skolen for hvordan dere skal bruke øvelser, eller i kommunen, eller... kommer det noen føringer fra noen steder i det hele tatt?

P: Nei, det tror jeg, ikke som jeg vet.

I: Nei, jeg tror det pleier å være veldig fritt. ... Da går vi over til, på en måte, hensikten med det, og dine hensikter som lærer i læringssammenheng. Og hva er de viktigste grunnene til å bruke labøvelser i det hele tatt?

P: Det kanskje viktigste er holdninger til faget.

I: At de blir mer positive, rett og slett?

P: Veldig mange elever synes det er positivt å gjøre noe praktisk. Det er en veldig teoretisk skole vi har. Ungdomsskolen har jo som mål å bli mer praktisk retta, da tenker jeg naturfag er et fag som har store muligheter til å få til noe med. Så det er viktig for å få til motivasjon og mestring og... holdninger.

I: Ja. Mm. Så hva slags læring, eller hva slags.. hva er det du kan oppnå for elevene ved å bruke denne metoden her? Motivasjon... er det noe annet?

P: De lærer noe fagstoff, men kanskje få opp litt mer av den utforskende, undrende... det er veldig mye fagtekst i en sånn bok. Mye fagopplysninger som de leser. Ved å gjøre en øvelse så får de kanskje brukt seg sjøl litt mere da, de er nødt til å være litt mer nysgjerrige: hva tror jeg vil skje, hva skjedde, hvorfor ble det sånn? Litt mere egen tanke. Enn å bare lese noe og lære noen ord.

I: Mm. Noe som man heller burde bruke andre undervisningsmetoder til? Jeg mener... Du sier hovedmålet med å bruke labøvelser, det er ikke å lære fakta og begreper og sånn, betyr det at det fins andre metoder som er bedre egna til å gjøre det?

P: Å lære faktastoff?

I: Ja?

P: Ja, det kan nok hende at... Men i hvert fall ha en variasjon, tenker jeg. Man kan ikke lære all naturfag gjennom å gjøre øvelser, men man kan lære mye. Men de trengert nok også noe forelesning og se ting på skjerm og... Jeg tror jo veldig på metodevariasjon, for det er vel ikke sånn at alle lærer likt. Det er ikke alle som lærer så mye av elevøvelser, det er ikke som lærer så mye av tavleundervisning. Så vi må gjøre litt av hvert for å få til tilpassa undervisning.

I: Er det en spesiell type elever som ikke lærer så godt av elevøvelser?

P: Ja. Vi har noen som ikke er nysgjerrige, som er litt passive, det er ikke alle som tar ansvar, som bare vil vite åssen det er fortest mulig.

I: Ja. Så de er egentlig mest opptatt av karakterer kanskje?

P: Ja.

I: Ja. Det er noen sånne. .... Vi snakket om å bruke det til å lære fagstoff, og det er det kanskje ikke best til; å lære litt sånn om hvordan vitenskapen fungerer, det har du nevnt et par ganger?

P: Ja. Jeg brukte den der nysgjerrigpermetoden tidligere, den tenker jeg er veldig fin å bruke på veldig mange nivåer. Man lærer litt om hvordan forskning foregår da...

I: Og det er du opptatt av?

P: Ja, jeg går kanskje ikke dypt nok inn i det, det er ikke alt vi rekker på en og en halv time, men det er jo de samme elementene som er inne.

I: Man er jo ikke nødt til å ha fokus på hvert steg samtidig...

P: Nei, man trenger ikke det da, men av og til, å ha litt større prosjekter, og kunne bruke metoden kritisk... Forskning er jo en del av naturfag.

I: Motivasjon nevnte du, du var litt innom at man må lære seg vitenskapens verktøy også, mest for å kunne gå videre med labøvelser da? Men det må man jo for å være mer selvstendig på tiende...

P: Ja.

I: Kan det fins grunner til å bruke labøvelser som ikke er for naturfagens skyld i det hele tatt, men som er andre pedagogiske grunner, på en måte?

P: Ja, å jobbe mer praktisk, det er mange som sliter ganske mye med skolen, det er store konsekvenser hvis man gir opp, hvis du føler at dette er ikke noe for meg, så er konsekvensene store. Så det syns jeg er et veldig viktig argument for å jobbe



praktisk, ikke bare i naturfag, men i alt. Det er ikke så farlig om ikke alt er pensum. Det er et litt større mandat vi har, i skolen.

I: Så rett og slett trivsel og...

P: Masse man kan lære om selvstendighet og samarbeid og verden er ikke bare bøker... det er masse gode argumenter for å gjøre ting praktisk.

I: Det er det selvfølgelig.

## **Agnatha**

I: Jeg tenkte å starte med å be deg ta et eksempel på labøvelse som du har gjort for, kanskje, ikke så lenge siden, som du selv mener at fungerte greit.

A: Tenker du en *elevøvelse* eller en demonstrasjon, eller... Jeg kommer akkurat fra en demonstrasjon, men jeg tenker kanskje at du vil ha en elevøvelse?

I: Ja, jeg tenker helst det ja.

A: Nei, vi holder på med sånn karbohydrater, så det er kanskje samme som [Pikaia], vi er jo på samme trinn, så vi er omtrent der, men...

I: Ja, hun nevnte en med Fehlings væske.

A: Ja, det er den jeg har gjort nå. Det er den nærmeste.

I: Og... ja. Hvordan startet du og hvordan gikk du videre, for å si det sånn?

A: Akkurat da hadde jeg delt klasse, halv klasse, så da... Jeg gjør jo alltid litt forskjellig, men akkurat en timen så leste vi bare gjennom det som sto i boka så de visste hva de skulle gjøre, og så hadde jeg satt fram utstyr og så utførte vi den. Det

var ganske tradisjonell sak. Det er litt forskjell på om du har halv klasse eller hel klasse, for da er liksom innfallsmetoden litt forskjellig.

I: Ja, hvordan da?

A: Fordi at hvis du har en hel klasse så må du jo være mye mere sånn at du styrer det mye mere, for du kan ikke gå inn og få gjort så mye. Jeg tenker at når du gjør en øvelse så må det meste være gjort på forhånd. Det å få kontakt med 24 stykker i en elevøvelse, det er veldig vanskelig, blir veldig masete. Det er enda viktigere at man har en veldig god instruksjon.

I: Noe mer forkunnskaper de er nødt til å ha?

A: På den øvelsen hadde de jo lest om sukkerartene på forhånd, så de kjente til monosakkarider, polysakkarider, disakkarider. Det kjente de til.

I: Det er det fagstoffet de trengte for å på en måte skjønne hva som skjedde i øvelsen.

A: Ja. Men det er klart at de gjør, noen ganger så kan man jo ha *det* som en første gang, og det kunne man jo også gjort her. Det kunne vært en opplevelse, og så kunne man tatt fagstoff etterpå.

I: Ja, hender det at du gjør det på den måten og?

A: Ja, for akkurat det som skjedde da, det var at det var mange som var borte, så derfor så tok jeg det som demonstrasjon nå, så utvidet jeg forsøket litegranne. Så tok jeg med det med saltsyre, hvordan saltsyre spalter og hvordan gjær spalter rørsukker i tillegg. Da var det noe for alle elevene, og så var det en oppsummering.

I: Hva var det jeg tenkte på... Jo, du nevnte opplevelse. Hva er det, på en måte, hva....

A: Du kan si, i naturfag så er det noe med det at det som skiller naturfag fra mange andre fag, det er jo at du har muligheten til å gjøre sånne praktiske ting, at de kan se på... Noe kan bare være at du gjør noen ting, at det skjer noen ting. Det behøver jo ikke alltid være veldig teoretisk og vanskelig. Så jeg syns at bare å kunne gjøre bittesmå ting, vise en liten greie, det er... ja.

I: Men... Hva er det de får ut av det da? Jeg er ikke kritisk altså, jeg bare lur.

A: Nei, og for å være helt ærlig... for noen er det bare opplevelsen, at det var gøy. Vi fulgte en oppskrift kanskje, og det var gøy, og kanskje bare det kan være en læring for enkelte elever. Type elever som i en time likevel ikke hører på hva du sier. Så jeg tror kanskje... det er ikke sikkert at... det kan være et mål. Men for de fleste er det klart at man gjør det for å dra noe fag inn i det.

I: Og denne øvelsen med sakkarider, hva var hensikten med det?

A: Det var egentlig å vi at man kan skille... Eller det var å sette disse begrepene under lupen, å få dem på plass, fra å være noe vanskelige kjemigreier i boka til å være druesukker og rørsukker og hvitt sukker og så videre. Og kanskje litt mer sånn forskningsvri, at vi kan gjøre ting for å vise... skille de. Det er begge deler, litt sånn. Faglig sett er vel begge innenfor læreplanen sånn sett.

I: Ja, absolutt. Etterarbeid til øvelsen, hva gjør du etter at du har gjort en øvelse? Ikke nødvendigvis samme time altså, men...

A: Nei, vi rakk ikke noe mer den timen som vi hadde den øvelsen, da var det bare sånn oppsummering og hva vi har lært sånn muntlig. Jeg tenker at den her kommer nok til å bli hengende litt i lufta, jeg tror ikke vi kommer til å skrive elevøvelserapport på det. Fordi nå går vi inn i... det er tiden som vi gjorde dette på. Så det blir vel kanskje... at det kanskje kommer på prøve, at du får målt litt det da.

I: Hva er det du måler da?

A: Nei, du kan si at hva måler man? Jeg, man måler jo forståelse for akkurat det der, regner jo med at dette er en... måler jo kanskje om de begrepene sitter da. Jeg fører ofte elevøvelser opp på tiende trinn. For det er ikke så mange øvelser... vi gjør ikke så mange øvelser på niende og åttende. Det er litt med hva man tar opp.

I: Temaene?

A: Temaene. Så er det jo også, det tar jo tid da, alt mulig. Og så tenker jeg at de har jo lært det en gang så da. Man skal ikke gjøre det etter hver gang, da blir det "nå skal vi gjøre øvelse, det er gøy", men så skal vi skrive rapport etterpå, så mister vi litt av den greia. Så jeg tenker at vi gjør det noen ganger.

I: Rapporter, ja. Jo, du var fornøyd med den sakkaridøvelsen, hender det at det er en øvelse som ikke fungerer så godt?

A: Ja, at det ikke fungerer, at de ikke får akkurat det resultatet de vil ha eller at de forstår veldig lite om hva de driver med liksom. Det er jo ofte du tenker at ja, de gjør noe, men å knytte det til teori kan bli litt vanskelig. Det opplever jeg stadig vekk.

I: Er det det vanskeligste, på en måte? Det største utfordringen med å gjøre øvelser?

A: Jeg prøver å tenke sånn at det du gjør, hvis man har det ålreit og det er en opplevelse og elevene har det fint, så er det ikke bortkastet. Jeg tenker litt sånn. Kanskje blitt litt mer sånn etterhvert. Jeg har jobbet med det her i mange år. Var kanskje mer opptatt av at det var veldig forankret i det faglige.

I: Kan jeg bare spørre litt mer om det der med opplevelser? En positiv opplevelse av naturfag, eller av vitenskap på en måte, eller å være sammen med hverandre... bli kjent, eller...

A: Jeg tror kanskje, ja, vitenskap, det er vanskelig å måle, på en måte. Jeg tror ikke de har så veldig bevisst forhold til akkurat det, hva er det liksom. Det handler vel egentlig om at det er en opplevelse som lukker opp øynene, de blir litt interesserte, det blir en opplevelse føler jeg, de er ikke bare sånn... Når man bare leser i en bok

blir det jo ofte for voksent språk, de melder seg litt ut, men når de er i noe så lukker de opp øynene, de må forholde seg til de stoffene de holder på med. Det er en opplevelse.

I: Det er jo det. Og elevene liker det jo.

A: De aller fleste synes det er veldig ålreit. Noen synes det er litt skummelt noen ganger, men...

I: Men tror du denne opplevelsen fører til at de får et bedre forhold til faget, eller... skolen, eller...

A: Ja, jeg tror faktisk, jeg vet ikke om du kjenner til Eureka, men den er fint lagt opp og sånn, men den er veldig fortettet på det språklige, det er fort gjort å dette ut. Så jeg tror elevene synes det her er veldig viktig, og særlig når de kommer til oss i åttende klasse tror jeg det er kjempeviktig å la de være mye på lab og øve de opp og... være der på en ålreit måte.

I: Bruker du ofte øvelser?

A: Ja, jeg nevnte jo litt i stad, men jeg gjør mye på åttende trinn. Det ligger jo litt sånn organisering her, vi hadde før at vi delte klassen en time i uka, men det har vi nå bare annenhver uke.

I: Men dere har fortsatt hver uke på 8. og 9.?

A: Nei, det har endret seg det også. Jeg har kjempet for det i alle år, men nå er det slutt, så nå er det dårligere. Nå er det stort sett annenhver uke. Det er for lite på 8. og 9., men jeg tror det holder på 10. trinn. I forhold til hva vi skal gjennom, det er mange ting som vi skal gjøre. Du har mye på data, du kan gå ut.

I: Ja. Har du inntrykk av at du bruker øvelser på samme måte som de andre lærerne, eller?

A: Nå har jeg jobbet veldig mye med naturfag i mange år, så jeg vet om mange ting å gjøre, så jeg tror i forhold til hvordan jeg var, når jeg tenker tilbake da, hvordan jeg startet, da skulle jeg liksom planlegge det veldig, hvordan du gjorde de øvelsene, nå ligger det litt mer i ryggmargen. Jeg kan ta det litt mer på sparket. Så er jeg tryggere på det fag egentlig, å være på lab og jobbe på lab. Vi gjør nok mye, særlig åttende og niende.

I: Men vi vil kanskje forskjellige ting med det? Eller?

A: Ja...

I: Du var ikke så opptatt av faktalæring for eksempel, kanskje noen andre er det...

A: Ja, det tror jeg nok kanskje. Jeg tror, læring, at det er viktig å variere alt du gjør. Da er jo elevøvelser en veldig god variasjon. Jeg tenker ikke bare elevøvelser, men bare å vise dem noe da. Det å ha en demonstrasjon. En elevøvelse må du ofte planlegge, det å ta fram noe der og da, som en demonstrasjon, det er veldig mye lettere, det kan du gjøre på et øyeblikks innskytelse.

I: Vanskelig å sammenligne sine egne hensikter med andres liksom, man pleier jo ikke å snakke så ut om det...Jeg vet ikke hva mine kolleger gjør.

A: Nei. Men jeg ser jo det at... nå har jo jeg litt sånn ansvar for naturfag og de kommer jo og spør mye. Men det er fordi jeg har holdt på i mange år også med det. Og jeg gjør jo mine ting jeg og, jeg gjør jo det.

I: Fins det noen føringer for hva dere skal gjøre? Enten her på skolen, eller i kommunen, eller... fra departementet for den saks skyld...

A: Fra departementet, innenfor fagplanene er det klart at det er jo noen føringer der. Det er noen få konkrete ting det står at du skal gjøre. Det er faktisk det. Men det er veldig opp til deg.

I: Men står det noe i læreplanen om hvordan det skal gjøres, eller noe?

A: Nei, men det står jo sånn "påvisninger av det og det" og da... jeg syns det er dårlig løsning da å stikke og se på det på tv eller... det gir jo noen føringer, og det står vel også at du skal skrive noen rapporter og... at du skal levere på data, eller... så noen føringer er det. Men det er ikke mange. Men *vi* har jo fagplaner, her. Så har vi laga noen krav til måloppnåelse og noen planer som er litt mer konkrete. Der ligger det også forslag til hva vi kan gjøre av øvelser. Det har vi gjort på tiende.

I: Og så er det jo det med delingstimene, det er jo en slags føring?

A: Ja, det gir jo en veldig føring, selvfølgelig gjør det det. Jeg er ikke noe glad i å gjøre øvelser med full klasse, jeg prøver å holde meg til delingstimene.

I: Hvor finner du øvelsene?

A: Jeg finner en del i, det er ganske mye bra som er i læreverket. Det er en del på nettet også, vi har mange gode nettsteder som har mange gode...

I: Bruker du flere forskjellige?

A: Ja, jeg er stadig vekk og prøver å finne sider ja. Jeg kan ikke si akkurat hvilke sider jeg bruker. Hvis du søker opp noe... hvis jeg skal ha om karbohydrater så er det veldig fort å google litt på det og finne ut om det er noe jeg kan bruke.

I: Du nevnte for såvidt litt at måten du gjør forsøk på har endret seg, på den måten at du kan situasjonen mer på sparket. Er det noen andre måter det har endret seg på, hvordan du gjør øvelser?

A: Jeg prøver litt forskjellige metoder å gjøre det på, å følge en oppskrift som står i boka eller litt mer åpne, men det er vel stort sett oppskrifter vi følger.

I: Og så litt om, på en måte, hvorfor vi bruker det her til undervisning - og, ja... bare for å ta det litt direkte, hva er egentlig de viktigste grunnene til at vi har elevøvelser i skolen i det hele tatt?

A: Det er jo noe med det spesielle for faget da, dette med Forskerspiren og hypotesetenking og utforskning. Det er jo en egenskap ved faget vårt som på en måte skiller det fra de andre. Det er jo litt det. Opplevelser som jeg sier, variasjon i undervisningen og... samarbeidslæring og, det er mange ting egentlig.

I: Så hvilken del av faget er den metoden her, labøvelsemetoden, best egnet til? Du nevnte blant annet Forskerspiren, og det er jo for såvidt en side ved faget. Er det noen flere ting som den er spesielt egnet til? Hvis du skal sammenligne labøvelser med andre undervisningsmetoder, ikke sant - oppgaver, forelesninger...

A: Det står jo Fenomener og stoffer, det er jo der da.

I: Men ikke nødvendigvis bare temaer...

A: Du tenker hva det er bedre til enn andre ting, tenker du...

I: For eksempel... hvis det er elever som er urolige, for eksempel... er den her best til å nå fram til dem?

A: Det er klart at, du når jo litt andre typer elever kanskje, det gjør man jo. Så de som melder seg litt ut, de lukker jo litt opp øynene når de kommer på laben. Men det er jo også utfordringer, for det er jo også de veldig urolige, det er jo de og... Det er jo ikke noen lett undervisningsmetode, ganske krevende undervisningsmetode som setter store krav til deg som lærer og leder av en gruppe. Det gjør det. Både sikkerhet og... ha struktur og i det hele tatt.

I: Ja, da kommer vi litt til svakheter på en måte, da er den ikke så egnet til, hvis du har en gruppe som krever mye orden og disiplin?

A: De må jo kunne oppføre seg. I forhold til sikkerhet. Som regel så går det. De aller fleste elever klarer seg der inne. Men det er klart, noen kan ikke ha det sånn.



I: Jeg har bare notert meg noen forskjellige mål som noen lærerne har med å bruke elevøvelser... det er noen som er veldig opptatt av at man lærer fagstoff bedre av elevøvelser, tror du det er en viktig grunn til å bruke elevøvelser?

A: Jeg tror egentlig den aller viktigste grunnen til å bruke elevøvelser er at du får flere folk med deg på fagstoffet, når du gjør det i tillegg til det andre. Det er et tillegg. Som vekker opp noen som kanskje svever rundt ellers. Og så tror jeg for de flinke elevene er det bare et pluss altså. For de klarer å flette fagstoffet inn i det her og så blir det virkelighet for de, det blir ikke bare, ikke sant, formler og sånn, det blir noe som er virkelighet. Jeg ser at i en samtale etterpå så skjønner de ganske mye av det som skjer.

I: Du tror du treffer andre? Ikke nødvendigvis på den måten at alle lærer fagstoffet bedre, men...

A: Du vekker opp noen som sover. som har gikk litt opp. Så blir det "Å, det var det vi holdt på med her ja". Jeg tror det. Så for noen så er det en gjøring. Kall det en gjøring, som de i gamle dager kalte sånne ting: Man gjør, man gjør, man lærer ingenting. Sånn har jo noen sagt, ikke sant? Man gjør masse ting, men man lærer ikke noe av det. Sånn var det vel veldig mye med øvelser, særlig tidligere, det ble ganske ustrukturert, men når man får mer struktur på det så vet man mer hva man skal. Det må jo være et mål.

## **Tiktaalik**

I: Vi skal starte med å ta utgangspunkt i en labøvelse som du har gjort. Har du et eksempel på en øvelse som fungerte greit?

T: Det er to øvelser jeg har tenkt på som jeg synes fungerer veldig greit, det er innenfor syrer og baser, med rødkål som indikator, den synes jeg er veldig fin fordi den blir veldig visuell og den er litt innenfor kjemien og elevene ønsker at noe skal skje, og de ser at de får veldig stort fargespekter i det. Når du holder på med syrer og baser synes jeg rødkål er den beste indikatoren og kanskje den morsomste øvelsen.

I: Hvordan foregår en undervisningstime som du gjør den øvelsen?

T: Da har vi gjerne snakket litt om syrer og baser i forkant, og hvor surt vi tror at forskjellige ting er, alt fra cola til sitron, tomat... Og så blir de jo relativt overrasket når de ser at de får de fargene som de gjør, og når vi sammenligner med pH-skalaen etterpå. At cola kommer så langt ned, og tomat for den saks skyld og er det jo veldig, veldig få som tenker. Det kan vi jo knytte opp mot helse, søt drikke, og det trenger ikke være noe sukker i, når vi da ser på tennene, syreangrep og sånt noe. Så den syns jeg er bra.

I: Og da har du med en del sånne prøver, cola og så videre...

T: Ja. Har klargjort det sånn at de... Det er stort sett husholdningsprodukter sånn at det er litt sure og basiske, og så tester de dette her ut.

I: Hva er hensikten med å gjøre denne øvelsen?

T: Hensikten er å få en bevissthet omkring at det meste rundt oss, det er surt og basisk. At syre kan være skummelt, og base kan og være skummelt. Jeg tror kanskje mange har en oppfatning om at det er syre som er det farlige. Base tenker ikke så mange på. Hvis du går over til kaustisk soda og plumbo, som er husholdningsprodukter, som regel står det at det kan irritere huden, men det står ikke så mye mer. Men Plumboen er jo kjempeskummel.

[Forteller at elever i blant snakker om Plumbobomber, som kan være farlig.]

Så en del av hensikten kan være å vise at det er en del skumle produkter hjemme, som man må håndtere med respekt, samtidig tenker jeg at hensikten er veldig fin i naturfagen, fordi at den er litt sånn... skikkelig laboratoriearbeid, litt kjemikerarbeid, og der tror jeg det virker noe som er veldig godt for motivasjon. Jeg tror ikke det er alle øvelser som er like didaktiske, pedagogiske, som øker forståelsen veldig...

I: Man kan jo ha andre hensikter enn bare at de skal forstå noe, som du sa, motivasjon for eksempel...

T: Motivasjon er jo kjempeviktig. jeg tenker at sånn som jeg ser elevene jobbe med det, og ta imot det, så tenker jeg det er først og fremst motivasjon. Det virker som at det først og fremst er motivasjon. Men det å få til undringen og, hva er det som kan skje? Det å reflektere, det tror jeg er kjempeviktig ferdighet som det kanskje er for lite av. En skal lese og så, bli forklart. Og da tenker jeg at refleksjonen er utrolig viktig.

[Forteller at det er snakk om å innføre refleksjon som en sjette grunnleggende ferdighet i alle fag, som han støtter.]

I: Og på en måte, hvordan legger du til rette for det?

T: Jeg bruker mye spørsmål.

I: Underveis?

T: Underveis. Jeg kommer ikke ofte med svar. [Snakker generelt om å stille spørsmål i realfag.]

I: Så du går rundt og snakker med elevene underveis, mens de holder på med øvelsen?

T: Ja, under laboratoriearbeidet... Noen ganger starter man med en øvelse, noen ganger må man ha litt mer teori. Hvis man har metallforbindelser, salter, for eksempel så må man jo ha noe bakgrunnskunnskap for å jobbe med det videre, hva som en forventer skal skje, på det hypotetiske planet. Men når jeg holder på så går jeg rundt og spør "ja, hvorfor skjer dette her, hva trodde du skulle skje, hvorfor ble det ikke slik som du trodde?" Og noen har teorier på det, andre tenker ikke så nøye på det, det skjedde bare ikke, det var dette som skjedde. Så du har et stort spekter i et klasserom. Så du får en del refleksjoner på det, tenker jeg. Og når du er ferdig med øvelsen til slutt, så prøver du da å trekke linjene i fellesskap. Om det er observasjoner, og tabeller og annet som skal inn. Så går vi gjennom det felles og

hører da hva de forskjellige gruppene har kommet fram til, og da er det mange like svar og det er mange observasjoner som er ulike. Og da syns de jo det er interessant. Hva er grunnen til dette her? Det er jo samme øvelse dere har gjort.

I: Og så finner de svar på det?

T: Og så er det å drøfte det i plenum. Og da havner en jo veldig ofte ned på siste punktet i en elevrapport, som er feilkilder. At det kan være urene glass, for eksempel. Hadde de forventet en kraftigere farge, den ble litt svak, og da kan det være at det har vært brukt noe base oppi et rør som det skulle være syre i for eksempel. Så må en anspore dem, veilede dem, lage spørsmål.

I: Etterarbeid. Du nevnte rapport... og du sier de inneholder noe refleksjon, som feilkilder. Hva for noe mer vil du ha ut av rapporten? Hva vil du oppnå med rapporten?

T: Da er jeg både naturfaglærer, men jeg tenker at jeg er... en lærer. Vi skal alle ha fokus på lesing og skriving. Skrivefeil, setningsoppbygning og så videre. Å gå inn og sørge for godt språk.

[Forteller at de må lære å uttrykke seg korrekt og konsist.]

Når du går gjennom rekkefølgen på det du gjorde så øker du og refleksjonen og bevisstheten om hva du har gjort. Det tenker jeg er mye av hensikten.

[Forteller at han har fokus på en del av rapporten av gangen.]

I: Og kommer det mye gode refleksjoner ut av det?

T: [Snakker litt mer om å fokusere på en del av rapporten.]

I: Men refleksjoner i det hele tatt? Gjør de seg gode refleksjoner?

T: Det er et snitt som er i en klasse. Du har de beste elevene og du har de elevene som sliter litt i naturfag. Så du finner alt sammen. Du har de som gjør veldig gode refleksjoner og du har de som ikke er helt kommet dit, du ser at det er ikke akkurat refleksjonene en skal ha fokus på. Da kan man ha fokus på språk, det er kjempeviktig å ha godt språk, både skriftlig og muntlig. Så de elevene som syns dette er et tungt stykke arbeid, da fokuserer vi mer på skivingen enn på refleksjonen. Jeg syns det her differensierer greit, det har forskjellige mål.

I: Er det noen flere måter som labøvelser virker forskjellig på sterke svake elever, og på gjennomsnittelever?

T: Det er vel det. Jeg ser mange ganger at det slår omvendt ut, de sterke... Det er ikke sikkert at de er flinke på det motoriske. Oppmåling, nøyaktighet, helle væsker over i andre og sånt ser en jo at det er noen elever som i teorien er svakere, men de klarer å følge den instruksjonen som står i boka på en bedre måte enn sterke elever.

I: Men hvorfor kan det være, at de ikke er de beste til å følge de instruksjonene?

T: Jeg vet ikke, men de som får gode karakterer lett, de hviler kanskje littegrann på sine laubær og tror det går greit, men så gjør det ikke det.

I: For det går mindre greit enn det teoretiske?

T: De som kommer med lavere karakterer, de som jobber... De som ikke får så gode karakterer og har gitt litt opp, de kan og gi opp i laben. Men de som ikke har så høye karakterer men som jobber, de tar labøvelsene på en litt annen måte. De er mer på. Og synes at det praktiske arbeidet her er spennende. De er spente på hva som skal skje. Jeg vet ikke om det er tanken om faget som er forskjellig, jeg synes å ha sett det.

I: Bruker du noe mer etterarbeid enn rapport?

T: Rapporten er det mest konkrete. Etterarbeid ellers kan være at en drar det inn i en prøve, hvis jeg vet at alle har vært med.

I: Hva slags oppgaver på prøven er som er knyttet til det da?

T: Om det er kjemiske reaksjoner som har skjedd, så er det å se på reaksjonslikninger og... kunne forklare med egne ord den øvelsen som vi gjorde. Da har en jobbet med det i laben, og så har en jobbet med det i en rapport etterpå, så er det å hente fram den en har lært og hente fram språkbruken.

I: Hvor ofte bruker du øvelser?

T: To-tre øvelser per tema.

I: Hver uke, annenhver uke?

T: Ja, det blir noe sånt. Så blir det noe i laben og noe i klasserommet. Enkelt utstyr er jo greit å flytte inn i klasserommet, da er det greit å ta det der. Så har skolen prøvd ut at alle klassene har en gang i uka på naturfaglaben, men noen ganger er ikke klasser der, de er i klasserommet.

I: Har du inntrykk av at du gjør øvelser noe annerledes enn andre lærere?

T: Ja, jeg tror nok det er forskjeller på måten vi gjør øvelser på.

[Forteller at skolen jobber med å organisere en "bank" for øvelser til hvert kapittel, der noen er obligatoriske.]

I: Men dere kan jo likevel bruke dem forskjellig, i forbindelse med rapport for eksempel, eller hvordan dere opptrer som lærere under øvelsene... Tror du de andre gjør det samme som deg? Vanskelig å vite, kanskje...

T: Det blir nå mest synsing tror jeg. [Snakker videre om øvelsesbanken.]

Og øvelsen er ganske førende, tenker jeg, for hvordan man skal gjennomføre den. Men så er det åpning for at man skal kunne gjøre noe i tillegg. For mine interesser og dine interesser kan være forskjellig innenfor et tema.

I: Kanskje du er spesielt opptatt av refleksjon, for eksempel?

T: [Snakker videre om øvelsesbanken.]

I: Har måten du gjør forsøk på endret seg?

T: Gjennom de årene jeg har holdt på? Ikke så veldig. Nei, jeg tror kanskje ikke det. Når du har gjort et forsøk, så høster du noen erfaringer, du evaluerer jo det på en måte, så ting som funker det tar du og det som ikke funker så godt det hopper du kanskje over.

I: Sånn sett så blir det jo en utvikling.

T: Ja, det blir jo det, for da tenker jeg at oi, nå mister jeg en eller to her, så da må en jo hente noe nytt. Så da får jeg kanskje tips og ideer fra de andre.

I: Er det noen andre steder du finner øvelser?

T: Bruker selvfølgelig boka, men bruker også Øgrim og Ormestad, gamle "på roteloftet" som jeg husker fra min barndom. Nrk-programserie, det ligger jo masse på nrk skole fra de to. Så de er fine, syns jeg, med å vise ting på lerret, disse småfilmene deres. De har og en øvelsesbok innenfor forskjellige temaer som er veldig mange enkle øvelser innenfor lys og farge og fysikk. Og så har jeg og en bok som heter Kjøkkenkjemi som er veldig ok. Veldig enkle, gode beskrivelser, øvelser som ikke krever for mye, men som jeg tenker... Kanskje er noe av det litt kjedelig, men jeg tenker at det er veldig overkommelig. Det er én lærer hos oss på full klasse i laben, da er vi opptil 20-30 stykker. Da tenker jeg at vi må ha det litt enkelt og. Du kan ikke ha for kompliserte øvelser. Det faller på sin egen urimelighet, det går ikke.

I: Hva ser du ellers etter når du velger ut øvelser?

T: Jeg ser etter øvelser som jeg tror er spennende.

I: At det får spektakulære resultater? Noe synlig?

T: Ja, noe synlig. For jeg vet at det motiverer. Og motivasjon er kjempeviktig for alle fag, har en motiverte elever så øker læringen Så det er ikke nødvendigvis slik at vi tar en øvelse som tilhører temaet. Kan hende øvelsen tilhører et tema som har vært. Sånn som seksualitet, da stopper en del øvelser opp. Da er det greit å ha noen andre øvelser i tillegg.

I: Men når du sier motivasjon - tenker du at det er viktig at de skal være motivert under øvelsen eller tror du det øker motivasjonen for noe annet også?

T: Det vet jeg ikke om jeg har reflektert over... Når jeg tenker motivasjon, så tenker jeg mest motivasjon for faget, og skolen.

I: Hele faget? Og hele skolen?

T: Ja, for det er jo kjempeviktig, hva kan vi gjøre for at elevene skal glede seg over de timene de er med meg, jeg kan ikke påvirke så mange andre, men hva skal til for at mine elever skal ha det bra, og lære noe, og ønske å være til stede når jeg er der. Så noen ganger får man det til, og noen ganger så bommer det.

I: Hva skjer når man bommer da?

T: Ja, hva skjer da? Noen ganger går en ut med det spørsmålet, hva skjedde nå? Og så finner en ikke noe svar på det. Andre ganger så kan en finne svar på det. Jeg tror ikke jeg kan si noe generelt der. Kanskje overvurdert elevene noen ganger, at øvelsen bommer.

I: På nivået, altså?

T: Ja.



I: De blir forvirret?

T: Ja, eller de... noen henger seg opp i at "hva var hensikten med det her, det skjedde noe, men hva var dette?" Øvelsen var for vanskelig, at det skjer ikke det som burde skje, sånne ting. Det er nok det at en ikke har truffet nivået helt.

I: Men er det som oftest en hensikt som de kan skjønne?

T: Hvis en skal se på øvelser så tror jeg ikke det. Hvis du skal se på alle øvelsene i Tellus, så tror jeg ikke at du kan få alle elevene med på hensikten.

[Snakker om at faget er obligatorisk, derfor er det mange elever som egentlig ikke ønsker å være der.]

Interessen er på fotball og volleyball og håndball og... alt mulig. Det er der tankene er. Da tror jeg det er vanskelig å lære noe som helst for mange.

I: Så da blir det mange som ikke er så veldig med i det hele tatt, eller?

T: Jeg vil ikke si mange, men... jeg vet ikke. Jeg tror jo at mange kommer greit ut av det, men jeg tror ikke jeg kan si at alle får like mye ut av det. Det tror jeg ikke. Men jeg tror det er et viktig element å ha med i naturfagen for å lese teorien og se det i praksis, det tror jeg er viktig. Det tror jeg er viktig i alle fag. Så man har mulighet til å gjøre noe praktisk.

[Snakker litt om praktisk matematikk og norsk.]

For det er jo det det handler om, at vi skal kunne møte hverdagen bedre. Og innenfor en del av forsøkene i naturfag lærer du å møte hverdagen bedre. Som kjøkkenkjemi. Alt fra smultgryter til... det er nok av eksempler.

I: Er det de beste øvelsene, de man kan knytte til hverdagen?

T: På dette nivået tror jeg at det er viktige øvelser i hvert fall.

I: Litt sånn oppsummeringsvis, hva kan være hensikten med øvelser? Du har nevnt at de må være spennende nok til å motivere, de kan lære noe kunnskap som er brukbar for dem... Kan det finnes noen flere grunner til å gjøre øvelser i naturfag?

T: Ja, dette her med å reflektere over hva som kan skje. Motivasjon - at elevene lurer på hva for noe spennende vi skal gjøre i dag. En iver - da tror jeg en er mer mottakelig for læring, i andre fag og. Når en ser at de er glade og kommer på skolen, så øker det læringen, hvis de vet de skal gjøre noe gøy. Så det er ikke bare at det må være inn mot faget, men jeg tenker på generell motivasjon kan det være lurt med praktiske øvelser for elevene.

## **Ymeria**

I: Vi tar utgangspunkt i en øvelse du har gjort for ikke så lenge siden og som du synes fungerte godt. Kan du komme på en øvelse vi kan snakke om?

Y: En av de morsomste øvelsene jeg har hatt, det var en der man skulle prøve seg som forskere i veldig gamle dager, da man ikke kunne gå inn på mikronivå, men måtte undersøke det som var sånn hands-on. Vi hadde sånn lukkede bokser med noe i, og ved hjelp av å kjenne på ting, riste, høre på lyd, kjenne på hvordan tingen beveget seg inni boksene, så skulle elevene si noe om hva som var inni boksene. Utforske, først og fremst. Og de fikk ikke vite hva som var i de boksene, de måtte nøye seg med å vite hva de trodde.

I: Hva var hensikten med det?

Y: Hensikten var vel å få de... få gang undringen, få i gang denne utforskningen. Det var ikke så viktig at de skulle skjønne det, om de trodde det var en hyssing eller headset til mobil, mp3-spiller oppi der, men at de kunne begrunne det, altså øve opp resonneringsevnen. Hva ser jeg? Hva innebærer det?

I: Er det en typisk øvelse når du underviser?

Y: Det varierer jo. Noen øvelser er for at du skal se, som når du jobber med indikatorer så skal du se fargeomslag/ikke fargeomslag, du skal se noe konkret. Mens andre øvelser, sånn som den med boksene, er veldig til å trigge... det er en allmenndannelse i det, til å trigge nysgjerrighet, det å få i gang systematikk, resultatet er litt sånn sekundært, det å undre seg, det å sette opp en... komme med en idé, det å kunne skrive en rapport. Det bokseforsøket var for øvrig veldig gode rapporter, for de måtte tenke seg grundig om. I forhold til de rapportene "så gjorde vi det, så gjorde vi det, så gjorde vi det", hvor du kan følge en bruksanvisning hele tiden.

I: Hvordan brukte du rapport i forbindelse med den øvelsen?

Y: Skal vi se, det var en av de første rapportene det året, så da delte jeg ut en mal. Så begynte vi å skrive på skolen, det var niende klasse, vi hadde ikke brukt så veldig mye energi på rapporter i åttende klasse, men i niende klasse tok vi tak i det. Spesielt den rapporten skrev vi sånn for å få på plass formkrav, for det ligger en del formkrav i en rapport som - det er en sjanger det også, men som faller inn under naturfagen og ikke norsken på en måte.

I: Men bruker du rapportene til at de skal lære noe, eller... oppnå noe, eller forstå noe?

Y: Ja, ofte så blir det jo en vurdering av har du skjønt det eller har du ikke. Det får jo en kontrollfunksjon, men... det er varierende hvor mye bakgrunn jeg gir. Akkurat i det tilfellet så ga jeg ganske konkrete tilbakemeldinger på konkrete ting som "dette må du tenke på", men jeg godkjente de aller fleste, med tilbakemeldinger da. Det tar enormt med tid å skulle skrive et tilbakemelding på ett utkast, så ta det inn, og gjøre det i veldig mange omganger. Men da, neste gang de skulle skrive rapport, da var jeg veldig klar på at de skulle se på hvilke tilbakemeldinger de fikk sist gang. Pluss at de har en ganske klar mal på hvordan det skal gjøres. Jeg bruker ikke rapport i alle forsøk. Det er ikke alle forsøk der rapporten har så stor hensikt, kan du si. Men i det forsøket, da måtte de skrive "jeg trodde sånn og sånn *fordi* sånn og sånn"...

I: Så de blir nødt til å tenke seg om, på en måte?

Y: Ja, sette i gang tankeprosessen.

I: Andre forsøk, har du andre hensikter med forskjellige forsøk?

Y: Vi dissekerer jo griseøyne. Det er tiende klasse, det gjør vel alle. Det er jo... I den digitale hverdagen, hvor de færreste har satt fyr på ting med forstørrelsesglass, og tatt på ekle ting annet enn såvidt, kanskje, på koken - hensikten med det forsøket, bortsett fra å se på øyets oppbygning, er jo det å kunne ta i en organisk prøve og oppleve at det ikke er ekkelt, farlig, at man pusher grensene sine litt. Selv om hovedhensikten i utgangspunktet er å se på øyets oppbygning, er det vel så viktig å gå fra den "uuh, må jeg ta i dette" til å "ey, kan jeg ta også gjøre sånn, hva skjer hvis jeg gjør sånn". Det er en progresjon som man ser hver gang man gjør dette forsøket, jeg har gjort det noen ganger. Hver gang, de fleste går fra "uuh" til "eyy".

Det kan bli vanskelig å transkribere. [Ler]

I: Jeg tenkte akkurat på det. [Ler]

Y: Men å gå fra å syns det er ekkelt, til å bli ivrig og glemme å syns det er ekkelt.

I: Men det er også en hensikt å se på øyets oppbygning? For å.. huske det bedre?

Y: Det er jo en del av Lys og syn-kapittelet. Det er alt for mye tekst og bilder. Og så har vi modeller og sånt noe også, men... Det er en av de få tingene man kan undersøke direkte, det er... Vi kan nesten ikke gå på resten av innvollene og undersøke, som i samlivslære, vi kan nesten ikke undersøke kjønnsorganene. Men det å gjøre noe praktisk, det er ikke så vanlig å gjøre det ellers. Man setter ikke fyr på ting, man tisser ikke på strømgjerder i samme grad som man gjorde før. Det er ikke så mye grunnforskning hos små barn lenger, det er veldig avhengig av foreldrene.

I: Har det spesielt med naturfag å gjøre? Er det mer vårt ansvar å gi dem sånne opplevelser?

Y: Ja, jeg tror... Naturfag er jo et fag hvor du kan gå ut og se på ting. Alt er ikke et forsøk selv om man prøver noe eller ser på noe, men... Ja, jeg vil si at naturfagen er litt spesielt der. Jeg føler at vi har litt sånn frikort for å gå ut og gjøre ting som ikke de andre lærerne har. Det er vanskeligere for en lærer i rle å ta med klassen ut. Men jeg kan gjøre det. Det er ingen som kan si noe på at jeg er ute og flyr med mine elever.

I: Litt mer om forskjellige hensikter med forskjellige øvelser. Er det i blant noe annet du er ute etter enn å bare gi opplevelser?

Y: Det er resultater. Men... Når vi holder på med strøm, ikke sant, du skal se hvordan man genererer strøm ved å bevege en magnet i forhold til en spole og forstå at det er det samme som skjer i en generator i et vannkraftverk. Små modeller i forhold til den store virkeligheten. Når det sammenholdes med filmer, og bilder, og tekst, det blir liksom en hel pakke, da. Det er ganske unikt for naturfagen at du kan legge på veldig mange dimensjoner.

I: Du synes den fungerte godt, den øvelsen du beskrev. Hva er det som kan gjøre at en øvelse ikke fungerer godt? Eller hva betyr det at en øvelse ikke fungerer godt, når ville du sagt det?

Y: Når elevene ikke skjønner hensikten. Når de sitter der og diller. Men det går ofte på formen. Jeg har opplevd at jo mer jeg sier på forhånd, jo mer avstengt er elevene når de gjør øvelsen. Når jeg veldig sånn går gjennom øvelsen på forhånd så blir det "hva er det som skjer nå, hvorfor, hæ, hæ?". Men hvis jeg sier "øvelsen står der, her er utstyret", skyver ansvaret mer over på elevene, da fungerer det bedre. Men vi har selvfølgelig snakket om det på forhånd, de har hatt det i lekse, gjerne, å lese gjennom, men jo mer jeg snakker på starten av et forsøk jo mindre engasjerte er elevene, egentlig. Pussig greie, det tok meg en stund å oppdage det. At hvis jeg teskjeformer de så mister de den der nysgjerrigheten, for de vet, de har mer forhold til hva som skal skje og det er liksom half-assed.

I: Hvor ofte bruker du øvelser?

Y: Det varierer veldig, men sånn 1-2 ganger per kapittel. Romfart er ikke noe som trigger voldsomme mengder øvelser, samlivslære er heller ikke noen höjdare sånn sett. Det er veldig temaavhengig. Elektrisitet så kan du jo gjøre det i hver eneste time omtrent. Så har du innimellom, olje er sånn... ikke alle øvelsene der som er like gode. I tiende klasse, i forbindelse med hydrokarboner så lager vi lebepomade, men det blir ofte mer sånn fordi det er gøy. Men det er et eksempel på et forsøk der vi ikke får så godt fram hensikten da. At matnyttigheten, den...

I: Men kan det ikke være matnyttig uten at de lærer noe direkte kunnskap av det?

Y: Jo, jo! Altså, hvor matnyttig er det å gjette hva som er i en boks? Men akkurat det der med å lage lebepomade, det er "ey, jeg kan lage det selv", det behøver ikke være forming.

I: Hva tror du de får ut av det hvis det ikke er kunnskap?

Y: ...

I: Altså, hvis det er gøy? Hva er pointet med at de skal ha det gøy?

Y: Jeg tror at det trigger det utforskende, undersøkende... Det er så lite som skal til. Som syre-base-nøytralisering, hvor du bruker BTB og skifter fra blått til grønt til gult, sånn "oi oi oi!". De sitter og drypper med dråpeteller og rører rundt, det er jo uhyre døllt egentlig, men samtidig så "wow, yes, jeg fikk det til, nei nei nei, nå skifter det", det med å treffe akkurat.

I: Hvorfor reagerer de sånn?

Y: Jeg vet ikke... Jeg tror kanskje det går på det å... hva skal vi si? Forstå at de er en del av noe større...

I: Vitenskapen, på en måte?

Y: Ja, men å forstå... Det er mange fordommer mot naturfag. At det er vanskelig, at det er de tunge fagene på videregående og sånt noe. Men det er mange små ting som bygger opp store helheter, og hvis du ser at alle disse småtingene har en betydning, så blir ikke helheten så voldsom likevel. Jeg tror at små, enkle forsøk kan trigge nysgjerrigheten og viljer til å lære mer.

I: Du snakker om å ufarliggjøre temaene litt også? Er det ikke det du gjør, når du snakker om å se det at det er bygd opp av småting og...

Y: Ja, tilgjengeligheten, jeg vil at det skal være tilgjengelig. Jeg bruker ikke spesielt mye powerpointer i undervisningen og sånt noe, jeg tegner mye på tavla. Det blir en slags performance, og forsøkene blir en del av det. Men det er en litt farlig balansegang. Sånne vitensshow, det kan bikke over i ren underholdning. Hva er hensikten, og hva er underholdning? Og samtidig, skal du engasjere elevene i fag som "jeg synes matte og naturfag er dritkjedelig"...

I: Så hva er forskjellen på å lage en liten eksplosjon i laben og å sende opp et fyrverkeri? Hvorfor er det ene naturfag mens det andre er show?

Y: Det er jo fordi vi ser på hva som skjer bak. Alle venter på at det skal smelle i naturfagen, og det gjør det jo i blant, når vi putter natrium i vann. Eller lager knallgass. De går og gleder seg til at det skal smelle. Og det er et problem - at smellet får så stor underholdningsverdi, i stedet for å skjønne hvorfor det smeller. Men det blir jo naturfag fordi vi snakker om hvorfor det skjer.

I: Det blir for- og etterarbeidet da, som teller der.

Y: Ja.

I: Hvordan bruker du for- og etterarbeid?

Y: Det varierer jo litt. Jeg har blitt flinkere med årene til å snakke om det og... ikke la de stå alene for seg selv. Vi snakker om hva vi skal gjøre på forhånd. Da mener jeg ikke i timen, men at vi har gått gjennom temaet.. Noen ganger har vi gått gjennom

temaet for at de skal være forberedt på forsøket, andre ganger bruker jeg forsøket som introduksjon til temaet. Sånn som generatoren, at man kan bevege en magnet i forhold til en spole, og så begynne å snakke om det. Men du kan også gjøre det som en konklusjon på et tema du har gått gjennom. Da blir det kanskje ikke så mye etterarbeid. Annet en rapporten.

I: Men rapporten er jo noe.

Y: Det er jo det. Men da er det jo ikke nødvendigvis en rapport som vi gjør så mye med i etterkant. Noen ganger kan man bruke rapporten som en innlevering i stedet for en prøve.

I: Men bare å sitte og skrive rapporten er jo... noe.

Y: Ja, det er jo det. For de som er bevisste på hva de skriver. Men så varierer jo det, og så får man gode og dårlige rapporter.

I: Hva tror du de får ut av å skrive rapport - i varierende grad?

Y: Noen hater det og de kjører på absolutt minste minimum av hva de må skrive.

I: Da får de kanskje ikke så mye ut av det?

Y: Nei. Da får de ikke så mye ut av det. Men de som... Jeg har laget en mal da, for hva en rapport skal inneholde. "Her skal du skrive selv hva du tenkte" og sånn.

I: Hva slags resultater får du ut av å spørre hva de tenkte og sånt noe?

Y: Noen ganger kan det overraske oss. De første gangene jeg brukte det med griseøyne ble jeg overrasket av hvor opptatt de var av de små tingene. Ting som jeg ikke hadde regnet med de skulle se engang. "Hva var de..." bittesmå detaljene.

I: Har du inntrykk av at du bruker øvelser annerledes enn andre lærere?



Y: ...

I: Den med boksene, den er det ikke alle som gjør.

Y: Nei, den er modifisert fra en oppgave som er i boka. Nei, jeg gjør kanskje noen ting annerledes. De områdene som jeg er tryggest på selv, så blir jeg kanskje mer kreativ. Mens de områdene innenfor naturfagen som jeg... nå begynner jeg å bli trygg på alle områdene, men før, de forsøkene ble veldig etter boka da. Nå er jeg tryggere, nå kan jeg dra det i alle retning som jeg vil.

I: Fins det noe føringer fra kommunen, eller skolen, eller noen steder i det hele tatt, om hvordan man skal bruke øvelser?

Y: Nei, det står ingen steder at det forsøket skal vi gjøre.

I: Har måten du gjør forsøk på endret seg?

Y: Veldig. Jo tryggere jeg er på meg selv, jo mer frihet gir jeg elevene. Jeg hadde mye mer styring før. Men jeg har veldig klare rammer, jeg setter ikke fram mere utstyr enn det som trengs. Men jeg overlater mer til elevene å finne ut av forsøket.

I: Utfra instruksjonene.

Y: Ja. Men jeg er kanskje tydeligere på hvilket utstyr som skal brukes, og ansvarsfordeling.

I: Hvor finner du øvelser?

Y: Hovedsaklig i læreverket [Tellus], men også i eldre læreverk. Jeg syns det er greit å bruke de som står i boka. Når det da skal gjøres etterarbeid - det er en forutsigbarhet i det da. De vet hvor de finner utstyret, det er gode spørsmål i etterkant. Noen ganger må jeg lage tabeller til dem, for noen klarer jo ikke det å sette opp en tabell, og følge med på resultatene og få gjort et forsøk.

I: Hva ser du etter når du velger øvelser?

Y: At jeg tror de skal få noe ut av det, at jeg tror de skal klare å gjennomføre det, uten at det blir stor grad av kaos. Etterhvert blir det jo en samling. Noen blir tatt bort fordi det ikke fungerte men. Noen øvelser syns jeg blir for omfattende, for optimistiske for hvor oppmerksomme de er.

I: Vi har snakket om hvorfor man skal gjøre øvelser i det hele tatt, hva de er egnet til og sånt noe...

Y: Da kan vi jo oppsummere: Det er jo opplevelsen, og fordypningen av det du har lært...

I: I rapporten?

Y: Nei, at du opplever... En ting er bare opplevelsen av å gjøre noe. Noen øvelser har mer underholdningsverdi, noen øvelser bekrefter det du har gått gjennom i teorien... [forteller om et forsøk der de skal forbrenne kaloriene i en peanøtt og en gulrot ved å løpe i trapp]. Å få en sånn hands-on opplevelse av hvor mye energi det er i peanøtter og gulrøtter da.