



Norges miljø- og  
biovitenskapelige  
universitet

Masteroppgave 2016 30 stp  
Institutt for Matematiske realfag og teknologi

## **Hvordan støtte kjemielevers muntlige aktivitet ved å arbeide utforskende på laboratoriet**

How to support chemistry students' oral activity  
using inquiry-based exercises

Ingvild Rennemo  
Lektor i Realfag

## Forord

Tenk at nå er jeg ferdig utdannet lektor i realfag. Det har vært mange fine år som student på NMBU, men nå er jeg klar for arbeidslivet. Denne kjemididaktiske masteren har gitt meg viktige kunnskaper, som jeg er glad for å ha som lærer. Det at jeg fikk velge min egen master og problemstilling, førte til at jeg kunne undersøke akkurat det jeg interesserer og brenner for.

Tusen takk til mine flotte veiledere Birgitte og Bente, som har gitt meg god støtte og oppfølging under masterarbeidet mitt. Kunnskapene og erfaringene deres var gull verdt.

Jeg må også takke Ingrid for hennes fantastiske korrekturlesing av denne oppgaven. Jeg tror vi fikk vekk alle setningen som begynte med 'som'.

Ås, mai 2016

Ingvild Rennemo

## Sammendrag

Tema for denne oppgaven har vært å finne ut om kjemielever blir mer muntlige aktive på laboratoriet om de arbeider utforskende. Som bakgrunn for dette temaet ligger det at kjemi er et eget språk, et komplekst språk som må øves og brukes for å kunne forstå faget. Det finnes undersøkelser som tyder på at norske elever er dårlige på å bruke fagbegreper når de snakker i naturfag (Paus et al. 2013; Smestad 2009; Ødegaard & Arnesen 2010). Faget kjemi er kjent for mye praktisk arbeid og elevene skal lære å bruke naturvitenskapelig forskningsmetoder. Det er et kjent problem at kjemielever ikke nødvendigvis lærer eller forstår laboratorieøvelsene de gjør (Ringnes & Hannisdal 2006). Om det har en sammenheng med at kjemilaboratorieøvelser i den norske skolen domineres av ferdige oppskrifter kan jeg ikke si noe om, men internasjonale studier sier at elever har problemer med å forklare en laboratorieøvelse de har gjennomført (Abrahams & Millar 2008). Jeg tror at grunnen er at elevene ikke øver kjemispråket i undervisningen. Fagbegreper blir ikke tilstrekkelig brukt under arbeidet på laboratoriet, og sammenhengen mellom teori og det praktiske blir ikke tydelig for elevene. Det er derfor jeg har valgt å bruke utforskende arbeidsmåter, slik at elevene må sette ord på hva de gjør, hva de observerer og hva resultatene betyr.

Under dette opplegget har jeg benyttet kvalitativ forskningsmetode, med observasjon og intervjuer av kjemielever og læreren deres som empiri for oppgaven. En kjemi 1 klasse ved en videregående skole på Østlandet ble fulgt gjennom en hel fagdag med temaet organisk kjemi. Under denne fagdagen måtte elevene arbeide utforskende for å løse en detektivoppgave. Elevene fikk vite at de skulle finne ut hvilke organiske stoffer det var i de utdelte glassene og de måtte planlegge og gjennomføre forsøk for å finne svar. Som støttestrukturer fikk elevene fikk en tabell om de forskjellige organiske stoffklassene som de skulle fylle ut og på slutten av opplegget skulle de ha et forskergruppemøte.

Funnene mine tyder på at utforskende arbeidsmåter støtter og fremmer den faglige muntlige aktiviteten til kjemielevne. Både jeg, kjemilæreren og elevene selv synes det var god faglig muntlig aktivitet under opplegget. Organisk kjemi var ukjent stoff for elevene og mange av begrepene hadde de ikke hørt eller brukt før, men elevene brukte fagbegrepene og prøvde seg på kjemiske navn. Elevenes sa at de snakket mer under dette utforskende opplegget enn når de fikk ferdige oppskrifter, fordi de blant annet brukte navnet på stoffene eller utstyret de skulle hente, i stedet for *den tingen*. Læreren påpekte at de muntlige svake elevene i klassen var mer frempå og snakket mer enn vanlig.

## Abstract

The purpose of this thesis has been to investigate whether chemistry students become more oral active in the laboratory when they are working with inquiry-based exercises. The background for the choice of this theme is that chemistry is a language in its own right, a complex language that must be practiced and applied in order to understand the subject. There are studies suggesting that Norwegian students are not successful at using subject specific language when they are talking science (Paus et al. 2013; Smestad, 2009; Ødegaard & Arnesen 2010). The subject chemistry is known for a focus on practical work and students are supposed to learn to use scientific research methods. It is a known problem that chemistry students do not necessarily learn from or understand laboratory exercises that they do (Ringnes & Hannisdal 2006). Whether it is related to the fact that chemistry laboratory in Norwegian schools are dominated by recipes-types of exercises I cannot say anything about, but international studies suggest that students have difficulty explaining a laboratory exercise they have completed (Abraham & Millar 2008). I think the reason is that students are not practicing chemistry language in class. Subject specific concepts are not sufficiently used while working in the laboratory, and the relation between theory and practical work is not clear to the students. That is why I have chosen to use inquiry-based learning, so the students must articulate what they do, what they observe and what the results mean.

Under this approach, I have used qualitative research method, observation and interviews of a group of chemistry students and their teacher as empirical data for this thesis. A Chemistry 1 group at a high school in eastern Norway were followed through a full day lesson with the theme organic chemistry. Under this lesson, the students used inquiry to solve a detective task. Students learned that they were going to find out which organic substances that were in the distributed glasses and they had to plan and carry out experiments to find the answers. As support structures the pupils got a table showing the different organic substance classes that they should fill out and at the end of the program they had a research meeting.

The findings suggest that inquiry supports and promotes the subject specific oral activity of chemistry students. The analysis reveals that both the chemistry teacher and the students themselves found that the subject specific oral activity was stimulated by the inquiry-based activity. Observations from the actual activity also support this finding. Organic chemistry was an unknown for the students and many of the concepts they had not heard or used before, but students used chemical terminology and tried out chemical names. The students said that

they talked more during this inquiry approach than when they performed recipes-exercises, because they for example used the name of the substances or equipment they would fetch, instead of *that thing*. The teacher pointed out that the students that were less strong orally in chemistry were proactive and talked more than usual.

# Innhold

<b>1. Innledning</b> .....	7
1.1 Problemstilling og forskningsspørsmål .....	8
<b>2. Teori</b> .....	10
2.1 Ferdigheten muntlig .....	10
2.1.1 Språk og begreper.....	11
2.2 Skolefaget kjemi.....	13
2.2.1 Kjemi som eget språk.....	14
2.2.2 Naturvitenskapelig tenke- og arbeidsmåte .....	15
2.3 Utforskende arbeidsmåter.....	16
2.3.1 Arven etter Dewey.....	17
2.3.3 Frihetsgrad.....	18
2.3.4 Rammer og støttestrukturer .....	19
2.3.5 Lærerens rolle ved utforskende arbeidsmåter .....	20
2.3.6 Utfordringer med utforskende arbeidsmåter .....	20
2.3.7 Fordeler med utforskende arbeidsmåter .....	21
<b>3. Kontekst</b> .....	23
3.1 Kjemiklassen .....	23
3.2 Planlegging av opplegget og samarbeidet mellom kjemilæreren og meg.....	24
3.3 Opplegget .....	26
3.3.1 Rammer og støttestrukturer .....	29
3.4 Frihetsgraden i opplegget .....	30
<b>4. Metode</b> .....	31
4.1 Casestudie.....	32
4.1.1 Etske betraktninger.....	32
4.2 Datainnsamling.....	33
4.2.1 Observasjon .....	33
4.2.2 Gruppeintervju .....	34
4.5 Transkripsjon.....	36
4.6 Analyseprosessen .....	36
4.7 Relabilitet og validitet .....	37
4.8 Metodekritikk .....	38
4.8.1 Min påvirkning av resultatene .....	38

4.8.2 Vurdering av casestudien .....	39
4.8.3 Kildekritikk .....	40
<b>5. Resultat</b> .....	41
5.1 Faglig muntlig aktivitet .....	41
5.1.1 Sosial prat.....	45
5.2 Elevenes muntlige aktivitet - ferdige oppskrifter versus utforskende arbeid.....	45
5.2.1 Sanser - «Hvorfor må det lukte så grusomt?» .....	49
5.2.2 Redd for å gjøre feil.....	50
5.3 Hverdagsbegreper blir til fagbegreper.....	53
5.3.1 Forståelse og viktige begreper.....	55
<b>6. Diskusjon</b> .....	57
6.1 Hva kjennetegner den muntlige aktiviteten til elevene når de arbeider utforskende?....	57
6.1.1 Elevene bruker fagbegreper.....	60
6.1.2 Elevene gjør og snakker om det .....	61
6.1.3 Elevene var usikre var redd for å gjøre feil.....	62
6.2 Hvilke støttestrukturer kan fremme den muntlige aktiviteten når elevene arbeider utforskende? .....	63
<b>7. Oppsummering</b> .....	66
<b>Litteratur</b> .....	67
<b>Vedlegg 1 – Tabell til utfylling</b> .....	70
<b>Vedlegg 2 – Oppgaven</b> .....	71
<b>Vedlegg 3 – Intervjuguide</b> .....	72
<b>Vedlegg 4 – Muntlige verb i kompetansemålene for kjemi 1</b> .....	74

# 1. Innledning

Kjemifaget har blitt utviklet gjennom mange hundre år med eksperimentering og det er ønskelig at denne bakgrunnen skal komme frem i kjemiundervisningen i dag ved at elevene arbeider mye praktisk (Ringnes & Hannisdal 2006). Det er med andre ord viktig å få knyttet teori til det praktiske i kjemi. I lærerplanen for programfaget kjemi står det under formål:

*«Alt i naturen består av stoffer - også alt som lever. Kjemikere utforsker, bestemmer og beskriver hvordan stoffer er oppbygd på mikronivå, og forklarer på dette grunnlaget stoffenes egenskaper og reaksjoner. Utviklingen av kjemisk viten skjer i en vekselvirkning mellom eksperimenter og teori. Vekselvirkningen avspeiles i programfaget kjemi, der planlegging og gjennomføring av forsøk og vurdering av resultater er sentralt.» (Utdanningsdirektoratet 2006, s. 2)*

Noen av problemene med dagens rammefaktorer, slik som tid, utstyr og antall elever i klassen, har bidratt til at laboratorieøvingene i kjemi har blitt veldig dominert av oppskrifter. Ringnes og Hannisdal uttrykker sin bekymring over at

*«... elevene følger oppskriften i læreboken nøye uten å reflektere over hva de gjør og uten å lære noe særlig» (2006, s. 16-17).*

Ved å sammenligne PISA 2000 og PISA 2006 ser man at norske elever presterer dårlig, lavere enn OECD- gjennomsnittet og svakest i Norden, på undersøkelser som måler både elevenes begrepsforståelse og evne til å forstå og tolke naturvitenskapelige prosesser (Ødegaard & Arnesen 2010). Laboratoriet er ofte stedet hvor de naturvitenskapelige prosessene blir undersøkt, så elevenes evne til å forstå og tolke de naturvitenskapelige prosessene henger sammen med å forstå og tolke hva som skjer under laboratorieøvelsene. Definisjoner av begreper kan pugges alene, men forståelsen anvendes med språket. Forståelse og læring befinner seg der hvor kunnskap og eller erfaring blir til. Språket er det sentrale bindeleddet som gjør at mennesker kan utveksle denne kunnskapen og erfaringene med hverandre (Imsen 2014). Språket sin betydning i læringsprosesser tar blant annet utgangspunkt i Vygotskji (1980) sin teori om at mennesker lærer ved å uttrykke sine egne erfaringer og Dewey sine ideer om at mennesker lærer gjennom å gjøre egne erfaringer (Dewey 2013). For å sitere Frøydis Hertzberg (2006) «Du vet ikke hva du har skjønt før du kan sette ord på det!».

Elever snakker mye sammen når de arbeider på laboratoriet, men en stor del av snakkingen omhandler sosial prat og det lille faglige er om det praktiske rundt forsøket de skal gjøre



(Bjønness et al. 2011). I min tid som kjemielev opplevde jeg frustrasjonen over å ikke forstå hvorfor vi gjorde de elevøvelsene vi gjorde og hvordan jeg skulle knytte de til teorien. For meg var laboratoriearbeidet og det å skrive rapport et ork. I min praksis som lærer i merket jeg frustrasjonen over at elevene ikke klarte å forklare forsøket de nettopp hadde gjort. Studier viser at elever strever med å knytte teori til det praktiske de gjør på laboratoriet (Abrahams & Millar 2008). Det å se fortsettelsen fra å *gjøre* til tenke og uttrykke seg med korrekte begreper er det elevene syns er vanskelig (Roth & Lawless 2002).

Jeg ønsker å gjøre laboratoriearbeidet mer spennende for kjemielevne og få de til å snakke mer mens de gjør forsøkene sine. Vektleggingen av grunnleggende ferdigheter, slik som muntlig, sammen med utforskende arbeidsmåter er også helt sentralt i de to norske forskningsprosjektene *Elever som forskere i naturfag (Elevforsk)* (Knain & Kolstø 2011) og *Forskerføtter og leserøtter* (Haug 2013). Elever kan få anledning til å øve viktige begreper i undervisningen, mens de benytter utforskende arbeidsmåter. Elevene kan få et større eierskap til det de skal undersøke, fordi de får bestemme mer selv, og forhåpentligvis fører det til at de blir mer interessert og nysgjerrige.

Min interesse for muntlig aktivitet i kjemi kommer hovedsakelig av at kjemifaget på videregående har muntlig-praktisk eksamen og at jeg som lærer savnet den gode fagsamtalen med elevene mine i undervisningen min. Det er vanskelig å ha en god kjemisamtale uten å bruke fagbegreper, så jeg skulle også ønske at elevene bruker mer fagbegreper når de snakker fag. I følge PISA-undersøkelsen (Ødegaard & Arnesen 2010) klarer ikke elevene å forklare og uttrykke hva som skjer på laboratoriet. Dette forteller noe om hvor lite elevene forstår i faget. Til tross for at kjemi er et muntlig fag, så består kjemiundervisningen av tavleundervisning (Laszlo 2013; Ringnes 2005b), oppgavejobbing og elevøvelser med ferdige oppskrifter (Ringnes 2005b).

## 1.1 Problemstilling og forskningsspørsmål

Etter å ha lest litteratur på fagområdet utforskende arbeidsmåter og ferdigheten muntlig (Knain & Kolstø 2011; Haug 2013, så ser jeg at utforskende arbeidsmåter og muntlig aktivitet kan henge sammen. Det er en del kunnskap om muntlige ferdigheter i naturfag gjennom disse forskningsprosjektene, men det har ikke blitt gjort slike undersøkelser i kjemi. Jeg kom frem til at jeg ønsket å se på denne sammenhengen og laget meg problemstillingen «**Hvordan støtte den læringsfremmende muntlige aktiviteten hos kjemielever på videregående**

**skole ved å arbeide mer utforskende på laboratoriet?»**. For å presisere hva jeg legger i læringsfremmende muntlig aktivitet: så er dette den faglige samtalen elever har mellom seg eller med læreren, der de bruker fagbegreper og diskuterer fagstoff. For å støtte opp under problemstillingen har jeg laget to forskningsspørsmål:

- Hva kjennetegner den muntlige aktiviteten til elevene når de arbeider utforskende?
- Hvilke støttestrukturer kan fremme den læringsfremmende muntlige aktiviteten når elevene arbeider utforskende?

Med denne problemstilling går jeg inn i et felt som det har blitt forsket veldig mye på og et annet felt som har blitt forsket relativt lite på. Utforskende arbeidsmåter har kommet veldig «i vinden» hos skoleforskerne siden tusenårsskiftet. Mye av forskningen innen tematikken er gjort i naturfag, og det finnes i mindre grad forskning fra kjemifaget. Muntlig derimot er den «glemte» grunnleggende ferdigheten som har fått lite oppmerksomhet fra den norske stat (Brøyn 2008), norske skoler, lærere og rektorer (Aasen 2012), og forskere. Dette kommer frem i artikkelen som Tore Brøyn skriver i *Bedre Skole*:

*«I kapitlet «Norsk i grunnopplæringen» i Stortingsmelding nr. 23 Språk bygger broer finner du mer enn fire sider som omhandler «Å lese», «Å skrive» omfatter litt over en halv side, mens «Muntlig kompetanse» blir unnagjort på 15 linjer.» (Brøyn 2008, s. 72)*

Det viser seg også at to tredeler av de muntlige ferdighetene som skulle uttrykkes i kompetansemålene ble fjernet fra læreplanene (Brøyn 2008). Få skoleforskere fokuserer på ferdigheten muntlig. Jeg har ikke klart å finne så mange kilder på muntlig aktivitet hos norske elever, og det som er å finnes er knyttet til ungdomsskole-trinnet. Det lille jeg har funnet av forskningslitteratur knyttet til kjemi i undervisningen, utenom kjemifagdidaktikk boka (Ringnes & Hannisdal 2006), har enten vært på ungdomsskoletrinnet eller utenlandsk litteratur. Siden det er lite litteratur og forskning på faget kjemi i Norge og bruk av ferdigheten muntlig i kjemi, så syns jeg det er interessant og viktig å undersøke nettopp dette.

## 2. Teori

Her vil jeg presentere skoleforskning og teori som blir grunnlaget for å diskutere problemstillingen min. Jeg ønsker å vise sammenhengen mellom muntlig aktivitet og utforskende arbeidsmåter, med bakgrunn i skolefaget kjemi. Jeg begynner med å beskrive hva ferdigheten muntlig er og hvorfor muntlig aktivitet generelt er viktig. Så vil jeg bygge på med skolefaget kjemi og kjemi som et eget språk for å understreke viktigheten av muntlig aktivitet. Tilslutt kommer utforskende arbeidsmåter, som er det jeg har valgt som støtte for læringsfremmede muntlig aktivitet i kjemi.

### 2.1 Ferdigheten muntlig

Det er fem grunnleggende ferdigheter som skal komme frem i undervisning i alle fag på alle trinn (Utdanningsdirektoratet 2012). Disse ferdighetene er å kunne skrive, å kunne regne, å kunne lese, muntlige ferdigheter og digitale ferdigheter. Frem til 2009 hadde ikke skolens og lærerens fokus rundt grunnleggende ferdigheter endret seg sammenliknet med tiden før Kunnskapsløftet, LK06, (Møller et al. 2009) og

*«I korthet kan det virke som om intensjonen med grunnleggende ferdigheter ikke er blitt forstått; derfor oppfattes kravet heller ikke om særlig meningsfylt» (Møller et al. 2009, s. 145).*

Jeg fant ingen nyere undersøkelse på dette området, så mye kan ha skjedd de siste årene. I NIFU-rapporten av LK06 kommer det frem at det er den enkelte læreren som må legge til rette for grunnleggende ferdigheter i undervisningen sin, enn at skolen som et fellesskap skal ta tak i det (Aasen 2012). I den samme rapporten kommer det frem at det er:

*«... mange indikasjoner på at lærere og rektorer tolker dette begrepet (grunnleggende ferdigheter) som noe elementært, noe som først og fremst hører til på grunnskolens laveste trinn. Når det kvantitative materialet viser at en noe større andel lærere og rektorer i videregående skole enn i grunnskolen mener at fokuset på grunnleggende ferdigheter i alle fag ikke er hensiktsmessig, kan dette ha sammenheng med at de oppfatter grunnleggende ferdigheter som noe elementært» (Asen 2012, s. 252).*

I *Rammeverk for grunnleggende ferdigheter* (Utdanningsdirektoratet 2012) står det at ferdigheten muntlig går ut på å skape mening gjennom å lytte, tale og samtale, og er en forutsetning for utforskende samtaler der vi skaper og deler kunnskap med hverandre

(Utdanningsdirektoratet 2012) . Ferdigheten muntlig kommer frem i Ludvigsen rapporten om *Fremtidens skole*, som ønsker at det blir tatt i bruk fire kompetanseområder;

- fagspesifikk kompetanse
- å kunne lære
- å kunne kommunisere, samhandle og delta
- å kunne utforske og skape

Det er spesielt under kompetanseområdet *å kunne kommunisere, samhandle og delta* som går på å styrke ferdigheten muntlig. Evnen til å argumentere, debattere og samarbeide i grupper er viktige kompetanser for fremtiden (Kunnskapsdepartementet 2015). Kommunikasjon og samhandling er under samme kompetanseområde siden de naturlig henger sammen.

Ferdigheten muntlig defineres fortsatt som *å skape mening gjennom å lytte, tale og samtale*, slik som i *Rammeverket for grunnleggende ferdigheter* (Utdanningsdirektoratet 2012). Det å videreutvikle elevenes hverdagspråk og begreper ved å bruke språket til faget er noe som *Fremtidens skole* ser på som viktig (Kunnskapsdepartementet 2015).

Olga Dysthe (1995) mener at den tradisjonelle skolen har en enveiskommunikasjon fra den personen som har mye kunnskap, læreren, til den personen som har mindre kunnskap, eleven, som er den som skal lære. Dette har blitt den naturlige måten å undervise på: forelesninger, spørsmål-svar-evaluering-metoden og elevspørsmål. Det Dysthe ønsker seg er lærere som stiller elevene de gode spørsmålene, i stedet for å gi de gode svarene, og legger til rette for gode dialoger. Med de gode spørsmålene så mener hun spørsmål der eleven selv må reflektere, og ikke gjenta fra læreboka. De gode samtalene, også kalt flerstemmige læringsdialoger, kan være mellom lærer og elev eller mellom elever, hvor elevene får uttrykket og prøve ut sine ufullstendige tanker og forståelser (Dysthe 1995) Hvis elevene er vant med å få all teorien servert, kan det være lettere for de å spørre læreren om svar enn å søke etter det selv. Det å finne svar selv er grunnlaget for å arbeide utforskende. Blir samtalen for enveiskjørt er det læreren som snakker, og ikke elevene. Da lærer ikke elevene å bruke fagbegreper til å uttrykke seg.

### **2.1.1 Språk og begreper**

Språk er noe som brukes hver dag, til å kommunisere og uttrykke tanker, ønsker, ideer og følelser. Dette er også tilfellet for læringsprosesser, siden omtrent all undervisning og læringsaktivitet skjer enten skriftlig eller muntlig. Språk ble sett på som en passiv rolle i

læringsprosessen i kjemi, men dette har endret seg. I dag har språket blitt et sentralt problem som kan fremme eller hindre læring generelt, også i kjemi spesielt (Markic et al. 2013)

Ifølge Vygotskji (2001) sitt syn på undervisning kommer læring og utvikling gjennom sosialt samspill, slik at eleven kan bruke språket som redskap. Språket er med på at elevene utfordres og slik strekker sin proksimale sone. Vygotskji sin proksimale utviklingssone beskriver hvordan eleven kan flytte grensen for hva eleven selv kan klare på egenhånd med sosial samhandling med andre. Eleven vil dermed forstå og lære mer sammen med andre enn hva eleven vil klare på egenhånd, via samarbeid og uttrykke seg muntlig (Vygotskij 2001). Fra en pedagogisk synsvinkel vil dette ha stor betydning for utviklingspotensialet til elevene og tilpasset opplæring. Undervisningen og begreper burde ikke ligge på et nivå som elevene behersker, men litt over. Da må de strekke seg litt mer hele tiden. Så fremt at undervisningen og begrepene ikke ligger utenfor deres proksimale sone, som er det som de klarer å mestre (Imsen 2014).

Innenfor læring skiller Vygotskji mellom egne begreper og presise begreper. Spontane begreper er noe eleven har lært i hverdagen og er knagger for de vitenskapelige begrepene som eleven lærer på skolen. De vitenskapelige og presise begrepene er med på å utvikle elevens evne til å uttrykke seg sosialt. Vygotskji (1980) ser ikke på vitenskapelige begreper som pugging, men noe som man kan knytte til sine egne begreper og slik utvide sitt eget repertoar. I *Forskerføtter og leserøtter* (Haug 2013) viser resultatene at det å fokusere på utvalgte fagbegreper og konsentrere undervisningen rundt disse førte til at fagbegrepene fikk mening og de ble knyttet opp til elevenes hverdagsbegreper.

Kjemiundervisningen er veldig ensformig (som jeg kommer til i neste kapittel) med enveis kommunikasjon fra lærer til elev. Dette gir lite rom for elevene å uttrykke seg muntlig og bruke språket. Elevene må være mer delaktig i timene, bruke språket og ikke bare sitte å lytte.

*«Dersom språk er sentralt i læringsprosessen og det å formulere seg en viktig del av sammenbindingsprosessen mellom ny kunnskap og det en allerede kan, så er konsekvensen at en læringssekvens må gi så mange elever som mulig sjansen til å bruke språket aktivt» (Dysthe 1995, s. 221).*

Den manglende språklige ferdighetene hos elevene og det at elevene er uvant til å stille spørsmål, undersøke og rapportere resultater ved hjelp av det vitenskapelige språket kan være demotiverende på elever i naturfagene (Lee & Fradd 1998).

## 2.2 Skolefaget kjemi

Faget kjemi er et programfag for den studiespesialiserende linjen på videregående. Elever starter med faget kjemi 1 på VG2 og kan fortsette med faget kjemi 2 på VG3. Det som preger faget kjemi er sammenhengen mellom teori og praksis, da særlig i elevøvelser (Ringnes 2005b). Den tradisjonelle kjemiundervisningen er i form av tavleundervisning (Laszlo 2013; Ringnes 2005b), oppgavejobbing og elevøvelser med ferdige oppskrifter (Ringnes 2005b).

I 2004 ble det foretatt en spørreundersøkelse blant kjemielever og kjemilærere: KUN-undersøkelsen, kjemiutdanning i Norge. Undersøkelsen ble gjort av kjemididaktikeren Vivi Ringnes og formålet med undersøkelsen var å kartlegge hvordan elever og lærere ser på kjemifaget og kjemiundervisningen, og finne ut hvilke faktorer som påvirker elever til å velge/ikke velge kjemi i videregående skole (Ringnes 2005a). Noen av funnene som ble gjort i denne undersøkelsen var at elevøvelser er av type ferdige oppskrifter, undervisningen er dominert av tavlebruk og at læreboken er den viktigste kilden til teori. Elevene i undersøkelsen var fornøyd med å ha tavleundervisning og ferdige oppskrifter på laboratoriet. Det å lære mange begreper og bruke begreper var ikke av et betydelig problem for elevene. Det å skrive rapporter fra elevøvelser er det elevene liker dårligst med faget, men selve elevøvelsen er det de liker best. (Ringnes 2005b).

Ferdigheten skriftlig kommer frem i rapportskrivningen, mens ingen muntlige aktiviteter nevnes. I læreplanen for kjemi står det under grunnleggende ferdigheter:

*«Å kunne uttrykke seg muntlig og skriftlig i kjemi innebærer å vurdere og argumentere presist i faglige diskusjoner, og ved planlegging og gjennomføring av forsøk og ekskursjoner. I dette inngår å beskrive egne observasjoner og erfaringer fra naturen og laboratoriet ved å bruke kjemifaglige begreper. Det betyr å formulere spørsmål og hypoteser og presentere resultater.»* (Utdanningsdirektoratet 2006, s. 6)

Videre i læreplanen for kjemi 1 har jeg undersøkt verbene som går ut på å uttrykke seg muntlig i kompetansemålene (se vedlegg 3). Eksempler på verb som ofte går igjen: *gjøre rede for, forklare og begrunne*. Jeg brukte Sonja Mork og Wenche Erlien (2010) sin bok *Språk og digitale verktøy i naturfag* som grunnlag for verbene i LK06. Mange av verbene går under flere grunnleggende ferdigheter, som for eksempel å uttrykke seg skriftlig. Selv om boken er skrevet for naturfag, er det overføringsverdi til kjemi fordi de samme verbene brukes i begge læreplanene. Vedlegg 3 viser at mange av verbene i kompetansemålene i kjemi under muntlig kompetanse. Siden disse verbene også kommer under skriftlig kompetanse, så er det ofte

denne veien læreren velger å tolke kompetansemålene, med tanke på den tradisjonelle undervisningen i kjemi. Dette er synd, fordi kjemi er et muntlig fag. Ikke bare fordi faget har muntlig eksamen, men fordi kjemi er et eget språk.

### 2.2.1 Kjemi som eget språk

Vitenskap består i store deler av begreper, ordendelsesregler, reaksjoner og likninger og kan dermed karakteriseres som et eget språk (Roth & Lawless 2002). Kjemi er ikke et unntak.

*«I undervisningen snakker vi om stoffene og reaksjonene med spesielle ord og uttrykk på kjemiens «talespråk». I tillegg symboliserer vi dette i et internasjonalt «skriftspråk» med formuler og likninger. Kjemi blir dermed ikke bare et realfag, men også et fremmedspråk» (Ringnes & Hannisdal 2006, s. 58).*

Elevene må lære seg begrepene og de forskjellige betydningene av disse. Mange av de dagligdagse ordene som vi bruker til vanlig brukes også i kjemi, problemet er at de har en helt annen betydning (Markic et al. 2013; Ringnes & Hannisdal 2006). Elever kan finne det vanskelig å endre på sine hverdagsforestillinger av begrepene eller forstå det brede spekteret av definisjoner som kan knyttes til et begrep (Ringnes & Hannisdal 2006).

*«Begreper i realfag er i utgangspunktet abstrakte. Det blir derfor viktig å konkretisere begrepene for å gi elevene mulighet for forståelse på sitt nivå. Det betyr at opplæringen i realfag i tilstrekkelig grad må være praksisorientert for at eleven skal lære.» (Kunnskapsdepartementet 2010, s. 16)*

I undervisningen snakker læreren om kjemi på mikronivå, altså teorien om hvordan grunnstoffene er bygd opp og hvordan de reagerer, bindinger som brytes og dannes, via representasjoner. Representasjonene er formuler og likninger som beskriver stoffene og hvordan de reagerer. Når elevene har praktiske elevøvelser på laboratoriet så observerer de kjemien på et makronivå (Ringnes & Hannisdal 2006), altså hvilken form og farge stoffene har, sanselige endringer. For eksempel det å se fargeendring, høre at det bruser, lukte et nytt stoff, føle varmeending. Studier har vist at elever synes det er krevende å forstå teori og knytte det til praktisk arbeid (Abrahams & Millar 2008). Det å bare *gjøre* fører til at elevene ikke trenger å uttrykke seg med sammenhengende setninger og riktige begreper (Roth & Lawless 2002). I praktisk arbeid bruker elevene mer hverdagsbegreper enn fagbegreper når de snakker, men når elevene skal forklare det praktiske arbeidet forventes det at elevene skal bruke

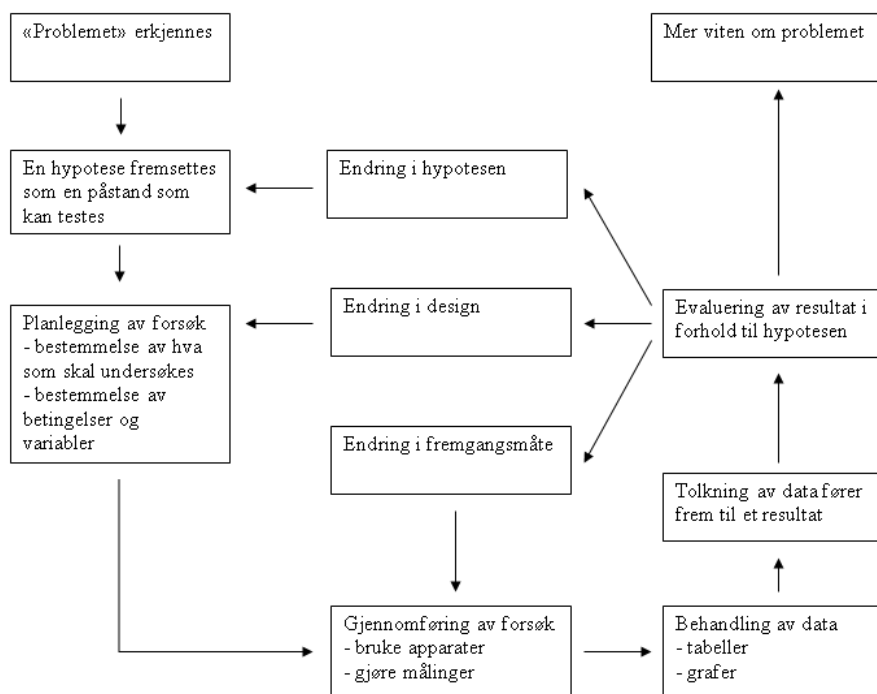
fagbegreper (Bjønness et al. 2011). Dette kan også sees i Karoline Gillebo Paus (2013) sin undersøkelse i sin master på bruk av kjemibegreper hos elever på 9 trinn i naturfag. Hennes konklusjon var at elevene unngår å bruke faglige begreper og bruker heller hverdagsbegreper, som mest sannsynligvis skyldes lite øvelse i å bruke kjemiske begreper i faglige samtaler. Noen elever prøvde å bruke faglige begreper innimellom, men de ble ikke alltid brukt korrekt. Paus tror at dette kan være at elevene prøver ut sin egen forståelse gjennom samtalen for å utvikle den videre til neste skritt mot forståelse. Mercer et al. (2004) sier i sin artikkel *Reasoning as a Scientist: Ways of Helping Children to Use Language to Learn Science* at diskusjonsbaserte aktiviteter kan være nyttig støtte for å utvikle resonnement og vitenskapelig forståelse. Et av funnene til Mercer et al. (2004) var at utforskende undervisning aktiviserte barn i grunnskolen til å samarbeide mer effektivt, forbedre språket sitt og oppnådde høyere orden av oppnåelse i naturfag.

### **2.2.2 Naturvitenskapelig tenke- og arbeidsmåte**

Praktisk arbeid i kjemi følger den naturvitenskapelige tenke- og arbeidsmåte, som illustrert i figur 1: Hypotesedanning, eksperimentering, systematisk observering, registrering og tolkning av data, diskusjon og kritisk vurdering av resultater og publisering. I kjemi 1 kommer disse prosessene inn under kompetanseområdet Metoder og forsøk og i kjemi 2 inn under Forskning (Ringnes & Hannisdal 2006).

*«Selv om arbeidsmåten som er illustrert i figur 1, er anbefalt i mange læreplaner, har den tidligere være lite benyttet i det typiske elevforsøk i norsk skole» (Ringnes & Hannisdal 2006, s. 191).*





**Figur 1. Den naturvitenskapelige arbeidsmåte, som vist i *Kjemifagdidaktikk: Kjemi i skolen* på s. 191 av Ringnes & Hannisdal (2006)**

Argumentet for praktisk arbeid er at skolen skal utdanne mennesker for naturvitenskapelige yrker, og at elevene derfor må få opplæring i hvordan kjemikere arbeider. Dette argumentet holder ikke i dag, siden de profesjonelle laboratoriene bruker avanserte instrumenter. De teknikkene og ferdighetene som elevene tilegner seg på skolen har mindre relevans i yrkeslivet (Ringnes & Hannisdal 2006).

### 2.3 Utforskende arbeidsmåter

I læreplanen LK06, *Kunnskapsløftet*, kom *forskerspiren* i faget naturfag. Her var fokuset på forskning og naturvitenskapelige arbeidsmetoder. Dette fokuset fortsetter også videre i faget kjemi under *metoder og forsøk*. Interessen for utforskende arbeidsmåter økte etter at EU-rapporten kom ut i 2007, som hadde som mål å øke elevens interesse og læringsutbytte i naturfagene («science» på engelsk) ved å bruke mer utforskende arbeidsmåter i undervisningen (Rocard et al. 2007). Ludvigsen-utvalget, strategiplan for *fremtidens skole*, har også som mål at elevene skal lære å utforske og skape:

*«Et forskningsbasert samfunns- og arbeidsliv gjør at vitenskapelige metoder og tenkemåter, kritisk tenkning og en utforskende tilnærming til kunnskap er viktig»* (Kunnskapsdepartementet 2015, s. 31).

Læreren ønsker alltid å lede læringsfremdriften til elevene i riktig retning. Dette skjer som regel gjennom lærerstyrte aktiviteter, gjennom introduksjonsforelesning om nytt tema med nye begreper og teorier, elevene løser oppgaver, lærer leder samtaler for å sjekka at elevene er med på teorien og elevforsøk for å understreke teorien med noe praktisk (Knain et al. 2011).

Utforskende arbeidsmåter er et mangfoldig begrep med mange betydninger. Jeg har valgt å bruke den definisjonen som Knain og Kolstø (2011) bruker i boken deres *Elever som forskere i naturfag*:

*«Arbeidsmåter som påkaller og øver kompetanser i å stille et spørsmål og utvikle svar som underbygges ved hjelp av ulike bevismidler, og hvor bevismidlene kan være både egne og andres data så vel som autoritative tekster» (Kolstø et al 2011, s. 15).*

Elever skal kunne argumentere fra egne data, men også bruke teorier og andres data. I utforskende arbeidsmåter kan elevene bruke både empiri og tekster. For å skille mellom utforskende arbeidsmåter fra «tradisjonell» undervisning, som Knain og Kolstø definerer som undervisning som starter med presentasjon av tema og teorier, bearbeiding av stoff via oppgavejobbing og elevøvelser som illustrerer lærestoffet, så trekkes tre kjennetegn på utforskende arbeid frem:

- 1. Spørsmålsformulering: Arbeidet bygger på et spørsmål formulert innledningsvis.*
- 2. Datainnsamling: Elevene samler inn og bruker data og informasjon til å utvikle, etterprøve og velge mellom mulige svar.*
- 3. Kunnskapsbygging: Elevene arbeider med å innhente, vurdere og videreutvikle kunnskap i en utforskende prosess. (Kolstø et al 2011, s. 17)*

### **2.3.1 Arven etter Dewey**

Dewey (2013) mente at man lærer når man gjør noe og samtidig som man prøver å forstå det.

*«Verken «gjøring» eller tenkning alene gir læring; læring oppstår først når det blir et kreativt samspill mellom gjøring og tenkning, der den som lærer, prøver ut ulike forståelsesmodeller» (Kolstø et al. 2011, s. 19).*

Det holder ikke bare å la elevene gjøre, de må også tilegne seg fagkunnskap. Fagkunnskapen burde da ha noe med det praktiske å gjøre, slik at det møter erfaringene elevene har gjort seg. Det å la elever arbeide praktisk, da gjerne rettet mot elevenes fremtid og interesser, vil føre til at elevene opplever undervisningen som motiverende og meningsfylt (Dewey 2013) .

### 2.3.3 Frihetsgrad

Elever skal trene på hvordan man arbeider på et laboratoriet (Utdanningsdirektoratet 2006). Hvordan arbeidet gjennomføres kan være fra styrt til åpent. I artikkelen *a rubic to characterize inquiry in the undergraduate chemistry laboratory* forteller Michael Fay med kollegaer (2007) om de ulike frihetsgradene elevøvelsene i kjemi kan ha. Frihetsgradene går fra 0 til 3, alt etter hvor mye av problemstillingen, fremgangsmåte og resultat elevene får vite før de starter med elevøvelsen. Frihetsgrader er en betegnelse på hvor utforskende praktisk arbeid er (Fay et al. 2007). Når elevene får vite problemstilling, fremgangsmåte og resultat, så arbeider de med frihetsgrad 0, dette er elevøvelse med ferdige oppskrifter. Får ikke elevene vite noen av delene, så arbeider de på frihetsgrad 3. Dette vil tilsvare et åpent forsøk og kan være mer krevende for elevene og læreren (se tabell 2 for nærmere beskrivelse). Jeg valgte å bruke Fay et al sin artikkel fordi den fokuserer spesifikt på kjemi.

**Tabell 1: Antall frihetsgrader i praktisk arbeid, som angitt i (Fay et al. 2007). Oversatt fra engelsk av meg.**

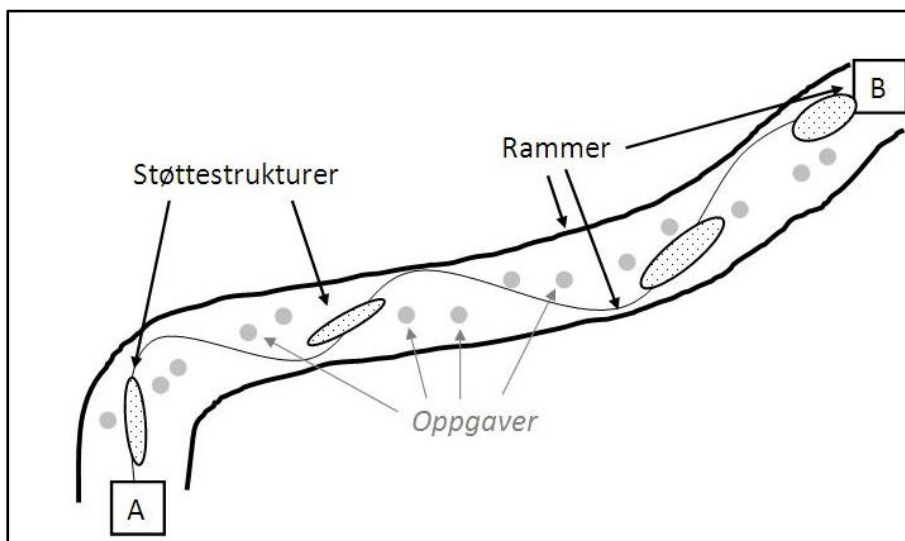
Frihetsgrader	Problem	Prosedyre/Metode	Resultat
0	Gitt	Gitt	Gitt
1	Gitt	Gitt	Elev
2	Gitt	Elev	Elev
3	Elev	Elev	Elev

**Tabell 2: Beskrivelse av de ulike frihetsgradene i kjemi som fremlagt i (Fay et al. 2007). Oversatt fra engelsk av meg.**

Frihetsgrad	Beskrivelse
0	Problemet, prosedyren og metoden for resultatene er gitt. Elevene skal gjennomføre forsøket for å validere resultatet til oppskriften.
1	Problemet og prosedyren er gitt. Eleven tolker resultatene for å foreslå gjennomførbare løsninger.
2	Problemet er gitt. Eleven utvikler en prosedyre for å utforske problemet, bestemmer hvilke data som skal samles og tolker resultatene for å foreslå gjennomførbare løsninger.
3	Et fenomen blir presentert. Eleven velger et problem, utvikler en prosedyre for å utforske problemet, bestemmer hvilke data som skal samles og tolker resultatene for å foreslå gjennomførbare løsninger.

### 2.3.4 Rammer og støttestrukturer

Når elevene arbeider utforskende så blir de mer selvstendig og læreren blir i en større grad en veileder. Læreren slipper ikke elevene helt løs, men løser de gjennom oppgaven. For å gi elevene noen retningslinjer når de arbeider, slik at de kommer seg i mål med oppgaven, så er rammer og støttestrukturer viktige elementer. Rammer er det som leder elevene fra start til mål. Det kan være tema, tid, metode og ulike faser for oppgaven, og definerer gjerne produktet for elevenes arbeid, vurderingsformen og vurderingskriterier (Knain et al. 2011). Støttestrukturer er verktøyene som elevene får til rådighet for å komme seg gjennom rammen med god kvalitet (som er bestemt av vurderingskriteriene). Ulike typer støttestrukturer kan benyttes gjennom flere av fasene i rammen. For eksempel ved å formulere problemstilling, planlegging, datainnsamling og refleksjon (Knain et al. 2011).

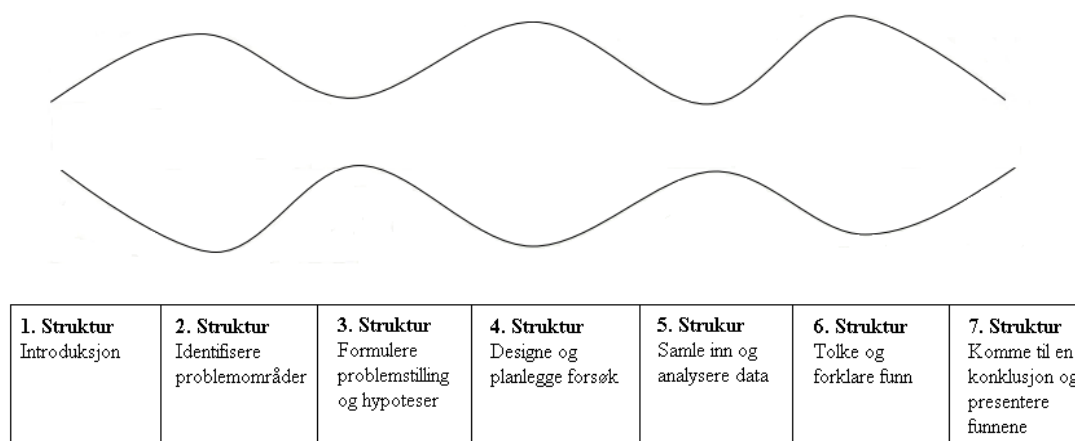


**Figur 2.: Illustrasjon av sammenhengen mellom rammer og støttestrukturer i utforskende arbeidsmåter. Her er A er start for arbeidet med veien mot B som er mål for arbeidet. Elevens arbeid vises med den bølgete linjen, mellom støttestrukturene og oppgavene, som vist i boken *Elever som forskere i naturfag* på side 87 av Knain et al. (2011)**

Figur 2. viser hvordan rammene bestemmer retningen som elevene skal arbeide og hvordan støttestrukturene hjelper til med dette arbeidet. Hele tiden arbeider elevene med forskjellige oppgaver og løser utfordringer. Læreren får som rolle å strukturere opplegget slik at elevene holder seg innenfor rammen og får hjelp av støttestrukturene.

### 2.3.5 Lærerenes rolle ved utforskende arbeidsmåter

Ved utforskende arbeidsmåter så skifter rollene til elevene og læreren. Læreren går mer til å bli en veileder enn en styrende lærer. Læreren må gi fra seg kontrollen til elevene, noe lærerne synes er skummelt (Deters 2004). Det å skulle slippe elevene helt fritt i åpne forsøk har liten hensikt. Læreren må planlegge og legge opp til utforskning. I stedet for å si nøyaktig hva elevene skal gjøre, så gir læreren elevene støttestrukturer og spillerom som skal være til hjelp for selvstendig fremdrift. I ulike faser i arbeidet trenger elevene mer veiledning og støtte enn andre faser. Faser hvor elevene skal lære nye prosesser, begreper eller oppgaver. Det at elevene får et mer åpent spillerom, fører til at elevene lærer seg å bli mer autonome i arbeidet sitt og blir mindre avhengig av læreren sin (Bjønness et al. 2011).



**Figur 3. Læreren støtter og veileder elevenes læring ved å veksle mellom å gi dem struktur og spillerom i ulike faser av elevenes utforskende arbeid, som vist i boken *Elever som forskere i naturfag* på s. 146 av Bjønness et al. (2011)**

Støttestrukturer er for eksempel metoder og hjelpemidler som elevene skal bruke under deler av arbeidet sitt, slik at de holder seg på riktig spor og får en fremdrift. Læreren må være en rollemodellen for elevene når det kommer til spørsmålsbruk og språk (Østenfor 2012).

Som vist i neste delkapittel så byr ofte denne rolleendringen hos læreren på utfordringer.

### 2.3.6 Utfordringer med utforskende arbeidsmåter

Kelly Deters skrev i 2004 en artikkel om bruk av utforskende arbeidsmåter i kjemiklasserommet (originaltittel: «Inquiry in the chemistry classroom»). Hun hadde gjort en undersøkelse på ca. 600 kjemilærere på videregående trinn i USA og fant ut at nesten halvparten av dem ikke brukte utforskende arbeidsmåter, på frihetsgrad 3, i undervisningen

sin. Definisjonen av utforskende arbeidsmåter var laboratorieøvelser hvor elevene selv lagde spørsmål/formål/problem. Deters tror at grunnen til at kjemilærere ikke tør å bruke utforskende arbeidsmåter i undervisningen sin er fordi de er redd for å miste kontrollen på klassen sin og de er bekymret for sikkerheten ved laboratorieøvelser. Læreren er redd for at elevene vil misforstå oppgaven når det blir så åpne oppgaver. Deters tips til kjemilærere er at man enkelt kan bruke øvelser man allerede har og bare fjerne problemstillingen, fremgangsmåten og eventuelle data og analyser. Da kan elevene selv designe sitt eget forsøk og finne ut hvordan de skal finne og bruke resultatene sine. For å ta vare på sikkerheten, som er veldig viktig i kjemi, så kan læreren bestemme at elevene må få klarsignal fra læreren for å kunne sette i gang med forsøket sitt. De må vise hvilke sikkerhetstiltak de foretar seg og hvorfor. Generell sikkerhet kan også skrives på tavla eller være en del av støttestrukturen som elevene får utdelt (Deters 2004).

I 2014 ble en studie på naturfagslæreres holdninger til utforskende arbeidsmåter foretatt av Warren DiBiase og Judith R. McDonald i USA. Noen av funnene i studien sier at lærere er redd for å bruke utforskende arbeidsmåter i sin undervisning fordi de føler det tar for lang tid. Tid de må ha for å gjennomgå pensum. Lærerne ytret også sin bekymring over at elevene ikke kom til å utnytte tiden sin om utforskende arbeidsmåter ble brukt. Nesten alle lærerne er enig i at utforskende arbeidsmåter er en viktig og effektiv metode, men mer enn 60 % av lærerne følte de ikke hadde nok erfaring med å ha slike opplegg. Dette syns forfatterne var motsigende resultater. En annet motsigende utsagn var at mange lærere mente det var positivt å arbeide i grupper, men at de var bekymret over at elevene ikke ville arbeide godt nok. Ved å sammenligne kontrastene virker det som om det er en mangelfull forståelse for hva utforskende arbeidsmåter er og hvordan bruke det. Lærerne ber om mer kunnskap og strategier for hvordan bruke utforskende arbeidsmåter i klasserommene deres. McDonald og DiBiase forklarer dette med at forskere mener at dagens klasser er ikke laget for utforskende arbeid, på grunn av størrelsen, pensum, ansvarlighet, tid og lærerens kunnskap (Dibiase & McDonald 2015).

### **2.3.7 Fordeler med utforskende arbeidsmåter**

Christopher D. Wilson med kolleger gjorde i 2009 et studie for å se om utforskende arbeidsmåter ga mer læring på naturfagslaboratoriet enn den tradisjonelle måten. Studien ble gjort på 58 elever i USA i alderen 14-16 år. Halvparten av elevene ble undervist på den tradisjonelle måten og den andre halvparten ble undervist med utforskende arbeidsmåter,

begge klassene ble undervist av den samme læreren. Konklusjonen var at utforskende arbeidsmåter er mer effektivt enn tradisjonell undervisning (som omtalt tidligere), for de læringsmålene som ble målt i studien. Elevene som ble undervist med utforskende arbeidsmåter viste mer kunnskap, vitenskapelig resonering og argumenterte bedre. Wilson et al henviser til studier gjort av Shaver et al. og Southerland et al., begge gjort i 2007, og sier at lærere ikke trenger å komprimere kvaliteten av undervisningen for å øke elevoppnåelse (Wilson et al. 2010). Utforskende arbeidsmåter viser seg å støtte elevenes språkutvikling (Lee 2005). Elever bruker hverdagskunnskapene sine i det utforskende arbeidet, resonering og argumentering.

Simen Smestad skrev i 2009 sin masterstudie om åpne forsøk i naturfag på videregående skole, som en del av ElevForsk prosjektet (Knain & Kolstø, 2011). Funnene gjort i denne undersøkelsen viser hvordan elever kobler sammen eksperiment og teori. Resultatene viser at åpne forsøk kan få elevene til å reflektere, så fremt at det har blitt lagt opp til dette av læreren. Når elevene får spillerom så reflektere de. Lærerens rolle er her en nøkkelfaktor. Læreren må være tilgjengelig for spørsmål og tilbakemeldingene elevene får fra læreren er viktig for fremdriften deres. Altså må læreren være tilgjengelig, men likevel gi elevene nok spillerom for refleksjon.

### 3. Kontekst

Jeg ønsket å undersøke om det var noe som kunne få kjemielever til å snakke mer fag på laboratoriet. Valget falt på utforskende arbeidsmåter, for å få en annerledes laboratorieøving som krever mer av elevene selv. Jeg ville se det ute i praksis og jeg ville være med å lage et opplegg som fremmer muntlig aktivitet. Via min veileder Birgitte kom jeg i kontakt med en kjemilærer, «Mari».

#### 3.1 Kjemiklassen

Kjemiklassen til Mari var en av to kjemiklasse paralleller og består av åtte elever. Den andre kjemiklassen er litt under 30 elever. Årsaken til den skjeve fordelingen er fagkombinasjonene til elevene som gir forskjellige timeplaner. Mari sin kjemiklasse er de elevene som har valgt å ikke ha matte og fysikk. Den dagen som jeg skulle komme, så var to av elevene syke, som førte til at det var seks elever i klassen i stedet for åtte.

I intervjuene så spurte jeg elevene om hvorfor de valgte kjemi og hva de likte med faget. Dette tar jeg med slik leserne får et inntrykk av deltakerne i casen vår.

Nina: Jeg valgte det fordi det er et veldig praktisk fag, og jeg interesserer meg for mer naturfaglige ting, kjemiske ting som det her og forsøk. Enn å sitte med politikk, rettslære og sånt. Vi gjør mye forsøk, det er gøy. Og så er det lett forståelig. Det er lett å lære seg, syns jeg. Det er vanskelig, men ...

Elise: ... Det er ikke noe du trenger å pugge

Nina: Jo, du må jo pugge det, men ...

Jeg: Logisk?

Nina: Ja, det er ganske logisk. Det er ikke sånn at du må sitte og tenke deg svært frem til svaret selv. Det er et riktig svar.

Disse elevene liker forsøk og praktisk arbeid. Kjemi, som de fleste realfagene, er et logisk fag. Hvor det er lite synsinger og meninger, *det er et riktig svar*. I følge Dina, Martine og Julie er kjemien er viktig for veien videre, og de ser sammenhengen mellom kjemi og biologi.

Elevene liker læreren sin og klassen. Dina sa *«læreren vår er lett å lære av og hun er morsom. Så det gjør faget mye bedre!»*. Denne kjemiklassen er en liten klasse, noe som virker positivt på klassemiljøet. Når jeg spurte om hva som var gøyest med faget kjemi, så svarte alle



elevene i det ene gruppeintervjuet, at det var klassen. Dina sa «for vi er så få og har bra samhold» og Martine sa «vi får mer motivasjon til å komme hit»

Mari underviser kjemi 1 på VG2 på en videregående skole på østlandsområdet. Hun har undervist i to år og har mastergraden sin i kjemi. Når jeg spurte om hun ville være med på prosjektet mitt, så sa hun raskt ja. Kontakten mellom meg og Mari foregikk hovedsakelig over mail og vi hadde et par møter.

### 3.2 Planlegging av opplegget og samarbeidet mellom kjemilæreren og meg

Kjemilæreren og jeg hadde hovedsakelig kontakt over mail og et par møter. Jeg fikk bestemme hvilket tema undervisningen skulle være i og hvordan laboratoriearbeidet skulle gjennomføres. Temaene jeg fikk velge mellom var de temaene klassen skulle ha mellom jul og påske. Valget stod blant annet mellom syrer og baser, organisk kjemi og entalpi og entropi. Jeg valgte organisk kjemi, for det er et tema hvor man bruker mye sanser i observeringen sin på laboratoriet og jeg viste at her kunne man få wow-følelse.

Laboratorieøvelsen skulle bli en intro til temaet organisk kjemi. Jeg har lite erfaring med å lage et utforskende opplegg, men jeg brukte tankene til Deters (2004) ved å bruke en oppskrift som base. Jeg hadde blitt tilsendt laboratorieøvelsene i organisk kjemi av Mari på mail. Dette var ferdige oppskrifter som var lite utforskende. En av laboratorieøvelsene var en detektivoppgave hvor elevene skulle finne ut hvilke stoffer som tilhørte hvilket ukjent glass. Denne laboratorieøvelsen hadde oppskrifter på hvordan de skulle undersøke innholdet i glassene. Jeg tenkte at om vi fjernet oppskriftene og lot elevene finne metodene selv, så kunne detektivoppgaven fungere fint, så jeg valgte denne øvelsen som base for opplegget. Jeg spurte Mari hva hun syntes om et slikt detektivarbeid på laboratoriet, og hun sa at dette var en god idé.

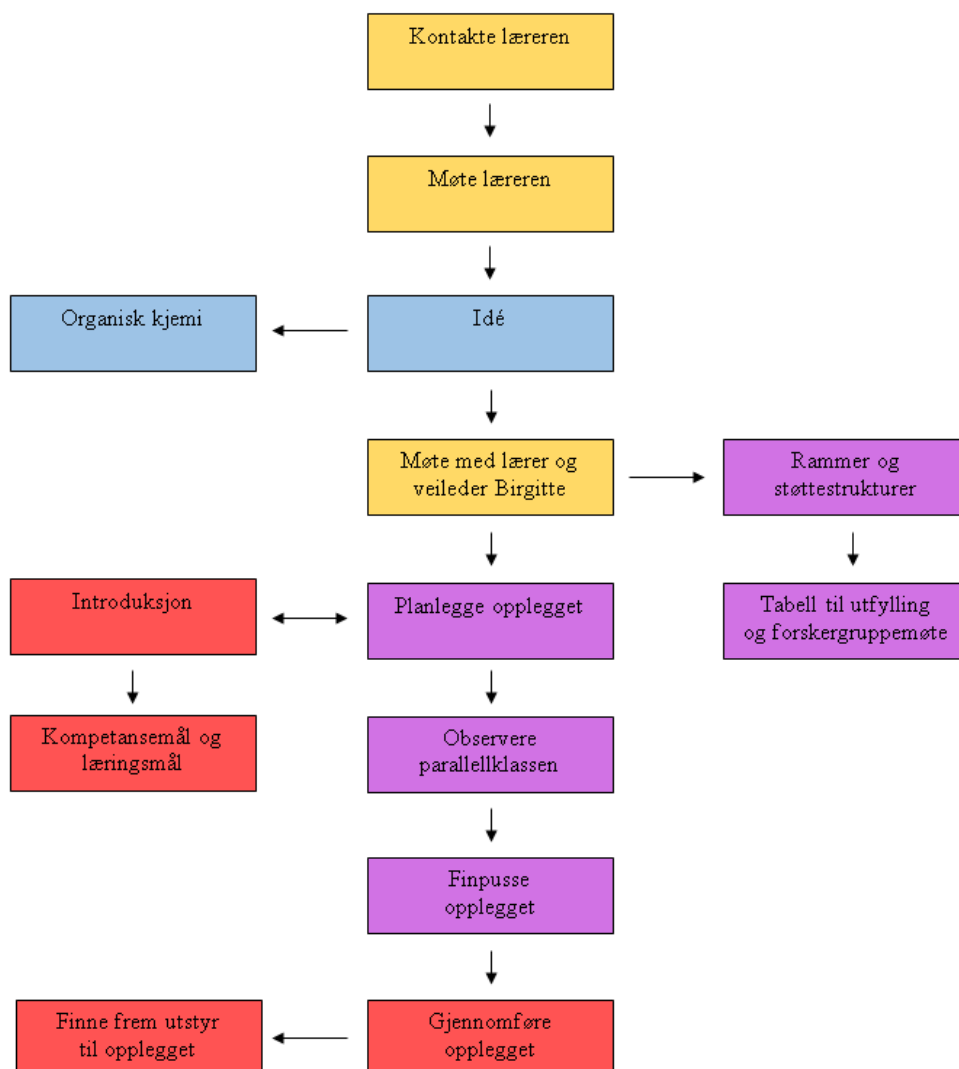
Mari, Birgitte og jeg møttes for å lage ferdig detektivøvelsen til undersøkelsen. Her planla vi store deler av opplegget (se figur 4) Mari lagde læremålene og introduksjonspresentasjonen til elevene. På dette området ville jeg ikke blande meg for mye inn, slik at timen ble mest mulig normal for elevene og at Mari kunne oppføre seg som hun pleier i klasserommet. Jeg kom med ønsker over de organiske stoffgruppene som jeg ville ha med i opplegget, dette var keton, aldehyd, syre, alkohol, ester, alkan, alken og alkyn. Disse er de standard organiske stoffgruppene i kjemi. Sammen lagde kjemilæreren og jeg tabellen (se vedlegg 1) som elevene skulle fylle ut. Birgitte kom med gode forslag på hvordan vi kunne gjøre opplegget

enda litt mer utforskende, blant annet med støttestrukturen forskergruppemøte (se figur 3 og side 29), som vi kunne bruke.

Vi diskuterte om det var best å sette de i grupper på forhånd, la de bestemme selv eller at gruppene skulle være helt tilfeldig. Det ble det første, for å optimalisere samarbeid og muntlig aktivitet. Mari bestemte hvem som skulle arbeide sammen to-og-to, siden det var hun som kjente elevene best. Ifølge læreren var en elev veldig stille, så denne eleven ble satt på gruppe med venninnen sin, slik at de kunne snakke sammen. Læreren kom også med forslag til elever som kunne være på de to forskjellige gruppeintervjuene. Den ene gruppa bestod av svært muntlige aktive elever og den andre gruppa bestod av mer muntlige svake elever. Dette valgte vi å gjøre for å se om de sa forskjellige ting, og for at ikke de muntlige sterke skulle dominere intervjuene helt.

Vi snakket også om rollene som vi skulle ha. Mari skulle være slik som hun pleier å være i timene sine. Eneste ønsket mitt var at hun ikke skulle svare på spørsmålene til elevene med en gang, og heller oppmuntre mer til at elevene skulle finne ut av det selv. Dette kan knyttes til det Dysthe (1995) sier om de gode spørsmålene og ikke de gode svarene. Min baktanke her var å tvinge elevene til å måtte undersøke mer selv. Min rolle under opplegget var å holde meg tilbake og observere (se side. 33)

Det praktiske i selve timen lot jeg Mari ta seg av, som for eksempel å finne frem utstyret. Det var også Mari som bestemte hvilke stoffer elevene skulle undersøke ut i fra hva de hadde av materiale på skolen. Skolen hadde ikke alkyn og de hadde ikke en ester som hadde en karakteristisk ester-lukt. Dette ble gjort på skolen uten meg.



**Figur 4.: Viser samarbeidet mellom meg og kjemilæreren som foregikk over mail og møte. De blå boksene viser hva jeg hadde hovedansvaret for og de røde viser hva læreren hadde hovedansvaret for. Lilla bokser er hvor jeg og læreren samarbeidet om opplegget. De gule boksene er hvor jeg og kjemilæreren hadde kontakt.**

### 3.3 Opplegget

Før jeg forteller om opplegget, vil jeg bare opplyse at på denne skolen praktiserer de fagdager, som vil si at alle uketimene til faget er samlet på en dag. Dette vil si at opplegget mitt varte i fem timer.

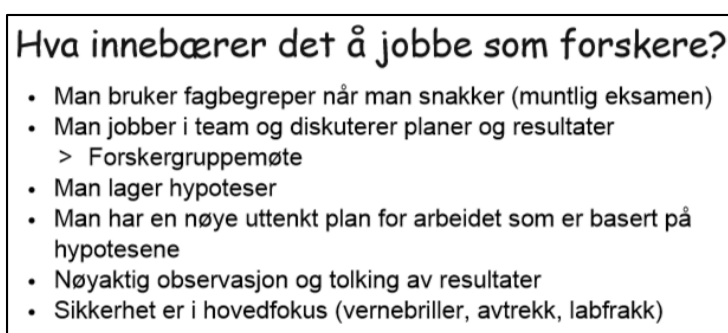
Hensikten med opplegget var at elevene skulle arbeide utforskende, slik at jeg kunne se om det å arbeide utforskende på laboratoriet fremmet muntlig aktivitet og bruk av faglige

begreper i dialoger. Lærerens hensikt med opplegget var å gi elevene en spennende introduksjon til organisk kjemi og la elevene øve på å arbeide som en forsker.

På starten av timen fikk elevene en liten intro til temaet for dagen med overskriften:

*«Hjæææælp! Vi har driti oss ut ... Vi har skrevet med ikke-vannfast tusj på noen flasker med organiske forbindelser».*

Både jeg og Mari liker å ha litt humoristiske timer, så vi valgte å starte dagen litt komisk. Elevene fikk vite at de skal arbeide som forskere og fikk vite hva det innebærer å jobbe som forsker (se figur 5).

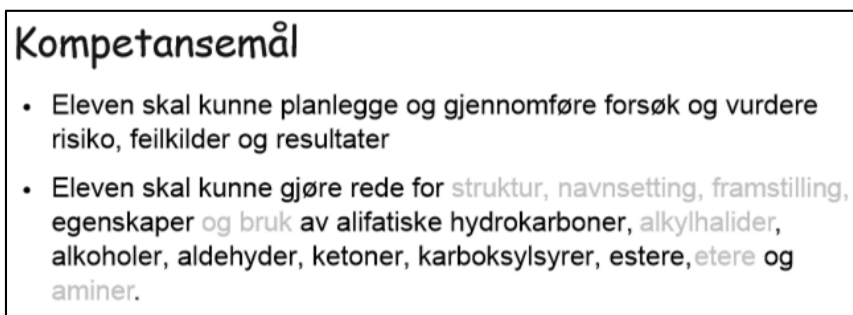


**Hva innebærer det å jobbe som forskere?**

- Man bruker fagbegreper når man snakker (muntlig eksamen)
- Man jobber i team og diskuterer planer og resultater
  - > Forskergruppemøte
- Man lager hypoteser
- Man har en nøye uttenkt plan for arbeidet som er basert på hypotesene
- Nøyaktig observasjon og tolking av resultater
- Sikkerhet er i hovedfokus (vernebriller, avtrekk, labfrakk)

**Figur 5.: Hva innebærer det å jobbe som forskere? Skjermdump av PowerPoint presentasjonen som lærer viste til elevene sine.**

Lærer Mari sa ikke til elevene at de måtte være mer muntlig aktiv enn vanlig, eller at det var derfor jeg var der (selv om det stod i informasjonsskrivet som elevene hadde fått), men at som forskere så måtte de bruke fagbegreper når de snakket sammen. Som forsker er det viktig å kunne uttrykke metodene og funnene sine. Elevene ble minnet på at dette var også viktig for muntlig eksamen i kjemi. Elevene fikk så presentert hvilke kompetansemål som ligger i bakgrunnen for dagens opplegg, med bakgrunn i læreplanen for kjemi 1. Det som står i grått gjaldt ikke denne timen.



**Kompetansemål**

- Eleven skal kunne planlegge og gjennomføre forsøk og vurdere risiko, feilkilder og resultater
- Eleven skal kunne gjøre rede for struktur, navnsetting, framstilling, egenskaper og bruk av alifatiske hydrokarboner, alkyhalider, alkoholer, aldehyder, ketoner, karboksylsyrer, estere, etere og aminer.

**Figur 6.: Kompetansemål tatt fra kjemi 1 læreplan. Skjermdump av PowerPoint presentasjonen som lærer viste til elevene sine.**

Fra de muntlige verbene jeg har trukket ut av læreplanen i kjemi (se vedlegg 3), er *vurdere* og *gjøre rede for* aktuelt her. Ut ifra de kompetansemålene lagde læreren læringsmål som elevene skulle kunne etter dette denne fagdagen (se figur 7).

### Læringsmål

Etter denne fagdagen skal dere kunne

- kjenne til ulike typer organiske forbindelser
- planlegge og gjennomføre forsøk
- ha erfaring med å gjennomføre og tolke resultatene av påvisningsreaksjoner
- beskrive observasjoner og bruke kjemifaglige begreper til å forklare disse
- søke etter og vurdere kilder på nettet

**Figur 7.:** Læringsmål laget av læreren. Skjermdump av PowerPoint presentasjonen som lærer viste til elevene sine.

I læringsmålene som læreren lagde kommer også verbene *tolke*, *beskrive* og *forklare*. Under hele fagdagen skulle elevene arbeide på laboratoriet med detektivoppgaven som jeg og læreren hadde laget til dem. Elevene fikk vite at det var sju stoffer som de måtte identifisere i løpet av dagen (se tabell 3). Hvordan de skulle finne ut av det var opp til elevene selv. Oppgaven stod på et ark (se vedlegg 2), som ble delt ut til gruppene, hvor navnene til de kjemiske stoffene også stod.

Elevene ble raskt satt til å arbeide to-og-to i forhåndsinndelte grupper. Læreren hadde delt de inn i grupper for å få et best mulig samarbeid på gruppene. En liten omjustering måtte gjøres siden to av elevene var borte. Så i stedet for at det var fire grupper, så ble det tre.

Først skulle elevene gjøre seg kjent med de forskjellige organiske stoffgruppene ved å fylle ut en tabell (se vedlegg 1), som var støttestrukturen her, ved å lese i boka og søke på nettet. Et av læringsmålene var at elevene skulle vurdere kilder på nett om de var pålitelige. Når de var ferdig med å fylle ut tabellen, skulle elevene lage en plan for hvordan de ville indentifisere stoffene. Denne planen skulle inneholde hvilke påvisningsmetoder elevene hadde tenkt til å bruke, hvilke sikkerhetsprosedyrer de måtte ta hensyn til under forsøkene sine og i hvilken rekkefølge forsøkene skulle gjøres i (dette stod i oppgaven, se vedlegg 2). Før elevene fikk gå i gang med forsøkene sine, måtte planen godkjennes av læreren. Elevene var helt fri til å velge hvilke påvisningsmetoder de ønsket å bruke for å finne ut hvilke stoffer som var hvem, så fremt at skolen hadde det nødvendige utstyret. I oppgaven stod det også at elevene måtte dokumentere observasjonene og resultatene sine.

**Tabell 3.: Fasiten på de organiske stoffene som elevene skulle finne ut, med hvilken stoffgruppe de tilhører.**

<b>Glassflaske</b>	<b>Innhold</b>	<b>Organisk stoffgruppe</b>
<b>1</b>	Sykloheksan	Alkan
<b>2</b>	Etansyre	Syre
<b>3</b>	Sykloheksen	Alken
<b>4</b>	Etanal	Aldehyd
<b>5</b>	Etyletanat	Ester
<b>6</b>	Propanon	Keton
<b>7</b>	2-propanol	Alkohol

På slutten av timen hadde elevene et forskermøte (se neste delkapittel) for å diskutere funnene sine. Før forskergruppemøtet startet ble elevene oppmuntret til å stille hverandre spørsmål. En og en elev fortalte et funn de hadde gjort og hvilken metode de hadde brukt. Alle elevene fikk presentert et funn hver. Dette forskermøte tjente også som oppsummering av dagen, siden læreren ikke rakk å ha en felles oppsummering. Tidsrammen ble for liten, siden læreren hadde undervurdert hvor lang tid elevene kom til å bruke på utfyllingen av tabellen

### **3.3.1 Rammer og støttestrukturer**

Temaet «organisk kjemi» var en ramme for hva de skulle utforske og fagdagen var tidsrammen for opplegget. Tabellen (se vedlegg 1) elevene skulle fylle ut var støttestrukturen for hva elevene trengte av kunnskap om de forskjellige stoffgruppene. En mal for planleggingen av forsøkene ble presentert for elevene. Denne malen inneholdt elementer som elevene måtte ha med, slik som rekkefølgen på forsøkene, sikkerhet og påvisningsmetoden. Elevene fikk også utdelt en oppskrift på bruk av 2,4-dinitrofenylhydrazin (forkortet til 2,4-di) når de skulle begynne med forsøkene sine. 2,4-di brukes til påvisning av aldehyd og keton. Begrunnelsen for at elevene fikk utdelt denne oppskriften er at kjemikere bruker oppskrifter når de skal påvise spesifikke stoffgrupper via en spesifikk test. Forskermøte er en støttestruktur som kunne hjelpe elever i å forstå hva de gjorde i prosjektet og øve faglig diskusjon med medelever/kolleger. Dette er ikke en støttestruktur som kan brukes når som helst og hvor som helst. Forskermøte er noe elevene må lære seg å bruke (Knain & Kolstø 2011; Østenfor 2012). Kaja Østenfor (2012) sier at elevene må være trygge og engasjerte er

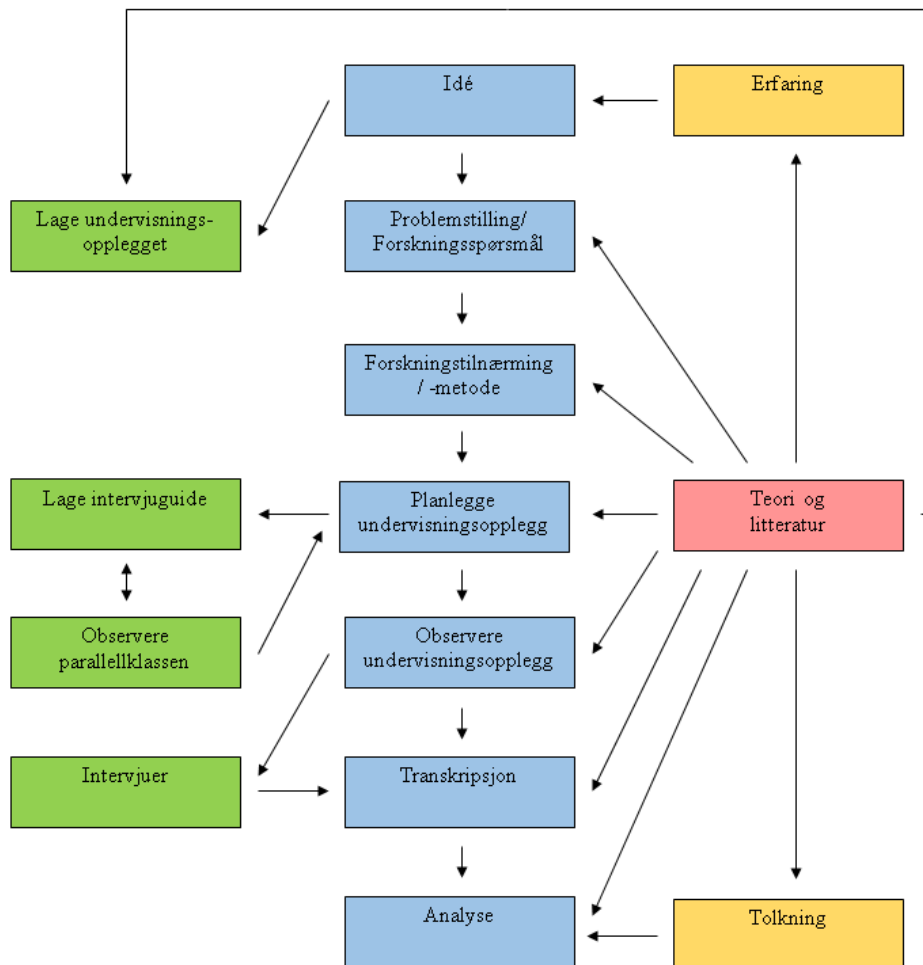
grunnleggende for at forskergruppemøter skal få full effekt. Uten disse faktorene vil det ikke oppstå kritiske spørsmål, samt at begrunnede innspill og samtaler vil stoppe å utvikle seg.

### 3.4 Frihetsgraden i opplegget

På hvilken frihetsgrad klarte kjemilæreren og jeg å lage opplegget vårt? Mari mente at opplegget vår hadde frihetsgrad 2. Hun begrunner det med at elevene ikke ble fortalt hvordan de skulle gjøre forsøkene og hvilke resultater de ville gi. Mari hadde et veldig godt poeng med at alle kjemikere bruker oppskrifter, selv når man arbeider på forskningsfronten. Man googler og finner artikler, og så tilpasser man til sitt forhold. Elevene måtte bruke oppskrifter for å utføre de forskjellige forsøkene, men de fant oppskrifter selv og valgte hvilken de ville bruke. Ved å se på frihetsgradstabellen som Fay et al. (2007) bruker, så fikk elevene utgitt et problem: De skulle finne ut hvilket organisk stoff som var i hvilket glass. Elevene selv skulle velge metode og de kom frem til sine resultater. Dette tilsvarer da frihetsgrad 2.

## 4. Metode

I dette kapittelet vil jeg beskrive forskningsdesignet mitt og hvilken metode jeg brukte for datainnsamlingen og analyse, i rekkefølgen som vises på figur 8.



**Figur 8.: Viser forsøksdesignet mitt og illustrerer stegene fra idé til analyse. De midterste boksene er «hovedveien». De grønne boksene er kontekst og empiri. De gule boksene er hvordan jeg påvirker oppgaven og den røde boksen er teorien som knytter alt sammen.**

Figur 8 viser at jeg begynte med en idé som dannet problemstillingen min. Ut i fra problemstillingen bestemte jeg hvilken forskningstilnærming og hvilke forskningsmetoder jeg ønsket å bruke. Siden jeg ønsket å finne ut av fenomenet hvordan man kan få kjemielever til å bli mer muntlige aktive, da spesielt under laboratorieøvelsene, så fant jeg ut at en kvalitativ tilnærming og casestudie vil være den beste tilnærmingen. Her får jeg samlet mye informasjon om fenomenet mitt (Christoffersen & Johannessen 2012). Neste steg var å planlegge opplegget til casen min og lage intervjuguiden min. Dagen før opplegget til casen skulle være, observerte jeg parallellklassen med tilnærmet likt opplegg, for å se om det var



noe jeg trengte å endre på til opplegget og spørsmål som jeg spesifikt kunne stille elevene om opplegget i intervjuene. Så kom dagen for opplegget, hvor jeg observerte klassen og intervjuet elevene og læreren. Siden jeg valgte å gjøre elevene, læreren og skolen anonym, så var den beste metoden å observere elevene under kjemitemen deres og intervju dem etterpå. Neste steg var transkripsjonen og analysen av resultatene mine.

## 4.1 Casestudie

Jeg ønsket å undersøke hvordan noe skjer eller oppleves, slik som man kan gjøre i kvalitative tilnærmeringer (Kvale et al. 2015), ved å gå i dybden til fenomenet som ligger bak problemstillingen min. Da var casestudie en god metode å bruke (Yin 2009). Casestudie kjennetegnes av at forskeren henter mye informasjon, detaljert og omfattende, fra en eller flere enheter i en setting (Christoffersen & Johannessen 2012). Det som gjør casestudie spesielt er at settingen er steds- og tidsavhengige.

Noen av styrkene til casestudie er at man følger individer og grupper gjennom settingen uten å bryte med settingen og man får se hvordan beslutninger blir tatt og resultatene av det.

Forskeren kan gjøre direkte observasjoner og intervju personene som har blitt observert i etterkant (Yin 2009). Dette tar som regel mye tid og forskeren får store mengder med datamateriale som må analyseres og filtreres ut i fra hva man ser etter.

### 4.1.1 Etske betraktninger

Både kjemilæreren og elevene har fått nye navn. Læreren og skolen er anonym for å gjøre elevene anonyme. Årsaken til at jeg valgte å gjøre elevene anonyme, er fordi jeg tror at det er lettere for elevene å si 'ja' til å være med på en undersøkelse når de vet at ting de sier ikke kan spores tilbake til dem. Spesielt med tanke på at jeg skulle undersøke muntlig aktivitet. Det var en elev som var litt skeptisk til å være med, og jeg tror ikke denne elevene hadde blitt med om de ikke skulle være anonyme. Jeg trengte derfor ikke søke Norsk Senter for Forskningsdata, NSD. Siden jeg ikke skulle samle inn og bruke personidentifiserende informasjon, så falt søknaden min utenfor meldeplikten.

Elevene fikk utdelt et informasjonsskriv om min undersøkelse, hvor de måtte skrive under på at det var greit at jeg fikk intervju de og bruke dette materiale til min oppgave. Alle elevene skrev under. Elevene fikk beskjed om at jeg skulle følge de under kjemifagdagen deres. Dina

og Julie, som var en gruppe, fikk spørsmål fra læreren om det var greit om en lydopptaker ble liggende på pulten under selve opplegget. Dette var greit for jentene.

Selve lydopptakene ble gjort med lydopptakere. Alle lydfilene ble overført til min personlige pc på slutten av dagen, og slettet fra lydopptakeren. Disse lydfilene vil bli slettet for godt når denne oppgaven er ferdig. Informasjonsskrivene hvor elevene har signert vil bli makulert samtidig.

## 4.2 Datainnsamling

For å samle inn dataene mine brukte jeg observasjon og en ekstern lydopptaker under presentasjonen av timen, en elevgruppe gjennom selve øvelsen, forskergruppemøtet og intervjuene. Læreren spurte den gruppa hun mente var mest spennende å høre på, om det var greit at det lå en lydopptaker på pulten. Elevene sa det var greit. Jeg valgte å bruke observasjon som en av metodene for datainnsamling for denne oppgaven, siden da får jeg se hvordan elevene pratet under opplegget og hvordan de arbeidet.

### 4.2.1 Observasjon

Observasjon av elevene ble brukt til å bli kjent med settingen til intervjuene som skulle gjennomføres etterpå, for bli kjent med konteksten og for å styrke analysen min. Det dukket opp et par ting som jeg ønsket å spørre elevene om, og jeg og elevene kunne snakke fritt om opplegget siden jeg hadde vært der. Jeg observerte også parallellklassen dagen før, som en slags generalprøve for opplegget vårt, tilfelle det var noe som jeg og lærer Mari burde forandre.

**Tabell 4: Typologi over feltroller, som vist i Forskningsmetode for lærerutdanningene (Christoffersen & Johannessen 2012)**

	Skjult	Åpen
Deltaker	Fullstendig deltaker	Deltakende observatør
Tilskuer	Fullstendig observatør	Observerende deltaker

Forskerens mål for observasjonen kan for eksempel være inntrykk, samtaler, kommentarer, atferd, arrangement, synspunkter og problemløsning (Christoffersen & Johannessen 2012).

Forskeren tar på seg en slags rolle når han/hun skal observere den ønskende settingen, de forskjellige rollene kan sees i tabell 4.

Når det kommer til selve dokumentasjonen av observasjoner kan man enten gjøre det *strukturert*, ved å bruke skjema med forhåndsbestemte kategorier og register, eller *ustrukturert*, altså ikke ha en spesifikk plan for hva man skal observeres (Christoffersen & Johannessen 2012).

Jeg som forsker ønsker ikke å kontrollere situasjonen, for jeg ønsket å observere elevene under naturlige forhold. For meg var en lot det seg ikke gjøre å ha en skjult rolle som fullstendig observatør. Som en utenforstående person som kommer inn i en klasse og ville jeg ikke klart å skjule meg selv. Jeg ønsket å være mer en tilskuer, en flue på veggen, enn en deltaker, for å påvirke settingen minst mulig. Jeg endte opp med å være en observerende deltaker. En observerende deltaker, også kalt ikke-deltakende observatør, er til stede under settingen, men deltar i liten grad. Forskeren fokuserer mer på sin rolle under samtaler og intervjuer med deltakerne (Christoffersen & Johannessen 2012). Jeg gikk rundt, observerte og lyttet på elevene. Deltok litt i form av at jeg snakket med elevene, lo med dem når de brakk seg over de fæle organiske luktene og når jeg for eksempel spurte hva de hadde funnet. Dette er den rollen som de fleste forskere tar på seg når de skal observere (Christoffersen & Johannessen 2012). Jeg var ustrukturert i min observasjon, siden jeg var interessert i settingen, atferd, kommentarer og spesielt samtaler mellom elevene. Ustrukturert i den forstand at jeg ikke hadde bestemt på forhånd hva jeg spesielt skulle se etter. Min observasjon hadde som rolle å styrke mitt innblikk i opplegget og til elevene. Se om de snakket kjemi med fagbegreper og om de arbeidet som forskere, slik som lærer Mari hadde presentert for dem.

#### **4.2.2 Gruppeintervju**

Informantene får større frihet til å uttrykke og forklare seg i et kvalitativt intervju, enn det de får i strukturerte spørreskjemaer (Christoffersen & Johannessen 2012). Forskeren kan skreddersy intervjuet og spørsmålene til settingen og deltakerne, for å få ut den informasjonen og kunnskapen som er ønsket (Christoffersen & Johannessen 2012).

*«Det kvalitative intervju kan være mer eller mindre strukturert»* (Christoffersen & Johannessen 2012, s. 78)

En intervjuguide er et hjelpemiddel for den personen som skal utføre intervjuene. Guiden kan inneholde enten noen temaer som skal dekkes eller detaljerte spørsmål i rekkefølge (Kvale et al. 2015). Kvale og Brinkmann (2015) sier at intervjuguiden til et semistrukturert intervju vil være en oversikt over emner som skal dekkes og forslag til spørsmål. Ingen undersøkelser er like, nye retninger dukker opp og det er opp til intervjueren hvor nøye man vil holde seg til guiden.

Jeg valgte å utføre semistrukturerte intervjuer når jeg skulle intervjuer elevene og læreren, fordi jeg ønsker å være forberedt når jeg skulle utføre intervjuene, men likevel ha friheten til å gjøre endringer underveis. Spørsmålene formulerte jeg ut i fra temaene i problemstillingen min: utforskende arbeidsmåter og muntlig aktivitet. Under observasjonen min av parallellklassen skrev jeg også ned et par spørsmål som gikk spesifikt på opplegget. Jeg prøvde å unngå *ja* og *nei* spørsmål, og heller legge opp til spørsmål som fikk elevene og læreren til å fortelle. Kom det et litt kort svar eller litt uklart svar, så var jeg klar til å spørre *hvorfor*. På spørsmålene til elevene prøvde jeg å være nøye på språket mitt, for å minske sjansen for at elevene ikke skulle forstå spørsmålet. Når jeg spurte om utforskende arbeidsmåter, så forklarte jeg kort hva jeg mente med det begrepet. I spørsmålene til læreren kunne jeg bruke mer forskerspråk.

Intervjuguiden min ble slik grovt tredelt: arbeid på laboratoriet, muntlig aktivitet og opplegget. Jeg valgte å begynne intervjuet mitt med å spørre elevene om hvorfor de valgte faget kjemi. Her forventer jeg svar som fikk samtalen naturlig over på laboratorieøvelser. Når jeg følte at elevene hadde fortalt om laboratorieøvelsen de var vant med og hvordan de synes opplegget hadde vært, så gikk jeg over til muntlig aktivitet. På slutten av intervjuet så stilte jeg spørsmål om selve opplegget. Litt for å se hvordan elevene opplevde dagen og om det var noe som kunne vært gjort annerledes. Jeg valgte å utføre gruppeintervju mest for å spare tid på selve gjennomføringen av intervjuet, men også med tanke på transkriberingen etterpå. Ved å ta to gruppeintervjuer rakk jeg å gjennomføre begge under kjemitimen til elevene, slik at de ikke mister annen skoletid. Fordelen med gruppeintervju er at det kan være lettere å skape en trygg setting for elevene, de er flere tilstede og kan støtte seg på hverandre. Dokumentasjon av intervjuet ble gjort med lydopptaker og transkripsjon av lydopptakene i ettertid.

## 4.5 Transkripsjon

Dagen etter opplegget og intervjuene satt jeg meg ned og begynte å transkribere. Da hadde jeg intervjuene enda ferskt i minne og dette var en jobb jeg ville få ut av verden. Siden tekst er enklere å forholde seg til enn tale, så var valget om å transkribere enkelt. Det å skulle analysere hva elevene sa rett fra lydopptaket, ville tatt veldig lang tid og hadde vært et rotete arbeid. Analyse av tekst derimot er mer oversiktlig og lettere. Ulempen med transkribering er overgangen fra lyd til tekst som fører til at man kan miste viktig kontekst (Kvale et al. 2015). Man får ikke like god følelse av samtalen.

Jeg valgte å ikke skrive transkripsjonen ordrett for å gjøre teksten mer lesbar. Det var mange ufullstendige setninger, tenkeord og pauser i opptakene, som ikke ville sett bra ut i tekstformat. I verste fall kunne det få personene til å se mindre intelligent ut. Dette gjaldt for elever som lærer. Noen ganger snakket også elevene om hverandre og de var ofte enige i det andre sa. Dette kom ikke så godt frem i transkripsjonen min. En tanke jeg satt igjen med etter transkripsjonen var forskjellen på svarene til læreren og elevene. Elevene hadde korte svar på maks et par linjer, mens læreren var lett oppe i en halv side på et spørsmål.

Dilemmaet om transkripsjonen skal være som vedlegg eller ikke hadde jeg ikke. De funnene jeg så på som relevant for min problemstilling og forskningsspørsmål har jeg tatt med i analysen. Og med hensyn på printing og miljø så syns jeg det var unødvendig å ha med 22 ekstra sider.

## 4.6 Analyseprosessen

Etter at transkripsjonen var ferdig, så begynte jeg å analysere hva som hadde blitt sagt under intervjuene. Jeg valgte å bruke tematisk analyse, for metoden er veldig fleksibel og det er den metoden som er mest brukt i kvalitative undersøkelser (Braun & Clarke 2006). Tematisk analyse brukes for å identifisere, analysere og meddele mønster eller temaer i dataene (Braun & Clarke 2006). Disse mønstrene eller temaene er viktige data for problemstillingen og forskningsspørsmålene. Tematisk analyse var hensiktsmessig å bruke for min undersøkelse, siden jeg trengte en metode kunne hjelpe meg å sortere og bearbeide de kvalitative dataene mine.

Jeg leste gjennom transkripsjonen et par ganger, og lot dette prosessere i hodet mitt i et par dager. Deretter begynte jeg med selve analysen: Først så jeg etter om elevene hadde svart noe

likt på spørsmålene og om det var sammenheng med det elevene og læreren sa. Dette gjorde jeg fordi jeg ønsker å ha data fra flere personer som sa det samme, for å styrke det som ble sagt. Det var også interessant for å avdekke eventuelle ulike synspunkter. I runde to så gikk jeg mer inn i en tematisk analyse for å utforske hva elevene hadde sagt om spesifikke ting, for eksempel samarbeid, begreper og muntlig aktivitet. Dette ble fargekodet og sitater uthevet for å gjøre det lettere å finne de senere. Jeg kommenterte også tanker, tolkninger og spørsmål jeg gjorde underveis i analysen. I runde tre så jeg etter konkrete eksempler, som dialoger som understreker poeng. Her prøvde jeg å få med mer lyder, som brekninger og latter, for å gjøre teksten mer levende. Tilslutt lyttet gjennom lydopptaket av den ene elevgruppa mens de arbeidet på laboratoriet og forskergruppemøtet. Disse transkriberte jeg ikke, men noterte meg kort hva som ble sagt slik at jeg kunne finne det igjen senere. Disse lydopptakene ble brukt for å understreke det elevene hadde sagt i intervjuene.

Min analyse bygger på den muntlige aktivitet til elevene, fra lydopptaket av en elevgruppe, lydopptak fra forskergruppemøtet, mine observasjoner og intervjuene med elevene og læreren. Hovedtemaene mine bygger på problemstillingen min, intervjuguiden min (se vedlegg 3) og uventete funn, som igjen er grunnlaget for hva elevene og læreren snakker om: Den muntlige aktiviteten til elevene under opplegget, forskjell på muntlig aktivitet når elevene får ferdig oppskrift mot å arbeide utforskende, mindre sosial prat, elevenes frykt for å gjøre feil, bruke sansene og begreper.

#### 4.7 Relabilitet og validitet

Som ved all forskning så er relabilitet et viktig spørsmål å stille seg. Relabilitet kommer fra den engelske ordet *reliability* og betyr pålitelighet, og viser til nøyaktigheten til undersøkelsens data, altså hvilke data som brukes, metoden for innsamling av data og bearbeidingen av datainnholdet (Christoffersen & Johannessen 2012). Altså hvorvidt forsøket kan gjenskape på andre tidspunkter av andre forskere (Kvale et al. 2015).

Jeg er den personen som har påvirket denne oppgaven mest, siden det er jeg som har observert, intervjuet, transkribert, analysert og skrevet oppgaven. Det er ikke til å unngå at mine erfaringer, meninger og tolkninger kan komme frem, så oppgaven blir ikke helt objektiv. Ved å være tydelig med å beskrive og begrunne valgene jeg har tatt og forskningsprosessen jeg har hatt, så vil reliabiliteten til oppgaven være høy. Sannsynligheten for at noen skal kunne gjenta og få tilnærmet likt resultat er liten. Det er vanskelig å vurdere reliabiliteten til

en kvalitativ undersøkelse, spesielt når man undersøker mennesker. Det er fordi forskning på mennesker og deres atferd er aldri konstant og kan ikke replikeres, uansett hvilken metode og design som har blitt brukt (LeCompte & Goetz 1982).

Et annet viktig spørsmål å stille seg ved forskning er hvor gyldige dataene er. Innsamlede data er ikke virkeligheten, men en representasjon av den. Validitet sier noe om forbindelsen mellom det generelle fenomenet som skal undersøkes og de konkrete dataene (Christoffersen & Johannessen 2012).

*«Validitet i samfunnsvitenskapene dreier seg om hvorvidt en metode er egnet til å undersøke det den skal undersøke» (Kvale et al. 2015, s. 276)*

For meg vil det si om problemstillingen og forskningsspørsmålene mine henger sammen med intervju spørsmålene mine, som et grunnlag for min analyse.

## 4.8 Metodekritikk

Dette var en casestudie med seks elever og en lærer. Det skulle egentlig være åtte elever, men to var syke på undersøkelsesdagen. Når det kommer til utvalget, var dette av det mindre. For å gjøre resultatene mine mer pålitelige så hadde det vært ønskelig med flere deltakere og ikke minst flere caser. Yin (2009) sier at generaliserbarheten til et casestudie blir bedre når det er flere caser, med likhet til at generaliserbarheten til et eksperiment blir bedre når det er flere forsøk.

Den største svakheten til casestudie er at man ikke kan generalisere med tanke på befolkningen og empiri (Yin 2009). Det er nettopp dette punktet og forskerens subjektive analyser som gjør at mange (kvantitative) forskere ikke synes at casestudier, og andre kvalitative undersøkelser, er troverdige (Christoffersen & Johannessen 2012). I følge disse forskerne skal forskning være objektivt og støttet av empiri. Et motargument til dette mener Yin (2009) at man kan heller generalisere med tanke på problemstillingen og temaet.

### 4.8.1 Min påvirkning av resultatene

I starten av timen, når elevene fikk vite hvordan dagen var planlagt, ble standarden satt for hvordan de skulle jobbe. De skulle jobbe som forskere: de måtte finne teorien selv og snakke som kjemikere, planlegge forsøkene sine, utføre forsøkene og ha forskermøte. Det at det var

mye fokus på muntlig aktivitet var kanskje ikke så tydelig, og lå mer under det å være forsker. Jeg ville ikke at elevene skulle snakke mer den dagen, bare fordi jeg var der. Etter det ene gruppeintervjuene så ble jeg spurt av Nina om hva jeg undersøkte. Dette synes jeg var litt rart der og da, for i informasjonsskrivet til elevene så hadde jeg beskrevet at jeg ønsker å se på muntlig aktivitet på laboratoriet. Så enten så hadde ikke elevene lest informasjonsskrivet mitt ordentlig, kanskje forstod de det ikke eller så hadde de kanskje glemt hva som hadde stått der. Kanskje så de ikke meg som den personen som var bak det formelle informasjonsskrivet. Når jeg hørte på opptaket av den ene gruppa som jobber, så synes jeg samtalen ble mer og mer naturlig, som om de glemmer at det lå en lydopptaker på pulten deres. Så det virket ikke, for meg, som om elevene var veldig påvirket av at jeg var der og skulle undersøke den muntlige aktiviteten deres.

#### **4.8.2 Vurdering av casestudien**

Det at jeg kom inn i kjemiklassen og skulle observere de en dag, kunne påvirket resultatene i positiv retning. Under intervjuene kan elevene ha sagt det jeg ønsket å høre, noe som kan være en feilkilde. Det var en elev, Thomas, som var veldig stille under intervjuet. Jeg som intervjuer kunne gjort en bedre jobb med å stille bedre oppfølgingsspørsmål til elevene og passet bedre på at alle elevene fikk uttrykket seg før jeg gikk videre til neste spørsmål.

Både læreren, elevene og jeg er enige om at det var mye kjemisnakk under timen. Lærerne trodde kanskje at elevene snakket så godt under opplegget, fordi hun sa de skulle gjøre det. Jeg er ikke helt enig i det. For jeg synes ikke fokuset på muntlig aktivitet var ikke så tydelig, det lå mer under det å være forsker. Det at jeg var der og skulle se på muntlig aktivitet, tror jeg ikke hadde en betydning slik som jeg beskrev i 4.8.2.

Funnene jeg har gjort i denne casestudien kan ikke generaliseres på befolkningen. Ingen klasser er like og undervisningen må tilrettelegges de elevene man har. Andre lærere kan se på tipsene mine og bruke det som passer for sin klasse. Jeg håper flere forskere har lyst til å undersøke muntlig aktivitet hos kjemielever, og sammen kan vi utvikle kjemi til å bli et mer muntlig fag.



### **4.8.3 Kildekritikk**

Det jeg må ta hensyn til i min bruk av kilder er at noen av kildene mine er over ti år gamle. Innenfor visse felt, som for eksempel muntlig aktivitet i skolen og kjemididaktikk, så har jeg brukt mye fra samme forfattere. Svenkerud og Ringnes henviser mye til egne studier i sine artikler, som kan være uheldig når det kommer til pålitelighet. De er rett og slett ganske alene på sine felt her i Norge. Mange av studiene jeg bruker er for små til å trekke konklusjoner, men kan brukes til å se mønster og tendenser innenfor sitt felt. Av de artiklene jeg har funnet og brukt, så er studier av ferdigheten muntlig dominert av ungdomsskoleelever. Dette gir meg hovedsakelig et blick på bakgrunnen til elever på den videregående skole og gjør at jeg må se på overføringsverdien av artiklene. Det at noen artikler studerte ungdomsskoleelever, andre artikler studerte videregående elever, andre artikler var internasjonale og noen artikler studerte læreren, gjør at jeg må se på overføringsverdien for hva jeg ønsker å se på

## 5. Resultat

I dette kapittelet vil jeg presentere analysen og tolkningen av de empiriske dataene. Jeg har valgt å ha analysen og tolkningene mine sammen, for å beholde sammenhengen bedre. Mitt fokus er på elevenes muntlige aktivitet, bruk av kjemispråket og forståelse.

Jeg har inkludert sitater og dialoger fra intervjuene av elevene og læreren, og samtaler fra opptak av den ene elevgruppa, mens de arbeidet utforskende på laboratoriet. I dialogene refererer jeg til meg selv som *jeg*. Dette gjør jeg for å ikke forvirre mitt navn med navnene på elevene og læreren.

Noen steder har jeg valgt å ta et utdrag av sitatet eller dialogen, for å vise dette bruker jeg (...) der det opprinnelig var tekst. Andre steder har jeg valgt å ha flere sitater og/eller dialoger for å vise til en tendens, her har jeg bruker jeg --- mellom for å vise skillet. I dialogene så beskriver jeg hva elevene gjør i parentes ( ) og lyder de lager i stjerner \* \*.

Jeg begynner med den muntlige aktiviteten til elevene. Så kommer forskjellen i elevenes muntlige aktivitet når de arbeider utforskende mot når de får en ferdig oppskrift. Tilslutt kommer hvordan hverdagsbegreper blir til fagbegreper.

### 5.1 Faglig muntlig aktivitet

Innenfor noen emner så er begrepene lettere enn andre, som gjør at elevene ikke må tenke like mye når de snakker kjemi. Er det mer kjent stoff, så kommer praten mer naturlig. Organisk kjemi er mer ukjent, som kanskje gjør at elevene måtte konsentrere seg mer for å bruke fagbegreper. Dina og Julie, jentene som har lydopptaker på pulten sin, satte i gang med arbeidet sitt og skulle begynne å fylle ut tabellen (se vedlegg 1). De leser høyt for hverandre, for å forstå hva de skal gjøre. Plutselig utbryter Dina:

*«Alkan. HEY! Alkaner og alkener og sånt. Det her har jo jeg hørt om.»*

Alkaner, alkener og alkyner er ungdomsskolepensum i naturfag. Dina husket tydeligvis begrepene fra den undervisningen. Alle elevene var enige om at det var viktig å snakke kjemi. Dina sa i intervjuet:

*«Det er jo det samme som med å snakke språket, det hjelper ikke å lese språk. Man må snakke det for å forstå det og det å bli vant med å snakke det. Det tror jeg er det samme med kjemi. Det er viktig å snakke.»*

Her sammenligner Dina kjemi med et språkfag. Hun ser at kjemi er et eget språk og at man må snakke språket for å forstå det. Ringnes & Hannisdal (2006) beskriver kjemi som et eget språk. Slik som Vygotskji (1980) og Dysthe (1995) sier, at man må bruke språket som redskap for å lære. På spørsmålet om det er viktig å snakke kjemi, så svarte Nina:

*«Ja, det er svært viktig. For hvis du kommer til eksamen, så er det ikke bare sånn at du skal kunne lese kjemi – du skal jo snakke det. Du kan ikke si «den væsken der skal du blande med den andre væsken», jeg må fortelle hva de forskjellige hva de forskjellige begrepene er».*

Nina vet at på eksamen så hjelper det ikke å bruke hverdagsbegreper for å forklare, man må bruke fagbegreper. Elise og Thomas nikker enige. På samme spørsmål svarte Julie:

*«Ja, kjemi 1 er jo et muntlig fag».*

Elevene tenkte på muntlig eksamen. Så det virker som at muntlig eksamen er en viktig motivator for å snakke kjemi, for der vet de at de må bruke fagbegreper og forklare hva som skjer.

Dette er samtalene jeg hadde med elevene under intervjuet når jeg spurte de om det var vanskelig å snakke kjemi:

Jeg: Hvis vi skal gå over til noe litt annet, syns dere det er vanskelig å snakke kjemi?

Dina: Ja

Julie: Ja

Martine: Ja

Jeg: Hva er det som er vanskelig?

Dina: Fagbegreper, kunne snakke fagbegreper er kjempevanskelig.

Julie: Det er så mye stoff.

Martine: Det å snakke naturlig fagbegreper.

Julie: Vi høres så veslevoksen ut.

Jeg: Er det noe som er lett med å snakke kjemi?

Julie: Det er litt når man ser sammenhenger, når man skjønner det. Da går det, men det er veldig mye stoff.

---

Jeg: Hvis vi går over på noe litt annet. Syns dere det er vanskelig å snakke kjemi?

Nina: Ja

Elise: Det spørres litt, hvis du har lest i boka eller noe sånt og skal ha muntlig høring med læreren, da er det greit. Men hvis man bare plutselig skal snakke så er det litt mer vanskelig.

Jeg: Så det går greit å snakke kjemi med læreren?

Nina: Det går ofte sånn «hva er den greia der?», «hva er det stoffet der?». Jeg synes det er vanskelig å huske på alt i alle fall.

Jeg: Så det som er vanskelig med å snakke kjemi er å huske på alle de forskjellige ordene?

Nina: Ja

Elevene synes det er vanskelig å snakke kjemi. Det som var vanskelig er alle fagbegrepene og bruke fagbegreper i tale, ifølge Dina og Martine. Martine sier at det er mye stoff og Nina sier at det er vanskelig å huske begrepene. Julie sier at det å bruke fagbegreper går bedre når hun ser sammenhengene. Jeg tolker det dit at elevene ikke klarer å huske og bruke begrepene, fordi kjemibegrepene ikke er knyttet til elevene sine egne begreper. Ifølge Vygotskji (1980) kan dette hindre elevene i å utvide begrepsrepertoarene sine og slik blir læring vanskeligere. Elevene kan ikke nok begreper til å kunne bruke ordene naturlig i en samtale, og når de prøver så føler Julie at de høres så veslevoksen ut. Dette tolker jeg som at Julie synes at hverdagsbegreper står for sterkt i kommunikasjonen til elevene i klassen hennes, at det høres unaturlig ut når elevene prøver å snakke med bare fagbegreper, mot mere hverdagsbegreper. På side 53 kan man se overgangen fra hverdagsbegreper til fagbegreper hos Julie og Dina, når de arbeider. Elise sier at om det er en muntlig høring som ho får forberede seg på, så er det ikke så vanskelig å snakke kjemi. En vanlig kjemisamtale derimot mer krevende. Læreren kan spørre *hva noe er* eller *hva noe heter*, antageligvis for å sjekke om elevene er med. Dette synes Nina er vanskelig, for det er ikke lett å huske på alle begrepene og navnene.

Lærer Mari om den muntlige praten denne timen:

*«Jeg tror kanskje de pratet litt mer fordi vi sa det, men føler at oppgaven ble lagt opp til at de skulle prate mye. For de må diskutere seg frem til det, begge to på gruppa trengtes og kom med innspill».*

---

*«De som ikke er så faglig sterke i utgangspunktet kunne briljere mer, fordi det var så nytt for alle». (...) «Den ene gruppa, Dina og Julie, er alltid muntlige aktive fordi de har et veldig godt samarbeid. Men synes også de som er faglige svakere var mer*

*muntlige aktive. Og andre fikk være muntlig aktive, siden det var ikke bare de som har mest kan mer og har mest forkunnskap som vet svarene når de får en oppgave. Det var også mye bra prat. Men det er kanskje fordi oppgaven var så åpen. Fordel med utforskende».*

Det at elevene skulle være muntlige aktive ble godt lagt opp til i opplegget vårt, men Mari vil ikke unnlate muligheten for at elevene snakket mer under opplegget vårt fordi hun sa at de skulle snakke og bruke fagbegreper. Begge på gruppa var avhengig av den andre og de måtte diskutere seg frem til riktig svar. Mari mente at elevene hennes var mer muntlige aktive når de arbeidet utforskende. Det var lite faglig forskjell mellom elevene på gruppene. Temaet organisk kjemi i faget kjem var nytt for alle, og alle var dermed på samme nivå. På ungdomsskolen har elevene hatt om alkaner, alkener, alkyner, syrer og alkoholer, så det burde være mer kjent stoff. Dette kunne gjøre det lettere for de faglige svakere elevene å komme med innspill og delta mer i samtale. Det at det ikke er de samme som snakker hele tiden, men at andre tørr å melde seg inn i samtalen var veldig interessant. Litt som det Mari sier, at her var det ingen som satt med svarene. Det måtte de finne ut sammen. Godt samarbeid førte til gode faglige dialoger og diskusjoner. Hva Mari mener med 'bra prat' er at elevene prøver å bruke begreper og ikke bare «den tingen».

Dette var en annerledes dag for lærer Mari.

*«Veldig mange av spørsmålene jeg fikk var på den måten «har vi 2,4-di?», «har vi kromsyre?», «kan vi brenne?». Det var mye praktiske spørsmål.»*

Til vanlig pleier elevene stille mye mer teoretiske spørsmål til Mari, for det er lettere å spørre enn å lete etter svaret selv. Under dette opplegget stilte elevene få spørsmål til læreren som handlet om teorien, den hadde de funnet selv. Hvis de ikke fant teorien de trengte så spurte de Mari. Det Mari prøvde å gjøre da var å stille de gode spørsmålene og ikke gi de gode svarene. Noen ganger svarte hun på teorispørsmålene til elevene, om de hadde lett lenge og ikke hadde funnet noe. Flesteparten av spørsmålene til Mari handlet om skolen hadde utstyr slik at elevene kunne gjøre de forsøkene som de ønsket.

### 5.1.1 Sosial prat

Elevene selv merket at det var mye mindre sosial prat denne timen. Dina kommenterte i intervjuet at:

*«Det ble ikke så mye snakk som «hva gjorde du i går?»».*

De pratet også lite med de andre gruppene. Dina fortsetter:

*«Vi snakker ikke så mye med de andre gruppene. Blir bare «har du den?» eller «kan vi låne det?». Fordi vi var så fokusert på vår egen ting».*

Når jeg spurte elevene om de følte de snakket mer kjemi når de arbeidet utforskende mot å få en ferdig oppskrift, så svarte elevene at de ikke tullet så mye.

Jeg: Føler dere at dere snakket mer kjemi når dere jobbet utforskende slik som i dag enn når dere får en ferdig oppskrift?

Julie: Ja

Dina: Ja

Jeg: Hvorfor føler dere at dere snakker mer kjemi?

Martine: Før så har vi prata veldig sånn, ikke bare med partneren, men mellom oss. Og da tuller vi mye mer.

Julie: Ja, det blir mye mer seriøst på en måte og da blir det mer at man kommer inn i det.

Opplegget var lagt opp til at elevene hele tiden hadde noe å gjøre og at de skulle arbeide som forskere. En rolle som elevene var så inne i at de ikke hadde tid til å ha sosial prat med medelevene sine. Det Martine mener med *før* tolker jeg til hva de pleier å gjøre på laboratoriet, som er arbeid med ferdige oppskrifter. Så når elevene arbeider med ferdige oppskrifter så tuller og skravler elevene mye mer, arbeidet blir mer useriøst.

## 5.2 Elevenes muntlige aktivitet - ferdige oppskrifter versus utforskende arbeid

Det å arbeide utforskende var nytt for elevene, de har hatt en detektivoppgave på laboratoriet helt i starten av skoleåret. Under vår undersøkelse måtte kjemielevne arbeide som kjemikere og forskere, og bruke naturvitenskapelig arbeidsmetode for å løse detektivgåten. De måtte finne teorien og metodene selv, planlegge og gjennomføre forsøkene de ønsket å gjøre, vurdere og diskutere resultatene sine og fortelle om funnene sine til medelevene sine. Til

vanlig pleier elevene å få en fremgangsmåte/ferdig oppskrift med punkt for punkt hva de skal gjøre. I følge elevene var de vant til å få ferdige oppskrifter, som Nina forteller i intervjuet:

*«Vi pleier å få en fremgangsmåte, punkt for punkt hva vi skal gjøre. Så det pleier å ikke være så åpent. Her var det veldig åpent, men det også litt vanskelig i seg selv. Vi må tenke så mer selv, istedenfor når vi får foran oss hva vi skal gjøre».*

Det Nina synes er vanskelig med å ha åpne laboratorieforsøk er at hun må tenke mer selv. Når hun ikke får oppskriften foran seg som sier hva hun skal gjøre, så må hun og partneren tenke og finne ut hvordan de kan finne ut av det. Med utforskende arbeidsmåter måtte elevene gjøre og tenke, ifølge Dewey (Knain & Kolstø 2011) er dette måten elevene lærer: *læring oppstår først når det blir et kreativt samspill mellom gjøring og tenkning*. Da jeg spurte lærer Mari i intervjuet hva hun mente var den største forskjellen mellom å jobbe utforskende på laboratoriet og det å få en ferdig oppskrift, svarte hun:

*«Jeg tenker at elevenes tankeprosess. De sier det at de som har dyskalkuli, ofte så har man ikke dyskalkuli men at hjernen ikke tenker. De ser et regnestykke, men de tenker ikke på det. Jeg føler det blir litt det samme med kokebok-forsøk. De ser ting, de gjør ting, men de vet ikke hvorfor de gjør det. De ser ingen grunn til å tenke på det heller. De skal bare bli ferdig, fortrest mulig. Jeg tror de tenker mye mer og får aktivert hjernen på en helt annen måte når det er utforskende»*

Her sammenligner Mari dyskalkuli, det å ikke forstå matematikk, og det å ha en ferdig oppskrift på laboratoriet, for hun mener at elevene ikke tenker. Det Mari mener med at elevene ikke tenker, er at tankeprosessen til elevene ikke går videre fra hva de ser og hva de gjør til hvorfor. Elevene vet ikke hvorfor de gjør det de gjør på laboratoriet, altså de forstår ikke. Elevene arbeider på autopilot uten å forstå hva og hvorfor de gjør det. De manglende språklige ferdighetene hos elevene og det at elevene er uvant til å stille spørsmål og undersøke ved hjelp av det vitenskapelige språket kan være demotiverende på elever i naturfagene (Lee & Fradd 1998). Elevene *gjør* uten å *tenke*, så kommer Dewey (Knain & Kolstø 2011) inn igjen: For å oppnå læring så må elevene gjøre og tenke. Uten den ene eller den andre, så blir det vanskelig for eleven å få erfaringer. Lærer Mari så at en elev blomstret veldig av å arbeide utforskende:

*«Jeg så at Nina var virkelig i sitt ess i dag. Kanskje mer enn til vanlig. Fordi hun forstod mye og hadde en plan, og det var veldig klart for henne hva hun skulle gjøre».*

Nina og partneren hennes hadde en god og strukturert plan for hvordan de ville utføre forsøkene for å løse detektivoppgaven. I følge læreren er Nina til vanlig mer stille, og Nina sier selv at hun liker mer praktisk arbeid:

*«Jeg valgte kjemi fordi det er et veldig praktisk fag, og jeg interesserer meg for mer naturfaglige ting, kjemiske ting som det her og forsøk. Enn å sitte med politikk, rettslære og sånt. Vi gjør mye forsøk, det er gøy.»*

Praktisk arbeid på laboratoriet er det som Nina syns er gøy med kjemi. Hun syns det er forskjell på å arbeide utforskende mot ferdige oppskrifter, som vises her:

*«Når jeg får fremgangsmåte så skjønner jeg det ikke. Jeg går rundt og ikke skjønner noen ting. Nå skjønte jeg det, for jeg må tenke frem til det selv og skrive ned hva vi skulle gjøre selv»*

Nina forstår ikke oppskriftene og lærer derfor ikke noe av laboratorieøvelser med ferdige oppskrifter. Selv om det er vanskelig å arbeide så utforskende og åpent som de gjorde under denne detektivoppgaven, så forstod hun mye mer. Det at elevene må planlegge og skrive ned forsøkene selv, kan gjøre at forståelsen på laboratoriet og de vitenskapelige arbeidsmetodene blir tydeligere. Det Mari sier om at elevene gjør uten å tenke over hva og hvorfor de gjør det, kommer litt igjen i det Dina sier:

*«Jeg tror også det (utforskende arbeid) har noe med at det er nytt. Vi vet ikke hva som skal skje. Når det er en oppskrift så blir det mer «Tja, det går fint liksom». Vi vet at det skal gjøres. Vi trenger ikke forske så mye, slik som vi gjorde i dag kanskje».*

Dina vet at hun må gjøre laboratorieøvelsene, men *det går fint liksom*. Jeg tolker det dit at Dina ikke syns at laboratoriearbeid ferdige oppskrifter er så spennende, det er bare noe hun må gjøre. Hun forstår oppskriftene, men hun arbeider på autopilot. Laboratorieøvelsene i kjemi handler like mye om å bruke naturvitenskapelige metoder som det kjemiske innholdet i arbeidet. Det er flere kompetansemål i læreplanen for kjemi som går på lære naturvitenskapelig arbeidsmetoder. Læremålet for denne timen var også å *planlegge og gjennomføre forsøk, ha erfaring med å gjennomføre og tolke resultatene av påvisningsreaksjoner og beskrive observasjoner og bruke kjemifaglige begreper til å forklare disse*. Med ferdige oppskrifter så mener Dina at de ikke trenger å forske så mye, altså bruker de ikke like mye naturvitenskapelige metoder. Når Dina arbeider utforskende så vet hun ikke hva som skjer, og det gjør at hun og partneren hennes måtte forske. Både Nina og Dina mener



at det å arbeide utforskende gjorde at de lærte mer på laboratoriet. Nina lærte mer siden hun forstod mer og Dina lærte å forske mer.

I en ferdig oppskrift står det detaljert hva man skal gjøre for å oppnå det ønskede resultatet. Da betyr ikke observasjonene til elevene så mye. Under et utforskende arbeid så er elevenes observasjoner kritisk for å finne svar og løse oppgaven. Når elevene arbeider utforskende må begge elevene i gruppa passe på at samarbeidspartneren var med på hva som skjedde og kunne være med å observere. For eksempel når elevene skal hente utstyr og kjemiske stoffer så sier de ikke til partneren sin hva de henter, i form av begreper og navn. Nina forteller:

*«Hvis det står sånn punkter en, to, tre, så sier partneren min «jeg henter til tre». Mens nå var det mer fri tøyler, så da sier partneren min heller «jeg henter Fehlingsvæsken». Så vi snakket mer kjemisk i dag». (...) Man må være to om ting. Det var ikke sånn at jeg kunne kjøre på min egen vei, for da var ikke partneren min med. Det er var så frie tøyler, så da kunne ikke han lese i oppskriften hva jeg hadde gjort»*

Her viser Nina verdien av å samarbeide når man arbeider utforskende, *for man er to om ting*. Nina formidler her at kommunikasjonen mellom elevene er veldig hverdagslig når de har en ferdig oppskrift. Det blir ofte at de snakker om *den tingen der* eller at de skal hente utstyret til punkt tre. Det virker som om elevene selv er klar over at de kommuniserer veldig enkelt med ferdig oppskrifter. Med ferdige oppskrifter så kan elevene enkelt fordele ansvaret for hvem som skulle gjøre hva eller hvem som skulle gjøre hvilke punkter, for begge to kunne lese i oppskriften hva som skulle gjøres og slik henge med. Det kunne de ikke når de arbeidet utforskende, siden da visste ikke lengre partneren hva som ble gjort. Kommunikasjonen ble veldig viktig. Dialogen mellom elevene ble mer faglig og de begynte å bruke mer fagbegreper når de arbeider utforskende. Elise sa:

*«Tror vi snakket mer i dag enn når det er ferdiglaget oppskrift. For der står det absolutt alt hva vi skal gjøre. Nå er det mer sånn at vi vurderer først før vi gjør noe».*

Elise forteller her at hun og partneren hennes snakket mer under dette opplegget enn med ferdig oppskrift, for de måtte vurdere hva de skulle gjøre. Altså måtte de bruke språket til å uttrykke seg, slik som Dysthe og Vygotskji mener er viktig. Ifølge Vygotskji (1980) kommer læring og utvikling gjennom sosialt samspill, slik at eleven kan bruke språket som redskap. Dysthe (1995) sier at språk er sentralt i læringsprosessen og det å formulere seg en viktig del av sammenbindingsprosessen mellom ny kunnskap og det en allerede kan.

Jeg så at elevene diskutere og vurdere forsøkene de gjorde og resultatene de fikk. Begge elevene i gruppa var med på å observere og bruke sansene sine. I planleggingsfasen så måtte partnerne bli enige om hvordan de skulle gå frem for å finne ut hvilket organisk stoff som var i hvilket glass. Martine forklarer at når de får en oppskrift så får de på en måte vite hva som skal skje videre, når det var utforskende så var det mer 'hva skjer nå?' og 'wow'-følelse. Det at elevene ikke vet hva som skjer forsterker inntrykkene og observasjonene deres.

### 5.2.1 Sanser - «Hvorfor må det lukte så grusomt?»

Dette var elevenes første møte med organisk kjemi i faget kjemi. Organisk kjemi er kjent for å lukte alt i fra veldig godt til veldig vondt og er kjent for reaksjoner med synbare endringer. Reaksjoner som viser tydelige fargeendringer og bunnfall. Det var to lyder som gikk veldig mye igjen når elevene gjorde forsøkene sine, det var brekningslyder og latter, og da gjerne om hverandre (se lenger ned i dialoger mellom Dina og Julie på side 53). Når jeg spurte elevene i intervjuet hva de husket best fra hva det hadde gjort under opplegget, svarte de å sanser. Nina og Elise nevnte:

*«Det er gøy når det kommer nye farger og man ser at ting reagerer. Brom har en sterk farge og så blir den helt gjennomsiktig»*

---

*«Det å lukte var ganske spesielt, er ikke ofte man får lukte i andre forsøk.»*

Det å kunne observere endringen i stoffer gjennom reaksjonene gjør at elevene enklere kan sette ord på hva som skjedde: Brom var brun og ble helt gjennomsiktig. Det å skulle sanser noe som man får beskjed om blir kanskje ikke like interessant, sammenlignet med om det kommer mer som en overraskelse og elevene får en *wow-følelse*. Det at elevene ikke visste hvilke resultater som ville komme, førte til at observasjonene deres ble viktige. Siden elevene skulle ha et forskermøte på slutten av dagen, der de skulle fortelle hva de hadde gjort og hva de hadde funnet ut, så måtte de dokumentere observasjonene sine. Det at elevene var flinke til å dokumentere observasjonene sine synes læreren var en god trening i å arbeide naturvitenskapelig. Siden elevene skulle fortelle om observasjonene sine, så tvang det elevene til å bruke sansene sine mer under forsøkene. Sansene forsterket *erfaringene* elevene gjorde seg på laboratoriet, som er viktig for læring. Det sanselige var også det som elevene husket best fra laboratorieøvelsen.

### 5.2.2 Redd for å gjøre feil

Kjemielevene var mer kjent med hvordan de skulle arbeide under dette opplegget, siden de er halvveis gjennom faget og de har hatt en liknende detektivoppgave på laboratoriet tidligere.

Nina mente at:

*«Nå var det lettere enn første gangen, for nå visste vi mer hva vi kunne gjøre».*

Det at det var lettere for elevene å arbeide med detektivoppgaven nå sammenlignet med første gangen disse elevene hadde en slik detektivoppgave på laboratoriet, kan tyde på at utforskende arbeidsmåter må læres for at elevene skal få størst mulig utbytte. Det hjelper å ha mer erfaring med laboratoriearbeid. Elevene må lære seg å arbeide strukturert og naturvitenskapelig. Lærer Mari kommenterer at det var de gruppene som var mest strukturerte som arbeidet best og raskest.

*«Det var veldig tydelig at to grupper var strukturerte på hvordan de gjorde det. Den siste gruppa hadde ikke en så god plan på en måte. De viste jo meg planen, og jeg så jo at det ikke var helt gjennomtenkt rekkefølge og sånne ting, men samtidig hvor mye skal man veilede dem?»*

Hvor mye man skal veilede elevene er et viktig spørsmål som alle lærere stiller seg når elevene arbeider utforskende. Dette er fordi lærerrollen har endret seg til veileder. Det kan være vanskelig som lærer å ikke styre elevene for mye og gi de nok spillerom. Martine og Elise var den gruppa som ikke hadde en så god plan og de brukte litt for lang tid på enkelte forsøk. De endte med å ikke sette navn på alle glassene. Mari var klar over dette og valgte å ikke styre de alt for mye i riktig retning:

*«Jeg kunne sikkert styrt den litt trege gruppa, men samtidig så lærer de av å ikke få det til også»*

Mari tok avgjørelsen om å heller gi elevene mer spillerom enn å vise de veien. Elise synes det var litt kjedelig å bruke så mye tid på noe som ble feil, men følte likevel at hun satt igjen med lærdom:

*«Det er ganske lærerikt, hvis man gjør noe feil så lærer man hva man egentlig skulle gjort»*

Elise lærte av sine feil, for hun så hva hun egentlig skulle gjøre. Selv om det var feil, så er det fortsatt erfaringer. I intervjuene og i lydopptaket av Julie og Dina kommer det frem at elevene

er redd for å gjøre feil når er de på laboratoriet. Dette kan være en stor ulempe når de skal arbeide mer utforskende. Nina forteller:

*«Vi hadde veldig frie tøylar, så det kunne hende vi gjorde noe i en helt feil retning. Og der er jo veldig kjipt, når alt er feil og du må gjøre det på nytt».*

Det å være redd for å gjøre noe feil og må gjøre det på nytt kan hindre elevene i å prøve ut ting. Når man bruker en ferdig oppskrift, så kan det bli mer tydelig hvor man har gjort feil. I utforskende arbeidsmåter, så er det ikke like lett å se om, hvor og når man gjorde feilen. Dina forteller:

*«Det som var utfordrende var når du prøvde en test og så var det positivt på flere ting. Så da måtte vi finne ut av hvilke tester vi skal prøve nå. For å finne ut hvilket som var det riktige stoffet».*

Elevene måtte diskutere seg imellom og finne andre tester for å løse oppgaven og om de hadde nok kunnskap og resultater for å eliminere noen stoffer. Kanskje trodde noen elever at når de fikk flere positive utslag på en test, så hadde de gjort noe feil?

Det var ikke mens elevene arbeidet med forsøkene sine at de var redd for å gjøre feil. Jeg observerte at mens elevene planla forsøkene sine, så ønsket de å forsikre seg om at de valgte riktig metode. De dobbeltsjekkete med partneren og prøvde å spørre læreren. Før elevene kunne begynne med forsøkene sine, så måtte læreren godkjenne planen. Her kommet to utsnitt av intervjuene mine om det å planlegge testene:

Jeg: Hva syns dere om å planlegge testene?

Nina: Veldig smart. For da hadde vi ikke kommet oss videre.

Elise: Spesielt når læreren kom og godkjente planen

Nina: Ja, det var kjekt å vite at man ikke var helt på bærtur. Litt mer trygghet.

---

Jeg: Hva syns dere om å planlegge testene? Og at læreren deres skulle se på det?

Julie: Jeg syns det var veldig greit. (Dina: Mhm) Vi fikk en god oversikt (Dina og Martine: Ja).

Martine: Vi ble litt mer sikker på hva vi skulle gjøre.

Jeg: Hvordan ble du sikker?

Martine: Da skrev vi ned, for eksempel hva vi trengte og hvilke metoder og «så mange dråper brukte du av det». Det gjorde oss litt mer sikker, slik som når vi får en oppskrift

(Julie: Ja).

Dina: Også bekreftelsen av læreren vår og at det var betryggende på en måte. (Julie: Ja)

Elevene likte at læreren måtte godkjenne planen deres, det var en trygghet. Da vet elevene at det skal mye til for at de gjør noe feil, og de har ikke lyst til å gjøre noe feil. Martine sier når hun måtte skrive ned hvordan hun og partneren hennes ønsket å arbeide, med metoden, så ble det som en oppskrift. Dette gjorde Martine og partneren hennes mer sikker i arbeidet deres. Slik jeg tolker dette så er ferdige oppskrifter noe som er trygt. Nina sier at om hun og partnerens hennes ikke hadde planlagt forsøkene, så hadde de ikke kommet seg videre. Om det er fordi de ikke visste hvordan de skulle angripe oppgaven eller fordi de var redd for prøve noe som kunne føre dem, som Nina sier det, på bærtur er ikke godt å si. Uansett så skulle elevene planlegge og gjennomføre forsøk, som var et av læremålene for timen. På slutten av timen så hadde alle elevene et forskergruppemøte, hvor de skulle diskutere metodene og resultatene sine.

Jeg: Hva syns dere om den forskergruppa som vi hadde? Fortelle om resultatene og diskutere litt mellom gruppene.

Nina: Jeg syns det var smart. Da får vi vite hva de andre har gjort og kanskje hvis vi har gjort noe feil så har de kanskje gjort noe som var riktig, så da kan vi diskutere hva som er riktig sammen.

Elise: Det er lærerikt også. Vi får en oppsummering av det vi har gjort.

---

Jeg: Hva syns dere om forskergruppa?

Julie: Det var litt med bekreftelse. Vi visste sånn egentlig ikke om det vi hadde faktisk var rett.

Dina: Ja, og så var det litt artig å vite hva de andre tenkte når de gikk gjennom planen.

Vi visste jo hva vi tenkte, men visste ikke hva de andre tenkte. Så det var litt artig.

Selv om elevene kom frem til sine resultater, så stolte de ikke helt på seg selv. Her fikk elevene bekreftelse fra de andre elevene om at de hadde fått de samme resultatene. Nina forteller at gruppene kunne diskutere og sammen finne riktig svar. Dette kan sees sammen med det Vygotskji (1980) sier om læring og utvikling gjennom sosialt samspill og utvikling av den proksimale utviklingssonen. Sammen kan elevene bruke språket til å strekke seg enda lengere etter læring og utvikling, enn hva de klarer alene.

### 5.3 Hverdagsbegreper blir til fagbegreper

I det følgende sitatet fra laboratoriearbeidet driver Julie og Dina med å lukte på de ulike glassene for å se om de gjenkjenner noen lukter, og dermed kan eliminere ut noen stoffer før forsøkene. Hvis de klarer å identifisere noen stoffer på lukten, trenger de ikke teste disse glassene i alle forsøkene. Dette er første testen de gjør, før de begynner med de andre forsøkene.

Julie: (Lukter på en flaske) Åh! ... Det lukter litt som, dette her er neglelakkfjerner tror jeg \*ler litt\*

Dina: (Lukter på samme flaske) Ja, det her er neglelakkfjerner.

Julie: (...) Åh, jeg blir hjernedød... \*latter fra hele klassen\* (Lukter på neste flaske) \*Små brekningslyder\* dette er sprit tror jeg

Dina: \*Ler\* jeg vil ikke lukte etter deg nå. (Lukter) kanskje det er ... \*brekker seg\*

Julie: \*ler av Dina\*

Dina: Det her lukter jo neglelakkfjerner da

Julie: Nei? Da må vi sammenligne de vi tror er neglelakkfjerner.

Julie og Dina beskriver en lukt som «neglelakkfjerner», dette er hverdagsbegrepet som de har på den lukten for keton. «Sprit» kan være hverdagsbegrepet som Julie bruker på alkohol. Dette er en overgang mellom å bruke hverdagsbegreper til å bruke fagbegreper som vises videre i samtalen mellom dem:

Julie: På 1' ern, det vet vi er et keton. Men det gir ikke noe mening

Dina: Hvorfor ikke?

Julie: For du sa nettopp at neglelakkfjerner er et keton.

Dina: Oi! Jeg mente at neglelakkfjerner er et aaaal ... dehyd. Kan neglelakkfjerner også være aldehyd? Hyd. Aldehyd?

Mari: Alt som er upolart vil kunne løse neglelakk.

Dina: Aw man!

Julie: Jeg tror propanon er neglelakkfjerner.

Dina: Tror du det?

Julie: Ja, det er det ...

Mari: Et annet ord for keton er aceton, og det er neglelakkfjerner.

Her prøver Dina seg på fagbegrepet aldehyd. Det kan se ut som om hun begynner på ordet, *aaaal...*, men må sjekke tabellen for hvordan resten av ordet skal være, ... *dehyd*. Hun

korrigerer seg også fra *aldehyl* til *aldehyd*. Begrepsrepertoaret til Dina og Julie blir større, hvor utviklingen av hverdagsbegrep til fagbegreper. Lærer Mari støtter opp under elevene, for å få de på riktig tankegang. Hun bruker fagbegrepene keton og aceton og binder de til hverdagsbegrepet neglelakkfjerner som elevene bruker. Elevene støtter seg også på hverandre. Julie og Dina stiller hverandre spørsmål for å forsikre seg at begge to er enige om at det de sier er riktig. Som for eksempel at Julie sier at propanon er neglelakkfjerner, og Julie spør for å forsikre seg om at Julie er sikker.

Under forskergruppemøtet så skulle en og en elev presentere ett resultat og hvordan de kom frem til dette resultatet, slik som Elise og Dina gjør under her. Elevene begynte å stille hverandre spørsmål. Her har jeg to eksempler:

Elise: Nr. 2 var i alle fall syre. Vi målte da pH. Vi fant ut at pH'en skulle være rundt 3, og vi fikk pH på rundt 2.

Dina: Målte dere pH på alle sammen?

Elise: Nei, vi målte bare på den to'ern. Vi visste at etansyre var eddiksyre, og vi luktet eddiksyre.

---

Dina: Propanon er nr. 6. Det fant vi ut via to-komma-fire-di-løsningen, og vi stod mellom to stykker. Fordi først så luktet vi og to stykker luktet neglelakkfjerner. Og vi visste at neglelakkfjerner ... Var det seks som var keton?

Julie: Mhm

Dina: Vi visste at keton hadde acetat i seg ... Aceton i seg, tulla, og i neglelakkfjerner er det aceton. Derfor luktet vi neglelakkfjerner. Så vi brukte to-komma-fire-di på de to som luktet neglelakkfjerner. Og så fikk vi bunnfall på nr 6. Da vet vi det at det var keton.

Nina: Hvordan så bunnfallet ut?

Dina: Gult

Ifølge Kaja Østenfor (2012) viser det at elevene stiller hverandre spørsmål at de er trygge og engasjerte. Det at elevene begynte å stille hverandre spørsmål viser også nysgjerrighet og høyere ordens tenkning innen realfag. Det er også viktig innen utforskende arbeidsmåter og naturvitenskapelige arbeidsmetoder.

### 5.3.1 Forståelse og viktige begreper

I intervjuene ble elevene delt inn i to grupper. Disse to gruppene hadde læreren lagd på forhånd: Den ene gruppa så hun på som muntlig sterke, som bestod av Dina, Martine og Julie, og den andre gruppa som mindre muntlig sterke, som bestod av Nina, Elise og Thomas. Her kommer jeg til å sammenligne de to gruppene, for å se om det var en forskjell mellom de, og læreren.

Jeg: Hvilket ord synes dere er viktig i denne labøvelsen her eller temaet her organisk kjemi?

Dina: Lukt

Julie: Det var veldig mye med sånn bindinger, enkeltbindinger, trippelbindinger, karbonbindinger, hydrogenbindinger.

Dina: Mye bindinger.

Martine: Karbon tenker jeg er viktig. Det er jo det stoffet som går igjen i alle.

Den muntlige sterke gruppa, ifølge læreren, kom med begreper som lukt, som er viktig når man observerer, bindinger, som er viktige egenskaper som skiller de ulike organiske stoffgruppene og karbon som er hva organisk kjemi handler om. Disse elevene kom ikke med noen navn på organiske stoffgrupper. Den muntlige svake gruppa måtte tenke litt etter for å komme på noen begreper fra dagens time

Jeg: Hvilke ord eller begreper vil dere si er viktig for denne labøvelsen her og temaet organisk kjemi? (Elevene er stille) Kommer dere på noen begreper dere har brukt i dag?

Nina: Reagensglass ... Men det er mer sånn generell kjemi som også kommer i sosial snakk.

Jeg: Husker dere noen av de stoffgruppene dere hadde i dag?

Elise: OH-grupper

I: Hva er det for noe?

Elise: Alkoholer.

Nina: Hydroksyl, det var det der tertiær, sekundær

I starten klarte ikke disse elevene å komme på noen begreper fra timen. *Reagensglass*, er som eleven sier selv noe som er generell kjemi og ikke organisk kjemi. Når jeg kom inn på stoffgruppene elevene hadde hatt den dagen, så kom de litt forsiktig inn på alkoholer.



Hydroksyl er det kjemiske navnet på OH-delen av alkohol molekylet. Når jeg spurte Mari om hun hadde noen formening om hva kjemiskråket er, så svarte hun:

«Det handler om å addere brom, ... man kan snakke om at man adderer brom til dobbeltbindingen».

Ifølge læreren er det å si *addere brom til dobbeltbindingen* på et høyere kjemisk nivå, enn det disse elevene er på nå. Det er hit læreren vil at elevene etter hvert skal komme senere i kjemi 1 faget eller i kjemi 2. Det var ikke mål for denne timen, men et mål for fremtiden. Andre begrepene som lærer men synes var viktig for dette temaet og denne øvelsen var *reagere*, de ulike stoffgruppene, observasjon, bunnfall og *addering* av brom. Det eneste som elevene og læreren hadde av like begreper av *observasjon* og *lukt*. Elevene er ennå i bli-kjent-med-begrepene-fasen og har et stykke igjen for å uttrykke seg som kjemikere.

## 6. Diskusjon

I denne casestudien har jeg ønsket å belyse «**Hvordan støtte den læringsfremmende muntlige aktiviteten hos kjemielever på videregående skole ved å arbeide mer utforskende på laboratoriet?**» Her vil jeg ta opp de sentrale funnene mine og diskutere dem i lys av relevant teori for å svare på denne problemstillingen. Jeg har valgt å dele opp diskusjonen i forskningsspørsmålene mine:

- **Hva kjennetegner den muntlige aktiviteten til elevene når de arbeider utforskende?**
- **Hvilke støttestrukturer kan fremme den læringsfremmende muntlige aktiviteten når elevene arbeider utforskende?**

### 6.1 Hva kjennetegner den muntlige aktiviteten til elevene når de arbeider utforskende?

Lærer Mari sa at dette var en muntlig og skravlete klasse av natur, som hun trodde hadde mye med klassesammensetningen og klasse miljø å gjøre. Jeg merket fort at dette var en trygg klasse, med elever som trivdes. Mari gikk ikke inn for å øve muntlig aktivitet, hun følte det kom naturlig i denne klassen. Det er viktig å vite at all muntlig aktivitet er ikke nødvendigvis *god* muntlig aktivitet. Det at elevene er muntlig aktive, betyr ikke at de snakker om er fag. Generelt er ikke elever flinke til å bruke faglige begreper når de snakker fag (Paus et al. 2013; Sørnum 2014; Ødegaard & Arnesen 2010). De kjemielevne som deltok på vår undersøkelse sa at de pleide å tulle og skravle mye mer når de brukte ferdige oppskrifter. Forskning viser at norske elever har en dårlig begrepsforståelse og en dårlig evne til å forstå og tolke naturvitenskapelige prosesser (Paus et al. 2013; Ødegaard & Arnesen 2010). Dette tror jeg kan ha noe med at elevene ikke øver muntlige ferdigheter i undervisningen og at de ikke bruker fagspråket, i dette tilfelle kjemispråket.

Trenden blant lærere er å legge lite vekt på de grunnleggende ferdighetene, ifølge NIFU-rapporten, selv om Utdanningsdirektoratet (2012) sier de grunnleggende ferdighetene skal komme frem i undervisning i alle fag på alle trinn. Dette kan igjen ha en sammenheng med den mangelfulle bruken av muntlig aktivitet generelt, og spesielt i kjemiundervisningen. Muntlig aktivitet i kjemi er bruk av kjemispråket i praksis, i tale og samtale. Den tradisjonelle kjemiundervisningen domineres av en enveiskommunikasjon fra lærer til elevene (Ringnes 2005b). Kjemitimene består av forelesninger av læreren og oppgavejobbing, så det er på laboratoriet at elevene har friheten til å snakke. Problemet er at kommunikasjonen mellom

elevene blir veldig hverdagslig og med lite fagbegreper (Bjønness et al. 2011). Ifølge Dysthe (1995) så må læreren stille de gode spørsmålene, i stedet for å gi det gode svarene. Kjemilæreren i denne undersøkelsen gikk inn for å prøve og stille de gode spørsmålene til elevene sine. Dette var for å fremme elevenes utforskning og for å få elevene til å snakke og diskutere mer. Blir samtalen for enveiskjørt er det læreren som snakker, og ikke elevene. Da lærer ikke elevene å bruke fagbegreper til å uttrykke seg (Dysthe 1995). I Norge er det mest vanlig med ferdige oppskrifter på laboratoriet (Ringnes 2005b). Konsekvensen av å bare ha ferdige oppskrifter på laboratoriet er at elevene begynner å arbeide på rutiner og ønsker å bare bli fortrest mulig ferdig. Dette uttrykte også elevene i denne undersøkelsen. Siden elevene også er vant med fra undervisningen å få svar på spørsmålene sine, så spør heller elevene læreren enn å finne svaret selv. I denne undersøkelsen så ble elevene raskt satt til å finne ut av teorien og påvisningsmetoden for forsøkene sine. Elevene prøvde å finne svarene selv, før de spurte læreren. Selv da, så fikk de ikke alltid de gode svarene. Det å finne svar selv er grunnlaget for å arbeide utforskende (Dysthe 1995). Studier har vist at elever synes det er krevende å forstå teori og knytte det til praktisk arbeid (Abrahams & Millar 2008). Rutinearbeidet på laboratoriet med ferdige oppskrifter kan føre til at elevene bare *gjør* for å gjøre. Det å bare *gjøre* fører til at elevene ikke trenger å uttrykke seg med sammenhengende setninger og riktige begreper (Roth & Lawless 2002). Det blir slik at elevene sier at de skal hente utstyret til punkt tre i oppskriften.

Siden den muntlige aktiviteten er så lav ved bruk av ferdige oppskrifter på laboratoriet så vil ikke elevene blir utfordret nok faglig og slik får de ikke utviklet sin proksimale sone, slik som Vygotskji (2001) sier er viktig for læring. Ved bruk av ferdige oppskrifter på laboratoriet så vil elevene reflektere i liten grad (Ringnes & Hannisdal 2006). Den erfaringen de gjør seg er liten, siden de bare følger en ferdig oppskrift. Dewey (2013) mente at man lærer når man gjør noe og samtidig som man prøver å forstå det. Erfaringer av praktisk arbeid koblet til fagkunnskap skaper læring. Dette var også tilfellet hos elevene i vår undersøkelse. Når Nina fikk ferdige oppskrifter på laboratoriet så fikk hun bare gjort seg erfaringer. Disse erfaringene ble ikke koblet til noe fagkunnskap, og slik ble læringen hennes liten. Når Nina arbeidet utforskende fikk hun koblet fagkunnskapen til erfaringene hun gjorde og dermed ble læringen hennes større, ifølge henne selv. Dette kan kobles til det Frøydis Hertzberg (2006) sin artikkel *Du vet ikke hva du har skjønt før du kan sette ord på det*. I denne artikkelen skriver Hertzberg at for å fremme læring hos elevene, så burde elevene få uttrykket seg i små skrive-oppgaver. Nina sier at hun endelig skjønte hva hun gjorde på laboratoriet, fordi hun måtte tenke seg frem

til det selv og skrive ned hva hun og partneren hennes skulle gjøre. Jeg tror også kommunikasjonen mellom Nina og partneren hennes var en viktig rolle for forståelsen til Nina.

Både læreren og elevene var enige om at elevene hadde god faglig muntlig aktivitet under opplegget. Dette samsvarer med funnene til Wilson et al. (2010), hvor elever som ble undervist med utforskende arbeidsmåter viste mer kunnskap, vitenskapelig resonering og argumenterte bedre. Samsvarer også med funnene til Lee (2005, som viser at utforskende arbeidsmåter støtter elevenes språkutvikling og Smestad (2009) som viser at elever reflekterer mer når de får spillerom i åpne forsøk. Elevene og lærer Mari synes det var mer muntlig aktivitet enn når elevene fikk ferdige oppskrifter på laboratoriet. Elevene hadde god kjemiprat og de brukte fagbegreper når de snakket, selv om de noen ganger leste fra teorien. Elevene satt ord på observasjonene deres og de diskuterte med partneren sin hva de skulle gjøre og hva resultatene kunne bety. Fikk de flere positive resultater på forsøkene sine, så måtte de finne ut hvordan de kunne eliminere stoffene videre. I forskergruppemøtet så presenterte elevene hvordan de hadde funnet ut hvilket organisk stoff som var i hvilken glassflaske, de diskuterte med de andre gruppene og de stilte hverandre spørsmål. Elevene brukte kjemispråket. Ifølge følge Markic et al. (2013) er språket noe som kan fremme læring generelt, og i kjemi spesielt. Det har vært lite fokus på å bruke det vitenskapelige språket i kjemi. De manglende språklige ferdighetene hos elevene og det at elevene er uvant til å stille spørsmål, undersøke og rapportere resultater ved hjelp av det vitenskapelige språket kan være demotiverende på elever i naturfagene (Lee & Fradd 1998).

Det sosiale samspillet som var mellom elevene på gruppene førte til læring og utvikling, dette henger i samsvar med det Vygotskji (2001) mener. I tillegg er språket med på å utfordre elevenes slik at deres proksimale utviklingssone utvider seg. Den proksimale utviklingssonen vil kunne utvide seg mer sammen med andre, enn alene, på grunn av samarbeid og uttrykke seg muntlig (Vygotskji 2001). Siden temaet organisk kjemi i faget kjemi var nytt for elevene, lå undervisningen og begrepene over det nivået elevene var på. Elevene hadde hørt noen organiske begreper før på ungdomsskolen og i hverdagsspråket, som for eksempel alkohol og syre, og elevene kunne også en del generelle kjemibegreper. Begrepene var dermed ikke utenfor deres proksimale sone, men elevene måtte strekke seg for å bruke de (Imsen 2014).

### 6.1.1 Elevene bruker fagbegreper

Til vanlig så uttrykker elevene sine tanker og ideer ved å bruke morsmålet sitt, men når de skal ha kjemi så må de endre språket de skal tenke og uttale seg i. Hverdagsspråket må endres til kjemispråket. Begreper kan få en helt annen betydning og ord kommer kanskje ikke like naturlig. Martine sier at det er vanskelig å snakke fagbegreper naturlig. Julie sa at hun syns de hørtes så veslevoksen ut når de prøvde å bruke fagbegreper. Hverdagsbegrepene til elevene har ikke fått utviklet seg godt nok til fagbegreper, slik at fagbegrepene kommer mer naturlig i samtalen til elevene. Vygotskji (2001) skiller mellom egne, spontane hverdagsbegreper og presise fagbegreper. Hverdagsbegrepene er noe elevene bruker for å bygge opp fagbegreperepertoaret sitt. Dette henger også sammen det det Dysthe (1995) sier om at språket står sentralt i læringsprosessen og det å formulere seg er en viktig del av sammenbindingsprosessen mellom ny kunnskap og det en allerede kan. Den nye kunnskapen er her de nye fagbegrepene og de skal bindes med det elevene allerede kan. For å lære de nye begrepene, må elevene bruke språket til binde kunnskapen sammen. Dette kan sees i samtalen mellom Dina og Julie når de lukter på glassene med forskjellige organiske stoffer og i forskergruppemøtet. Her er det også en overgang mellom å bruke hverdagsbegreper som *neglelakkfjerner*, *sprit* og *eddik* til fagbegreper som *aldehyd*, *keton* og *eddiksyre*. Julie tar også i bruk det kjemiske navnet for stoffet *propanon*, som er et keton og Elise tar i bruk navnet *etansyre* som er en syre. Dina prøver seg på begreper *aldehyd*, dette er et begrep som hun ikke har brukt før og man kan se at hun prøver å uttale det riktig og retter på seg selv.

Kjemispråket må brukes, begrepene og betydningen av de må øves og læres. Dette skjer ikke over natten og burde hele tiden være et fokus i undervisningen. For å lære seg språket, her kjemispråket, må ferdigheten muntlig brukes i form av lytte, tale og samtale (Utdanningsdirektoratet 2012). Lytte, tale og samtale er en forutsetning for utforskende samtaler der kunnskap skapes og deles. I denne undersøkelsen fikk elevene trent seg på dette. De lyttet, talte og samtalte med partneren sin og de lyttet og talte til medelevene sine under forskergruppemøtet.

Dessverre er kommunikasjonen i den tradisjonelle kjemiundervisningen ganske enveiskjørt, fra lærer til elev (Ringnes 2005b). Læreren ønsker å komme seg gjennom hele læreplanen før eksamen. Av erfaring kommer øving til eksamen de siste timene før eksamensdagen. Selv om elevene kommer seg gjennom hele læreplanen, så øver de lite muntlige ferdigheter og blir dermed mindre kjent med kjemi som språk. Elevene i denne undersøkelsen var veldig klar over at kjemi har muntlig eksamen og de vet at de må bruke kjemifagbegreper der. Vygotskji

(1980) mener at fagbegreper er ikke pugging, det er en påbygging av hverdagsbegrepene. For å bygge på hverdagsbegrepene så må elevene uttrykke seg sosialt. Dette henger også med det Dysthe (1995) sier om språk og læringsprosessen. Elevene må få muligheten til bruke språket aktivt. Begrepene de pigger vil ikke henge sammen med hverdagsbegrepene deres og det blir vanskeligere å forme ny kunnskap. Et av mine funn er at kjemispråket og fagbegrepene ble øvd.

Det at elevene kan si at man *adderer* brom til dobbeltbindingen er nivået som lærer Mari ønsker at elevene skal komme til. Det at elevene kan strekke seg mot dette kjemibegrepsnivået kan sees i sammenheng med Vygotskji (2001) sin teori om den proksimale utviklingssone. Alene vil ikke en elev velge å si at *addere* brom, men via samarbeid og uttrykke seg muntlig sammen med en annen elev (eller læreren) så vil eleven flytte grensen for hva han/hun vil forstå.

### **6.1.2 Elevene gjør og snakker om det**

Det å bare gjøre for å gjøre eller tenke for å tenke vil gi lite læring og forståelse. Slik blir det ofte i kjemi, der elevene *gjør* på laboratoriet og *tenker* i undervisningen. Det er ingen samspill. Dewey (2013) sier at for å lære så må det være et samspill mellom gjøring og tenkning, der den som lærer prøver ut ulike forståelsesmodeller. For at elevene skal klare å se sammenhengen mellom makro- og mikronivåene i kjemi, så er det en fordel at undervisningen legges opp til å kunne se sammenhengene og at det snakkes om det på kjemispråket. For eksempel at bromen går fra å være brun til å bli gjennomsiktig når den reagerer med et alken eller et alkyn, som er makronivået. Dette observerte elevene i denne undersøkelsen, og var noe av det de husket best fra selve opplegget. Elevene gjorde forsøkene, observerte reaksjonene og resultatene, og diskuterte dette med partneren sin. Jeg kan ikke si noe om hvordan dette makronivået ble koblet til mikronivået i denne klassen, siden dette var etter undersøkelsen. På mikronivå bruker man reaksjonslikninger til å forklare adderingen av brom til dobbelt- eller trippelbindingen på alkenet/alkynet. Elevenes egne observasjoner på makronivå styrker teorien på mikronivå. Om alt forklares på mikronivå, og ikke kobler det til makronivå så mister man sammenhengen. Da blir ikke de forskjellige kjemibegrepene knyttet sammen og de blir i stedet to forskjellige verdener.

Selve gjøringen for dette opplegget var når elevene skulle utføre forsøkene sine. Til vanlig når disse elevene har laboratoriearbeid så får de ferdige oppskrifter. Ofte så ønsker elevene bare å

bli ferdig med slike laboratorieøvelser, for det er rutinearbeid. Kommunikasjonen mellom elevene i denne undersøkelsen når de arbeider med ferdige oppskrifter er hovedsakelig at de forteller partneren sin at de henter utstyret til et punkt på oppskriften. Elever snakker mye sammen når de arbeider på laboratoriet, men en stor del av snakkingen omhandler sosial prat og det lille faglige er om det praktiske rundt forsøket de skal gjøre (Bjønness et al. 2011). Samarbeidet og kommunikasjonen mellom elevene i denne undersøkelsen ble bedre av å arbeide utforskende. Siden elevene måtte passe på å få med seg partneren sin på opplegget, så måtte de kommunisere bedre. Laborariepartnerne måtte prate mye mer med hverandre. Både for å diskutere og vurdere resultater og fremdrift, men også for at begge to skulle vite hvor i løpet de var. Ifølge Dysthe (1995) er dette en flerstemmig læringsdialog, hvor elevene får uttrykke og prøve ut sine ufullstendige tanker og forståelser.

### **6.1.3 Elevene var usikre var redd for å gjøre feil**

En ulempe når elevene arbeider utforskende og ikke har så mye erfaring med det, er at de blir redd for å gjøre feil. Dette kan hemme elevene i å prøve ut enkelte forsøk, for de vil ikke bruke tid på noe de ikke vet gir riktig svar. Elevene i denne undersøkelsen ytret at det var kjedelig å bruke tiden sin på noe som var feil. Elevene må også lære seg å bli strukturerte i arbeidet sitt. Læreren fortalte at det var de elevgruppene som var mest strukturerte i arbeidet sitt, som arbeidet best på laboratoriet. Har ikke elevene en god plan så kan det gå ut over arbeidet, slik som Martine og Elise erfarte. Disse to jentene rakk ikke å fullføre alle forsøkene sine, og dermed fikk de ikke konkludert hva alle de organiske stoffene var. Selv om Martine og Elise gjorde feil, så sa de at de satt igjen med læring og ikke minst erfaring. De måtte finne ut hva de hadde gjort feil og hva de skulle gjort i stedet. Erfaringen med å gjøre feil, kan kanskje føre til at de ikke gjør denne feilen igjen.

Utforskende arbeidsmåter er ikke et magisk opplegg som lages av seg selv og hvor elevene blir automatisk nysgjerrige og får stort læringsutbytte. Det må øves av lærer og elevene (Deters 2004; Dibiase & McDonald 2015; Østenfor 2012). Elevene må vendes til den mer komplekse arbeidsmåten, slik bli vant til stille spørsmål og formulere en problemstilling, bli vant til å bruke teori til å finne ut hvilken metode de skal bruke for å få resultater og svare på problemstillingen sin. Nina fortalte at det å arbeide utforskende under dette opplegget var lettere enn den detektivoppgaven de hadde hatt i starten av skoleåret. Elevene hadde mer erfaring med laboriearbeid generelt og de viste bedre hvordan de skulle arbeide. Elevene må øve seg på å utforske på egenhånd og arbeide autonomt (Bjønness et al. 2011). Resultatet

fra vår undersøkelse tyder på at elevene arbeider mer autonomt når de arbeider utforskende og at utforskende arbeidsmåter blir lettere med erfaring.

De elevene som deltok på vår undersøkelse beskrev laboratorieøvelser med ferdige oppskrifter som kjedelig, men trygt. Trygt fordi da visste man at man ikke gjorde noe feil. Trygt i den forstand at elevene får vite nøyaktige hva de skal gjøre for å få det ønskede resultatet. Hvor kommer denne frykten fra? Er det bare elevene som ikke vil bruke sin dyrebare tid på noe som potensielt ikke gir læring. Hva gjør elevene så opphengt i tiden? Stresser de selv fordi de har så mye å gjøre på skolen eller får de det fra læreren som stresser over å komme gjennom alle kompetansemålene? Noen ganger fikk elevene flere positive resultater på et forsøk. Kan det være at noen elevene trodde de hadde gjort noe feil, siden de ikke fikk ett svar? Dette hadde det vært interessant å finne ut av.

Tid er ikke noe problem ved utforskende arbeidsmåter ifølge Wilson et al. (2010) som sier at man ikke trenger å komprimere kvaliteten av undervisningen for å øke elevopplæringsnivået. Jeg tror ikke lærerne og elevene vil si seg enige der, men jeg tror nok at når læreren først har lært seg hvordan lage utforskende opplegg og har laget opplegg som var suksessfulle, så har læreren gjort mye av jobben sin for fremtiden. Dermed har læreren spart masse tid. Utforskende arbeidsmåter kan gi et så godt læringsutbytte at det tar igjen for den «tapte» tiden (Wilson et al. 2010). I Ludvigsen rapporten (Kunnskapsdepartementet 2015) kommer det frem ønsket om å kutte ned på kompetansemålene og at elevene skal i stedet drive mer med dybdelæring. Ved å kutte ned på kompetansemålene vil lærerne få bedre tid og stresset med å rekke å komme seg gjennom alt pensumet vil forhåpentligvis gå ned. Dette kan bli positivt for utforskende arbeid, som virkelig går ned i dybden på et tema. Kanskje vil flere lærere bli interessert i å prøve ut utforskende arbeidsmåter for å variere på laboratorieøvelsene til elevene.

## 6.2 Hvilke støttestrukturer kan fremme den muntlige aktiviteten når elevene arbeider utforskende?

Støttestrukturer som ble brukt under vår undersøkelsen var en tabell, mal for planlegging av forsøkene og forskergruppemøte. Elevene var fornøyde med støttestrukturene de fikk. Tabellen de skulle fylle ut på starten av dagen var konkret og hjalp elevene med å finne den nødvendige teori de trengte. Dette var en fase i arbeidet hvor det var mange nye begreper for elevene, og hvor elevene trengte mer støtte (Bjønness et al. 2011). Det at elevene måtte planlegge forsøkene sine og få denne planen godkjent av læreren, synes elevene var smart.



Denne støttestrukturen fikk elevene til å få en oversikt over forsøkene sine og de ble trygg på at de ikke hadde gjort noe feil. Dette var en støttestruktur for elevene, som læreren også hadde en fordel av. En slik støttestruktur en gjør at læreren har kontroll over hva som skjer på laboratoriet (Deters 2004). Til denne oppgaven fikk elevene veldig bruk for teoritabellen de hadde fylt ut. Det å planlegge forsøkene gjorde elevene sikker på hva de skulle gjøre, slik som de blir når de får en ferdig oppskrift. I forskergruppemøtet var hovedvekten på presentasjon av funnene. Her fikk elevene en bekreftelse på konklusjonene sine av medelevene sine. Det var litt diskusjon mellom partnerne på elevgruppene, for å forsikre seg at det de sier er korrekt. Det mest interessante funnet her var at elevene begynte å stille hverandre spørsmål. Dette tyder på trygghet og engasjement hos elevene ifølge Østenfor (2012). Dette krever igjen at elevene hadde gode nok begreper og innhentet nok fagkunnskap om organisk kjemi, som var temaet her. Under dette opplegget stilte kjemilæreren heller de gode spørsmålene, enn å gi de gode svarene. Ifølge Østenfor (2012) er læreren modell for språket og spørsmålsbruken til elevene. Så kanskje det var læreren som inspirerte elevene til å stille spørsmål under forskergruppemøter.

Støttestrukturene gjorde at dette opplegget ble så vellykket som det ble. Variasjonen mellom å hjelpe elevene på riktig vei med støttestrukturer og gi elevene spillerom fikk elevene i mål (Knain et al. 2011). I starten av opplegget var det veldig åpent med mye spillerom, da hjalp det å ha en tabell å støtte seg på. Under planleggingen var det mindre spillerom, for da måtte elevene lage en god plan for forsøkene sine. Under selve forsøkene var det stort spillerom igjen, her kunne elevene bruke den påvisningsmetoden de ønsket. Under forskergruppemøtet ble spillerommet mindre, for da skulle resultatene presenteres og forklares. Tidsrammen sprakk litt, men heldigvis fungerte forskergruppemøtet også som en oppsummering for timen.

I læremålene for dagen for dette opplegget gikk det igjen verb fra kompetansemålene i kjemi 1 som går på ferdigheten muntlig. I læremålene var verbene *tolke*, *beskrive*, *forklare* og *vurdere* slik som i kompetansemålene. Ellers i kompetansemålene er *forklare*, *vurdere*, *diskutere*, *drøfte* og *presentere* verb som går igjen. I organisk kjemi skal eleven kunne *gjøre rede* for ting. Så de muntlige verbene blir brukt videre fra kompetansemålene, men kanskje ikke tenkt over hvordan de skal brukes. Organisk kjemi er ikke det området i kjemi som har mye muntlige verb i målene sine, men i Metoder og forsøk, er det mange av verbene. Dette opplegget var ikke rent organisk, kompetansemålene fra Metoder og forsøk kommer alltid under laboratoriearbeid og praktisk arbeid.

For at elevene skulle *beskrive* og *forklare*, fikk de en tabell som støttestruktur som de skulle fylle ut. Ved å begynne på tabellen med en gang, ble standarden raskt satt til å arbeide sammen på gruppene. På denne måten blir teorien konkretisert for oppgaven og elevene ble klar over at de selv måtte fylle ut tabellen. Partnerne på elevgruppene leste høyt, beskrev, forklarte og diskuterte med hverandre ved utfyllingen. Noen ganger måtte de spørre læreren om ledetråder eller riktige svar. Lærerens rolle her var å stille de gode spørsmålene, og ikke alltid gi de gode svarene. Tabellen viste elevene hva de måtte finne ut av teori, og hjalp de med å planlegge forsøkene sine. Før elevene kunne sette i gang med forsøkene sine, måtte de få planen sin godkjent av læreren. I denne planen måtte elevene *beskrive* hvilke påvisningsmetoder de ønsket å bruke og i hvilken rekkefølge. Her får læreren holde på litt av kontrollen på laboratoriet. Sikkerheten blir tatt vare på, og elevene vet hvordan og hva de skal gjøre. Under selve forsøkene var det mye *tolkninger, diskusjoner, forklaringer* og *vurderinger*. Elevene forklarte hverandre hva de skulle gjøre, hvilke observasjoner de gjorde og mulige konklusjoner. De tolket observasjonene og for å bli enige så diskuterte elevene seg imellom og vurderte observasjonene opp mot hvilket organisk stoff det kunne være. I forskergruppemøtet, så *presenterte* en og en elev sine funn og *forklarte* hvordan elevgruppa kom frem til dette svaret. Noen elever stilte spørsmål og slik ble det små *diskusjoner*. Sammen kom de frem til riktig løsning på detektivoppgaven. Støttestrukturen forskergruppemøte åpnet opp for å være kritisk og stille spørsmål, samt være en arena for svar og bekræftelse.

Ved hjelp av støttestrukturene arbeidet elevene i denne undersøkelsen med naturvitenskapelig tenke- og arbeidsmåte. Praktisk arbeid i kjemi skal gjenspeile et forskningsbasert samfunns- og arbeidsliv, dette kommer i frem i egne kompetansemål i læreplanen til kjemi. I Ludvigsen rapporten kommer det også frem at vitenskapelige metoder og tenkemåter er viktig for fremtiden (Kunnskapsdepartementet 2015). Problemet er at kjemikere, og andre forskere, bruker i større grad avanserte instrumenter som skolen ikke har tilgang på. De teknikkene og ferdighetene elevene tilegner seg på skolen har liten relevans for arbeidslivet (Ringnes & Hannisdal 2006). Kjemifaget i skolen klarer ikke holde følge med arbeidslivets kompetanser. Så selv om kjemielevne ikke nødvendigvis får bruk for de teknikkene og ferdighetene de lærer i kjemi, så er de med på å gi elevene viktig erfaring og bindeledd til teorien.

## 7. Oppsummering

Ferdigheten muntlig stiller svakt i den norske skole, til tross for muntlig skal komme frem i alle fag på alle trinn. Den tradisjonelle kjemitimen består av forelesninger, oppgavejobbing og ferdige oppskrifter på laboratoriet. Her er det lite rom muntlig aktivitet hvor elevene kan øve seg på å snakke kjemi. For kjemi er et eget språk, med formler, regler og begreper. For å bli kjent med begrepene og slik lage en bro mellom makro- og mikronivået i kjemi, så må elevene uttrykke seg. Da gjerne snakke mens de gjør noe praktisk, slik at de har klare knagger å henge begrepene på.

Jeg ønsket å få elevene i kjemi til å snakke, reflektere og diskutere mer om forsøkene de gjør, mens de gjorde det. Jeg tror at en mulighet til å fremme muntlig aktivitet er å la elevene arbeide mer utforskende på laboratoriet. Dette kom frem i undersøkelsen jeg utførte. Et annet funn i undersøkelsen vår var at det er viktig å bruke støttestrukturer i utforskende arbeid, da de er med å støtte elevenes arbeid og muntlig aktivitet. Da får de erfare mer hvordan «ekte» vitenskapsfolk arbeider på laboratoriet og knytte dette opp mot egen læring. Ved å sette ord på valgene de gjør underveis og begrunne resultatene sine får elevene brukt fagbegreper som også styrker deres egen læring. Det hadde vært interessant å undersøke om kjemielever lærer mer kjemi av å være muntlige aktive i undervisningen på laboratoriet, og undersøke spesifikt overgangen fra hverdagsbegreper til fagbegreper til kjemielever.

Det skal sies at jeg tror ikke at en elevøvelse med utforskende arbeidsmåter vil være den magiske løsningen, men jeg tror at det er en del av løsningen til å få elevene til å forstå faget kjemi bedre. Under de riktige omstendighetene og med litt øvelse, for både elever og lærer, så vil utforskende arbeidsmåter kunne styrke den læringsfremmende muntlige aktiviteten til kjemielever. Jeg tror heller ikke utforskende arbeidsmåter vil lønne seg i alle laboratorieøvelsene, siden noen laboratorieøvelser kun kan gjøres med oppskrift. Det å forske i kjemi er ikke bare utforskende, mye er også rutinearbeid. Muligheten til å variere laboratoriearbeidet vil kunne øke sjansen for å treffe flere elevene og gi elevene viktig erfaring innen naturvitenskapelig tenke- og arbeidsmetoder.

Jeg velger å avrunde oppgaven med et sitat fra Nina som illustrerer forskjellen på forståelse og læring mellom å arbeide utforskende mot å få en ferdig oppskrift på laboratoriet:

*«Når jeg får fremgangsmåte så skjønner jeg det ikke. Jeg går rundt og ikke skjønner noen ting. Nå skjønte jeg det, for jeg må tenke frem til det selv og skrive ned hva vi skulle gjøre selv»*

## Litteratur

- Aasen, P. (2012). *Kunnskapsløftet som styringsreform - et løft eller et løfte? : forvaltningsnivåenes og institusjonenes rolle i implementeringen av reformen*, b. 20/2012. Oslo: NIFU.
- 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.
- Bjønness, B., Johansen, G. & Byrthing, A. K. (2011). Lærerenes rolle ved utforskende arbeidsmåter. I: Kolstø, S. D. & Knain, E. (red.) *Elever som forskere i naturfag*, s. 127-163: Universitetsforlaget.
- Braun, V. & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3 (2): 77-101.
- Brøyn, T. (2008). De muntlige ferdighetene - hvor ble de av alt mylderet? *Bedre skole*, 4: 72-74.
- Christoffersen, L. & Johannessen, A. (2012). *Forskningsmetode for lærerutdanningene*. Oslo: Abstrakt forl.
- Deters, K. (2004). Inquiry in the chemistry classroom. *The Science Teacher*, 71 (10): 42.
- Dewey, J. (2013). *The school and society and the child and the curriculum*: University of Chicago Press.
- Dibiase, W. & McDonald, J. R. (2015). Science Teacher Attitudes Toward Inquiry-Based Teaching and Learning. *The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas*, 88 (2): 29-38.
- Dysthe, O. (1995). *Det flerstemmige klasserommet: skriving og samtale for å lære*. Oslo: Ad Notam Gyldendal : I samarbeid med NAVFs program for utdanningsforskning. 246 s. ill. s.
- Fay, M. E., Grove, N. P., Towns, M. H. & Bretz, S. L. (2007). A rubric to characterize inquiry in the undergraduate chemistry laboratory. *Chemistry Education Research and Practice*, 8 (2): 212.
- Haug, B. S. (2013). *Begrepslæring i Forskerføtter og leserøtter*. Naturfagsenteret. Tilgjengelig fra: <http://www.naturfag.no/artikkel/vis.html?tid=1997912> (lest 03.05.16).
- Hertzberg, F. (2006). *Du vet ikke hva du har skjønt før du kan sette ord på det!* Naturfagsenteret. Tilgjengelig fra: <http://www.naturfag.no/artikkel/vis.html?tid=646264> (lest 24.04.2016).
- Imsen, G. (2014). *Elevenes verden : innføring i pedagogisk psykologi*. 5. utg. utg. Oslo: Universitetsforlaget.
- Knain, E. & Kolstø, S. D. (2011). *Elever som forskere i naturfag*. Oslo: Universitetsforl.
- Knain, E., Bjønness, B. & Kolstø, S. D. (2011). Rammer og støttestrukturer. I: Knain, E. & Kolstø, S. D. (red.) *Elever som forskere i naturfag*, s. 85-125. Oslo: Universitetsforlaget.
- Kunnskapsdepartementet. (2015). *Fremtidens skole - Ludvigsen-utvalget*. Tilgjengelig fra: <https://www.regjeringen.no/contentassets/da148fec8c4a4ab88daa8b677a700292/no/pdfs/nou201520150008000dddpdfs.pdf> (lest 15.11.2015)
- Kvale, S., Brinkmann, S., Anderssen, T. M. & Rygge, J. (2015). *Det kvalitative forskningsintervju*. 3. utg. utg. Interview[s] learning the craft of qualitative research interviewing. Oslo: Gyldendal akademisk.
- Laszlo, P. (2013). Towards Teaching Chemistry as a Language. *Contributions from History, Philosophy and Sociology of Science and Mathematics*, 22 (7): 1669-1706.

- LeCompte, M. D. & Goetz, J. P. (1982). Problems of Reliability and Validity in Ethnographic Research. *Review of Educational Research*, 52 (1): 31-60.
- Lee, O. & Fradd, S. H. (1998). Science for All, Including Students from Non-English-Language Backgrounds. *Educational Researcher*, 27 (4): 12-21.
- Lee, O. (2005). Science Education with English Language Learners: Synthesis and Research Agenda. *Review of Educational Research*, 75 (4): 491-530.
- Markic, S. Broggy, J. & Childs, P. (2013). How to deal with linguistic issues in chemistry classes. I: Hofstin, I. E. A. (red.) *Teaching Chemistry - A Studybook : A Practical Guide and Textbook for Student Teachers, Teacher Trainees and Teachers*, s. 127-152. Dordrecht: Springer.
- Mercer, N., Dawes, L., Wegerif, R. & Sams, C. (2004). Reasoning as a Scientist: Ways of Helping Children to Use Language to Learn Science. *British Educational Research Journal*, 30 (3): 359-377.
- Mork, S. M. & Erlien, W. (2010). *Språk og digitale verktøy i naturfag*: Universitetsforlaget.
- Møller, J., Prøitz, T. S. & Aasen, P. (2009). *Kunnskapsløftet – tung bør å bære? Underveisanalyse av styringsreformen i skjæringspunktet mellom politikk, administrasjon og profesjon*: NIFU STEP.
- Paus, K. G., Nergård, T. & Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Universitet, F. F. S. O. T. P. F. L. (2013). "Konowing is a process, not a product": *En studie av elevers begrepsoppfatninger i kjemi*: Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, Fakultet for samfunnsvitenskap og teknologiledelse, Program for lærerutdanning.
- Ringnes, V. (2005a). *KUN - KjemiUtdanning i Norge*. Tilgjengelig fra: <http://www.mn.uio.no/kjemi/forskning/grupper/skole/KUN/> (lest 10.10.2015).
- Ringnes, V. (2005b). *KUN - kort info om sentrale funn*. Tilgjengelig fra: <http://www.mn.uio.no/kjemi/forskning/grupper/skole/KUN/resultater.html> (lest 03.12.15).
- Ringnes, V. & Hannisdal, M. (2006). *Kjemi fagdidaktikk : kjemi i skolen*. 2. utg. utg. Høyskoleforlagets didaktikkbøker. Kristiansand: Høyskoleforl.
- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H. & Hemmo, V. (2007). *Science education now. A renewed pedagogy for the future of Europe*. Brussels: European Comission.
- Roth, W.-M. & Lawless, D. (2002). Science, Culture, and the Emergence of Language. *Science Education*, 86 (3): 368-385.
- Smestad, S. (2009). *Rom for refleksjon? : en kvalitativ studie av åpne forsøk i naturfag på videregående trinn* Universitetet for miljø- og biovitenskap Institutt for matematiske realfag og teknologi.
- Sørum, A. (2014). *Begrepsforståelse gjennom utforskende arbeidsmåter ; Concept understanding through inquiry based teaching*.
- Utdanningsdirektoratet. (2006). *Læreplan i kjemi - programfag i studiespesialiserende utdanningsprogram*. Tilgjengelig fra: <http://www.udir.no/kl06/KJE1-01> (lest 10.10.2015).
- Utdanningsdirektoratet. (2012). *Rammeverk for grunnleggende ferdigheter*: Utdanningsdirektoratet. Tilgjengelig fra: <http://www.udir.no/Lareplaner/Forsok-og-pagaende-arbeid/Lareplangrupper/Rammeverk-for-grunnleggende-ferdigheter/> (lest 09.10.2015).
- Vygotskij, L. S. (2001). *Tenkning og tale*: Gyldendal Akademisk.
- Vygotsky, L. S. (1980). *Mind in society: The development of higher psychological processes*: Harvard university press.
- Wilson, C. D., Taylor, J. A., Kowalski, S. M. & Carlson, J. (2010). The relative effects and equity of inquiry-based and commonplace science teaching on students' knowledge,

- reasoning, and argumentation. *Journal of Research in Science Teaching*, 47 (3): 276-301.
- Yin, R. K. (2009). *Case study research : design and methods*. 4th ed. utg. Applied social research methods series, b. vol. 5. Thousand Oaks, Calif: Sage.
- Ødegaard, M. & Arnesen, N. (2010). Hva skjer i naturfagklasserommet?—resultater fra en videobasert klasseromsstudie; PISA+. *Nordic Studies in Science Education*, 6 (1): 16-32.
- Østenfor, K. (2012). *Hvordan kan forskermøte være med på å fremme elevers utbytte med utforskende arbeidsmåter i naturfag? ; How can use of research meetings increase students outcome from science inquiry?:* Norwegian University of Life Sciences, Ås.

## Vedlegg 1 – Tabell til utfylling

(Tabellen har blitt forminsket og fått endret format fra liggende til stående)

### Oppgave:

*Bruk boka og andre pålitelige kilder til å finne nøkkelinformasjon om de ulike stoffklassene.*

*Fyll ut tabellen etter hvert som dere finner informasjonen.*

Stoffklasse	Funksjonell gruppe (spesielt utseende)	Kjennetegn/egenskaper (pH, løselighet, spesielle reaksjoner)	Påvisning	Sikkerhet v/påvisning
Alkan				
Alken				
Alkyn				
Primær alkohol				
Sekundær alkohol				
Tertiær alkohol				
Syre				
Ester				
Aldehyd				
Keton				

## Vedlegg 2 – Oppgaven

Oppgave: Vi har driti oss ut ... Vi har skrevet med ikke-vannfast tusj på noen flasker med organiske forbindelser. Dere må jobbe som forskere og finne ut hva de ulike flaskene inneholder.

### Del 1: Research om tema

- Bruk boka og andre pålitelige kilder til å finne nøkkelinformasjon om de ulike stoffklassene. Fyll ut tabellen etter hvert som dere finner informasjonen.

### Del 2: Plan for praktisk arbeid

- Flaskene inneholder: propanon, etanal, sykloheksan, sykloheksen, etyletanat, etansyre, 2-propanol.
- Ta utgangspunkt i informasjonen dere nå har og lag en plan for hvordan dere vil finne ut hvilket glass som inneholder hvilken organisk forbindelse.
- Bruk boka og internett til å finne egnede fremgangsmåter.
- Vær bevisst på rekkefølgen
- Vis planen til læreren før dere går i gang med forsøkene.

### Del 4: Gjennomføring og tolking av resultater

- Gjennomfør forsøkene og dokumenter observasjonene deres.
- Konkluder hva de ulike flaskene inneholder

### Del 5: Forskergruppemøte og oppsummering



## Vedlegg 3 – Intervjuguide

### Elever

- Hva syns dere er det som er gøyest med faget kjemi?
- Hvordan har dere arbeidet på laboratoriet opp gjennom skolen til nå? (beskriv)
- Hva er deres tanker om det laboratoriearbeidet dere har opplevd?
- Har dere jobbet utforskende på lab før/mye/lite? (beskriv)
- Hva syns dere om å arbeide utforskende?
- Hva syns dere er den største forskjellen mellom å arbeide utforskende på lab mot å få en ferdig oppskrift som dere skal følge?
- Hva husker dere best fra lab øvelsen dere nettopp gjorde?
- Hva var det kuleste dere gjorde i dag?
- Var det noe som var mindre gøy?
  
- Syns dere det er vanskelig å snakke kjemi?
  - o Hva er vanskelig?
  - o Hva er lett?
- Hvilke ord syns dere var viktige i denne labøvelsen og til temaet organisk kjemi?
- Tror dere det er viktig å snakke kjemi?
- Må dere tenkte når dere snakker kjemi eller kommer det mer naturlig i kjemitimene?
- Hvordan prata du med partneren din under lab øvelsen?
  - o Mest dirigering og det å bli enig eller kjemisnakk?
  - o Skulle dere ønske dere snakka annerledes/mer med partneren deres?
- Hvem føler dere dere snakker mest kjemi med?
  - o Hvorfor?
- Føler dere at dere snakker mer kjemi når dere arbeider utforskende eller når dere har en oppskrift?
  - o Hvorfor/Hvorfor ikke?
  
- Kunne lab øvelsen blitt bedre, slik at dere lærte mer?
- Noe som var utfordrende?
- Hva syns dere om å planlegge testene?
  - o Hvilke nettsider brukte dere? Gode kilder?
- Hva syns dere om forskergruppene? Var det til hjelp? Hvorfor / hvorfor ikke?
- Hva syns dere om den tabellen dere skulle fylle ut? Var den til hjelp?
- Hva syns dere om at Kirsti ikke ville svare på spørsmålene deres uten at dere hadde prøvd å finne svaret selv?
- Var dette en fin måte å starte et nytt kapittel?

## Lærer

- Hvordan syns du kjemitimen gikk?
- Tror du elevene likte denne induktive vinklingen på temaet?
- Hva følte du at elevene lærte i dag?
- Var elevene mer muntlige aktive her enn når de får utdelt ferdig oppskrift?
- Tenker du noe over hvordan du vil ha miljøet i klassen?
  - o Noe spesielt miljø du prøver å ha når de skal være utforskende?
- Hva er kjemispråket for deg?
  - o Hvordan arbeider du med det med dine elever?
- Har du fokus på ferdigheten muntlig?
  - o Hvorfor / hvorfor ikke?
- Hvilke kjemiord syns du var viktig til dette temaet?

## Vedlegg 4 – Muntlige verb i kompetansemålene for kjemi 1

### Språk og modeller i kjemi

Mål for opplæringen er at eleven skal kunne

- **Gjøre rede** for den historiske utviklingen av atombegrepet og **beskrive** og sammenligne Bohrs atommodell og dagens atommodell
- **Forklare**, illustrere og **vurdere** stoffers sammensetning, bindingstyper og egenskaper ved hjelp av periodesystemet
- **Sette navn på** enkle uorganiske forbindelser ved hjelp av regler for navnssetting
- Sette opp reaksjonslikninger med tilstandssymboler og bruke reaksjonslikninger i beregninger med stoffmengde
- **Forklare** begrepene entropi og entalpi og bruke dem til å **vurdere** om en reaksjon er spontan
- **Gjøre rede** for forhold som påvirker reaksjonsfarten
- Gjøre beregninger på kjemiske likevekter og **drøfte** likevektene

### Metoder og forsøk

Mål for opplæringen er at eleven skal kunne

- Planlegge og gjennomføre forsøk og **vurdere** risiko, feilkilder og resultater
- Skrive rapport fra forsøk og **presentere** prosess, metode og resultater med og uten digitale hjelpemidler
- **Diskutere** og **vurdere** kjemifaglig innhold i medieoppslag og reklame

### Vannkjemi

Mål for opplæringen er at eleven skal kunne

- **Gjøre rede** for vannets egenskaper
- **Gjøre rede** for vann som løsemiddel for polare og upolare stoffer
- **Vurdere** løselighet og felling av salter i vann på grunnlag av forsøk og beregninger
- Lage løsninger med ulike konsentrasjoner ved hjelp av innveining og fortynning
- Gjennomføre forsøk med renseprosesser for vann og **gjøre rede** for forurensning i drikkevannskilder
- **Forklare** virkemåten til viktige bestanddeler i vaskemidler

## Syrer og baser

Mål for opplæringen er at eleven skal kunne

- Definere syre og base og gjøre rede for syre-base-reaksjoner
- Gjøre beregninger med  $K_a$ ,  $K_b$  og  $K_w$
- Måle pH med ulike metoder og beregne pH i sterke og svake syrer og baser
- Planlegge og gjennomføre syrebasetitreringer, **begrunne** valg av indikator og **tolke** - titerkurver
- **Gjøre rede** for protolyse av salter og gasser i vann

## Organisk kjemi 1

Mål for opplæringen er at eleven skal kunne

- **Gjøre rede** for struktur, navnsetting, fremstilling, egenskaper og bruk av alifatiske hydrokarboner, alkylhalider, alkoholer, aldehyder, ketoner, karboksylsyrer, estere, etere og aminer
- **Gjøre rede** for strukturen til benzen og noen enkle benzenderivater og gi eksempler på anvendelser
- **Gjøre rede** for ulike former for isomeri