

Lære ved å gjøre, lære ved å skrive?

- Om skriving og læring i eksperimentelt arbeid

Anne Lene Særsland

Lektorutdanning med master i realfag

Innlevert: Juni 2012

Hovedveileder: Annette Lykknes, IKJ

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Institutt for kjemi

Førord

Denne masteroppgaven ble utført ved Institutt for kjemi ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU) i perioden januar til og med juni 2012.

Oppgaven avslutter det som har vært fem fantastiske år som student i Trondheim, med alle sine oppturer og nedturer. Jeg er veldig takknemlig for alt jeg har lært, og alt jeg har opplevd. Lektorstudiet i realfag har formet meg til den jeg vil være både som lærer og person, og det har jeg mange å takke for. Disse inkluderer morsomme forelesere, flinke øvingslærere, blide kantinedamer, inspirerende veiledere i praksis og ikke minst mine uunværlige, gode venner og ”partners in crime”.

Jeg tror nok det å skrive master har vært en mye større utfordring enn det jeg trodde det skulle være. Fordelen med det er at læringsutbyttet og gleden ved å ha klart det er ennå større. Jeg vil gjerne først og fremst få takke min veileder Annette Lykknes for eksemplariske kommentarer og innspill underveis til oppgaven. Jeg vil også takke deg for at du ikke gav opp da jeg nesten gjorde det selv. Jeg vil også få takke Per-Odd Eggen, for gode innspill i en tidlig fase av oppgaven.

Tusen takk også til lærerne som var villige til å delta i min undersøkelse til oppgaven. Samtalene med dere var interessante og nyttige, og gjorde også at jeg nå gleder meg, om mulig, enda mer til å ta fatt på jobben som lærer.

Sist, men ikke minst vil jeg takke venner, familie, og spesielt samboer for å holde ut med meg når jeg har vært inne i denne boblen, kalt materskriving. Takk for at dere alltid har troen på meg og at dere beriker livet mitt på så utrolig mange måter. Jeg gleder meg til å ta del i den ”virkelige” verdenen igjen sammen med dere.

Sammendrag

Denne oppgaven tar for seg noen av grunnene til at eksperimentelt arbeid i kjemi ikke har vært så læringseffektivt som man har trodd og ønsket. Den beskriver videre muligheter for å gjøre noe med problemene, både ved hjelp av skriving og andre verktøy som metakognisjon og vurdering. Skriving er her i en særstilling fordi læring er skriving, og skriving er læring - på en helt grunnleggende måte. Jeg konkluderer med at den viktigste faktoren for effektivitet, er læreren selv. Han (eller hun) må gjøre bevisste valg for at elevene skal få det utbyttet som ønskes. Elevene lærer ikke automatisk bare ved å gjennomføre eksperimentelt arbeid.

Med utgangspunkt i en teoretisk studie om eksperimentelt arbeid og skriving i kjemi, har jeg så utviklet et opplegg hvor eksperimentelt arbeid og skriving sammen kan bidra til at det ønskede utbyttet og læringseffektiviteten i kjemifaget øker.

Abstract

This thesis aims to explore some of the reasons why experimental work in chemistry teaching has not been as effective for learning as expected and hoped for. It further highlights some possibilities for handling these problems, with both writing and other tools to as metacognition and assessment. Writing is here put in a special position because learning is writing, and writing is learning - in a fundamental way. My conclusion is that the most important factor for the learning effectiveness and efficiency is the teacher. He (or she) has to make conscious choices for the students to obtain the learning outcome as intended.

With a base in a theoretical study of experimental work and writing in chemistry, I have developed a teaching sequence where the intention is for experimental work and writing to increase the learning effectiveness in chemistry.

Innhold

Innledning	1
Mitt utgangspunkt	1
Utvikling av oppgaven	2
1. Eksperimentelt arbeid.....	5
1.1 Hva skal elevene lære, og hvorfor?	5
Fire kunnskapsdimensjoner	6
Hva er målene med eksperimentelt arbeid?	8
Eksperimentelt arbeid i den norske læreplanen.....	9
1.2 Hvordan lærer elever?	12
Læringsteorier	12
Læring av de fire kunnskapstypene.....	13
1.3 Hvordan gjennomføres eksperimentelt arbeid i klasserommene?.....	13
Ulike typer eksperimentelt arbeid	13
1.4 Utfordringer med eksperimentelt arbeid	15
Utydelig og ubesvisst bruk av lærere	16
For mye på en gang	17
Bevissthet på egen læring.....	22
2. Skrivning	25
2.1. Skrivning som en grunnleggende ferdighet	25
2.2. De kognitive prosessene ved skrivning	26
2.3. Lære å skrive eller skrive for å lære?	29
2.4. Skrivning tilknyttet eksperimentelt arbeid	32
3. Lærerperspektivet på eksperimentelt arbeid	37
3.1 Gjennomføring av undersøkelsen.....	37
3.2 Intervjuene.....	38
Mål for eksperimentelt arbeid	38

Hva de sier at de gjennomfører	39
Skriving knyttet til eksperimentelt arbeid	39
Vurdering av eksperimentelt arbeid	40
3.3 Eksempler på forsøk.....	40
Et forsøk – to undervisningsmetoder	40
4. Et undervisningsopplegg som tar både skriving og læring på alvor	45
Kort beskrivelse av opplegget	46
Læreplanen	46
Fasene i SWH.....	48
Brainstorming	48
Prelab.....	48
Undersøkelse	49
Påstand-Observasjon-Bevis.....	49
Rapportskriving	50
Refleksjon.....	50
Opplæring i å skrive rapport.....	51
Vurdering	52
Avslutningskommentarer	53
Litteraturliste.....	55

Innledning

Jeg er født med en enorm nysgjerrighet på verden rundt meg. De som kjenner meg godt, blir ofte, delvis ufrivillig, del av samtaler som dreier seg om mine undringer og betraktninger av verden. Det jeg har lurt på kan gjelde så mangt, men i stor grad er det spørsmål av naturfaglig karakter og fenomener jeg ser rundt meg, for eksempel om fiskene sover og hvor de i så fall sover. Denne nysgjerrigheten er en av hovedgrunnene til at jeg ønsker å bli lærer og spesielt til at jeg vil undervise i kjemi, naturfag og matematikk. Det er så mye i verden rundt oss som er spennende om vi bare ser etter. Denne nysgjerrigheten ønsker jeg å bringe videre.

På tross av min til tider plagsomme nysgjerrighet, klarte undervisningen i min skolegang å ta bort noe av denne gleden ved å utforske verden. Det jeg den gang oppfattet som hovedproblemet, var at med forsøk fulgte det en rapport. Når elever gjennomfører eksperimentelt arbeid i kjemi får de erfaringsmessig ofte i oppgave etterpå å skrive en rapport. En pilotstudie som jeg gjennomførte tidligere i studiet, indikerte at mange elever utvikler en negativ holdning til eksperimentelt arbeid fordi de vet at det følger med en rapport. Dette synes jeg er veldig trist fordi eksperimentelt arbeid kan og bør være noe av det elevene synes er mest spennende med kjemi.

I ettertid, og kanskje gjennom denne oppgaven, har jeg oppdaget at det ikke nødvendigvis bare er rapportene som var problemet, men hvordan det eksperimentelle arbeidet ble gjennomført. I min skolehverdag utforsket vi aldri på ”ordentlig”. Samsvar mellom mål og metode er noe jeg etterspør i oppgaven.

Mitt utgangspunkt

Jeg avslutter nå på det femårige lektorstudiet i realfag ved NTNU (LUR-studiet) og begynner å bli veldig klar for den meningsfulle jobben jeg mener der er å være lærer. Jeg var helt sikker på at jeg hadde valgt rett vei, så jeg visste tidlig at jeg ønsket å skrive en didaktisk master. Jeg følte at en didaktisk oppgave ville være mer nyttig for meg i arbeidslivet enn en rent faglig master. Jeg synes også kjemididaktikken virket veldig interessant. Det har det definitivt vært. Skriveprosessen i en slik type oppgave har nok gitt meg andre utfordringer enn en faglig master ville gitt. På enkelte tidspunkt har jeg nok angret på dette valget, men når jeg ser tilbake er det erfaringer jeg ikke ville vært foruten.

Læringsteoretisk vil jeg plassere meg selv innenfor sosialkonstruktivismen. Hovedgrunnen til dette tror jeg er min bakgrunn i realfag og de mange erfaringene med at jeg må være mentalt

aktiv selv for å forstå noe. Jeg tror nok jeg likevel på mange punkter også kan stille meg bak andre læringsteorier - og det er jo ikke slik at for eksempel sosialkonstruktivismen og andre syn på læring er helt adskilte. Jeg tror at hvordan man lærer vil variere ut i fra hva man skal lære. Innenfor eksperimentelt arbeid mener jeg for eksempel at begrepslæring følger den konstruktivistiske teorien, mens opplæring i praktiske ferdigheter på mange måter også vil følge den behavioristiske læringsteorien. Det er heller ikke slik at læringsteoriene er ment å gi et fasitsvar. Jeg tror likevel skiftet til en konstruktivistisk læringssyn vært viktig.

Utvikling av oppgaven

Ganske tidlig i studiet snakket jeg med Annette Lykknes om å skrive en masteroppgave i kjemididaktikk. Vi diskuterte ulike temaer og fant ut at rapportskrivning i forbindelse med eksperimentelt arbeid var noe som interesserte meg. Ettersom Annette har jobbet med skriving i naturfag var det naturlig at hun ble veileder på oppgaven.

I norsk så vel som internasjonal naturfagundervisning, læres elevene opp til å skrive rapport etter den såkalte IMRaD-modellen (Innledning, Metode, Resultat (and) Diskusjon). Denne modellen har sitt mønster fra naturvitenskapelige forskningsartikler og viser viktige aspekter ved naturvitenskapen. Representanter for den såkalte australske sjangerskolen innen språkvitenskap, blant annet Jim Martin, vektlegger betydningen av å lære denne og andre naturvitenskapelige sjangrer helt fra tidlig i skoleløpet som en del av naturfagopplæringen. Samtidig er det et ønske at opplæring av eksperimentelt arbeid i naturfag og tilhørende rapportskrivning skal oppleves som noe mer enn sjangerformalisme. Hvordan dette kan kombineres, ønsket jeg å se nærmere på i min mastergradsoppgave.

Eksperimentelt arbeid utgjør en stor del av naturvitenskapelig undervisning. Allerede i barneskolen kan naturfagsopplæringen ha elementer av eksperimentelt arbeid i form av at elevene skal observere naturen rundt seg. Gjennom skolegangen blir det eksperimentelle mer og mer omfattende. På videregående nivå er en stor del av målene i læreplanen viet til forsøk og lignende. Dette vil jeg vise konkret til i oppgaven. Mye av litteraturen jeg bruker i oppgaven er forskning gjennomført i naturfag. For å begrense oppgaven har jeg valgt et hovedfokus på undervisningen i kjemi på videregående skole, 2. og 3. skoleår. Mye av det jeg presenterer vil likevel kunne ha betydning også på de lavere trinnene. Mye forskning peker på at eksperimentelt arbeid ikke har vært så læringseffektivt som man har trodd. Jeg kommer i denne oppgaven nærmere tilbake til denne forskningen og ser på hvordan man kan

gjøre noe med det, spesielt gjennom å bruke skriving. Jeg vil se på hva slags kunnskap elevene kan, og er ment å skulle få, ved eksperimentelt arbeid.

På LUR-studiet skriver man en oppgave på 30 studiepoeng. Det gjorde at jeg i samråd med veileder konkluderte med at en teoretisk oppgave ville være det mest tjenlige ut i fra tidsbegrensningen. I starten fordypet jeg meg i skriving i naturvitenskap, men etter hvert meldte behovet seg for å se nærmere på problemene med eksperimentelt arbeid generelt og hva som er problemene med slik undervisning. Jeg ønsket etter hvert å ha med begge deler fordi jeg syntes temaene hang så tett sammen at det var vanskelig å skille. I arbeidet med oppgaven har jeg sett for meg lærere og kommende lærere som mottakere. Underveis har jeg også snakket med noen lærere om deres tanker rundt eksperimentelt arbeid og skriving, som har gitt meg et videre perspektiv på arbeidet.

Skriveprosessen har vært utfordrende og preget av en og annen skrivesperre. Det har vært en interessant erfaring å jobbe med en oppgave som dreier seg mye om skriving og samtidig ha litt vanskeligheter med det selv.

En arbeidstittel i oppgaven har vært: ***Hvordan kan skriving brukes i forbindelse med eksperimentelt arbeid i kjemi for å effektivisere læringen for elevene?***

Som underspørsmål har jeg jobbet med følgende:

- Hva er målet/målene med eksperimentelt arbeid?

- Hva er hovedutfordringene?

- Hvordan kan skriving øke læringseffekten?

Jeg vil gjennom oppgaven presentere forskning som forsøker å gi noen svar på disse spørsmålene. Jeg har gjennom arbeidet med oppgaven gjort meg noen tanker om hvorfor eksperimentelt arbeid ikke er effektivt og sett på hvordan skriving kan gjøre noe med disse problemene. Helt til slutt i oppgaven har jeg forent lærdom fra granskningen av litteraturen om eksperimentelt arbeid og av skriving, samt lærerne ga på eksperimentelt arbeid og skriving i en undervisningsmodell. Kanskje kan denne modellen og eksemplene jeg viser, hjelpe noen lærere et stykke på vei. For min del har arbeidet med oppgaven gitt meg nytt perspektiv på eksperimentelt arbeid, skriving og også læring generelt som jeg ikke hadde fått ellers. God lesing.

Trondheim, 08 juni 2012,

Anne Lene Særslund

1. Eksperimentelt arbeid

Eksperimentelt arbeid har en sentral rolle i naturvitenskap (Hofstein & Lunetta, 1982; Tobin, 1990; Hofstein & Lunetta 2004). Det er opprinnelsen til den kunnskapen vi har i dag og er dermed også en naturlig del av undervisningen. Dette vil være hovedtemaet for denne første delen av oppgaven. Jeg vil starte med å se på hva elevene skal lære i kjemi og noen begrunnelser for dette (1.1). Jeg har tatt med dette for å kunne se på læringseffektiviteten i eksperimentelt arbeid i forhold til disse målene og begrunnelsene. Jeg vil også i 1.1 definere fire ulike kunnskapsdimensjoner som jeg mener bygger opp kjemifaglig kunnskap. Disse vil jeg bruke videre gjennom hele oppgaven. I 1.2 vil jeg gå nærmere inn på teorier om hvordan elever lærer, og hvordan de dermed kan bygge opp kunnskapen nevnt i 1.1. Jeg mener slike teorier bør ligge til grunn for all undervisning og det er derfor relevant å se på i forhold til hvordan man kan gjøre eksperimentelt arbeid mer effektivt. Til slutt i del 1 vil jeg peke på noen utfordringer knyttet til eksperimentelt arbeid (1.3).

1.1 Hva skal elevene lære, og hvorfor?

Begrunnelser for hva man skal lære innenfor et fagfelt stammer ofte fra to perspektiver, dannelse og nytte (Sjøberg, 2009). Det første perspektivet - dannelsesperspektivet - ser på kunnskap som et mål i seg selv, hvor refleksjon, erkjennelse, innsikt og forståelse blir oppfattet som grunnpilarer i et meningsfullt liv. Det andre perspektivet - nytteperspektivet - ser på nytten av kunnskap utover dannelsessystemet. Kunnskapen elevene tilegner seg i et fag kan brukes til å mestre verden og samfunnet, til å bedre både individets og kollektivets levekår. På den måten blir kunnskapen et nyttig verktøy. De to perspektivene danner grunnlag for fire argumenter som ofte brukes for legitimering av naturfagene; økonomi, nytte, demokratisering og kultur. De to første vil jeg si tilhører nytteperspektivet, mens de to siste har sitt utspring fra dannelsesperspektivet. I tillegg til disse fire vil mange legge til argumenter som interesse, glede for naturen og også opparbeidelse av ansvar og respekt for verden rundt oss. Jeg vil ikke gå nærmere inn på argumentene her, men en god beskrivelse kan finnes for eksempel i Svein Sjøbergs bok *Naturvitenskap som allmenndannelse* (2009). Er det slik at de to perspektivene vektlegges like mye? Hva legger staten vekt på gjennom læreplanen? Samfunnsendringer påvirker i stor grad hva slags begrunnelser det legges vekt på (Lyngsnes & Rismark, 2007, s. 43-44).

Det er en tradisjon innenfor naturfaglig opplæring å dele naturvitenskapen inn i tre dimensjoner som bør reflekteres i skolens naturfag; naturvitenskap som produkt, naturvitenskap som metode og prosess, og naturvitenskap som sosial institusjon. Svein

Sjøberg (2009) er en av de som har beskrevet dette. Med produkt menes et kunnskapssystem bygget opp av begreper, lover modeller og teorier. Denne dimensjonen omfatter alt vi ”vet” om naturen. Vitenen har bygget seg opp over tid og er i stadig endring. Noen av disse delene ser vi på som ganske stabile, mens andre deler er det relativt lett å endre på. På denne måten kan man se på naturvitenskapen som et substantiv. Naturvitenskap som prosess dreier seg blant annet om metoder og arbeidsmåter Her sees naturvitenskap på som et verb, noe man gjør. Den siste dimensjonen sosial institusjon, setter naturvitenskapen i relasjon til samfunnet. Det er verdt å nevne at den nåværende læreplan, LK06, bare eksplisitt nevner de to første (KD). Likevel er det mange implikasjoner på at naturvitenskapen som sosial institusjon også er en viktig del dersom man ser nøyer på læreplanen. Jeg kommer snart tilbake til læreplaner, men først vil jeg gjøre rede for en alternativ inndeling av naturvitenskapelig kunnskap. Prosess og produkt er ord som brukes i mange sammenhenger, og jeg har funnet det mer hensiktsmessig å bygge arbeidet mitt på andre kategorier¹.

Fire kunnskapsdimensjoner

Jeg vil i det følgende basere meg på fire kategorier; kunnskap i naturvitenskap, kunnskap i å praktisere naturvitenskap, kunnskap om naturvitenskap, og kunnskap rundt naturvitenskap. Disse vil jeg utdype videre og også knytte til de tre over. Kjemi er etter min mening i en særstilling i forhold til de andre naturfagene, på grunn av kompleksiteten i hva elevene skal lære. I alle fall gjelder dette tidlig i utdanningsløpet. Etter hvert som man lærer mer om alle de naturvitenskapelige emnene, vil man nok finne flere og flere likheter mellom dem og ha problemer med å skille dem tydelig. Et eksempel på dette er Schrødingers ligning som berører både kjemi og fysikk og kjemiske reaksjoner inne i kroppen som kan gi grunnlag for både biologiske og kjemiske betraktninger.

Her er kategoriene:

Kunnskap i naturvitenskap (heretter kunnskap ”i”) er å kunne naturvitenskapelige begreper, lover og teorier. I dette inngår også å regne med kjemiske formler. Denne kategorien har mye til felles med produkt beskrevet over, slik jeg ser det. Kunnskap ”i” kan deles inn i makronivået, mikronivået og representasjonsnivået (Johnstone, 1997; Ringnes & Hannisdal 2006). Makronivået står for kjemien slik vi møter den først, nemlig det vi ser med det blotte øyet. Mikronivået tar for seg kjemiske strukturer som at vann består av hydrogen-atomer og

¹ Delvis basert på Gericke (2010)

oksygen-atomer. Representasjonsnivået beskriver mikro og makro på en mer symbolsk måte, som i reaksjonsligningen: $2 \text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{H}_2\text{O}$.

Kunnskap i å praktisere naturvitenskap (heretter kunnskap ”i å praktisere”) handler om at elevene kan, og har forståelse for, de naturvitenskapelige metodene. Denne kunnskapskategorien kan også kalles eksperimentelle ferdigheter eller prosedyrekunnskap (Kind, 2003). Laboratoriearbeid er her en vesentlig del av læringsmetoden fordi metoder og teknikker må trenes på, og ikke bare leses om. Jeg mener denne typen kunnskap ligger både innenfor det som over er omtalt som produkt og prosess.

Kunnskap om naturvitenskap (heretter kunnskap ”om”) er forståelse av naturvitenskapens egenart. Denne kunnskapen får elevene ofte indirekte gjennom undervisningen fordi de føler seg fram på hva som kreves og hva som er normen i faget. En slik kunnskap kommer til uttrykk på mange måter. Elevene handler etter det de tror er forventet i naturfag. Denne kunnskapsdimensjonen kalles ofte for ”Nature of Science (NoS)”, og er kanskje den typen kunnskap som kommer nærmest prosess beskrevet over. Lederman (2007) sier at NoS handler om å vite om, og forstå følgene av, seks punkter: 1) forskjellen mellom observasjon og tolkning, og at det er en forskjell, 2) forskjellen mellom naturfaglige lover og teorier, 3) at naturvitenskapen er basert på observasjoner i naturen sammen med menneskelig forestilling og kreativitet, 4) at naturvitenskapen er subjektiv og/eller teoriladet, 5) at naturvitenskapen er en del av samfunnet, og 6) at naturvitenskapen aldri er absolutt eller evig. Ledermann mener det er viktig å skille mellom kunnskap i å praktisere naturvitenskap og kunnskap om naturvitenskap. De henger riktignok veldig tett sammen, men i følge Ledermann er kunnskap i å praktisere naturvitenskap å observere og tolke, mens kunnskap om naturvitenskap er å vite og bruke forskjellen. Han hevder at mye av forskningen på NoS er egentlig forskning på kunnskap i å praktisere, og at forskningen på denne kunnskapsdimensjonen dermed er noe mangelfull. Ledermann (2007) mener at selve begrepet, Nature of Science, har endret seg og vil fortsette å gjøre det. Han går så langt som å si at begrepet kanskje er enda mer i endring enn selve naturvitenskapen.

Kunnskap rundt naturvitenskap er en forståelse av at naturvitenskapen også er en del av samfunnet. Dette kan sammenlignes med det Sjøberg (og andre) har presentert som naturvitenskap som sosial institusjon. Typiske kunnskaper innenfor denne dimensjonen er å kunne diskutere hvordan man skal bruke genteknologi, og også å forstå at slike temaer er noe som bør diskuteres. Dette punktet er en del av Ledermanns definisjon på NoS, å vite at

naturvitenskapen er en del av samfunnet. Nielsen & Nielsen (2004) mener derimot at vi må se at dette er en egen kunnskapsdimensjon i seg selv.

Jeg har nå presentert fire ulike kunnskapsdimensjoner i naturfag. De representerer selvsagt ikke den eneste måten å kategorisere kunnskap i naturfagene, men jeg har valgt å ta utgangspunkt i disse. Er de fire dimensjonene likestilt når kjemi formidles? Og hva kommer frem i læreplanen? Jeg vil bruke de fire dimensjonene til å tolke læreres mål, og læreplanens krav i forhold til eksperimentelt arbeid i kjemi. Jeg vil også se på hva slags type eksperimentelt arbeid og skriving som best fremmer læring i de ulike kunnskapsdimensjonene.

Hva er målene med eksperimentelt arbeid?

Jeg vil nå gå konkret inn på eksperimentelt arbeid. Jenkins (1999) og Wellington (1998) deler mål for eksperimentelt arbeid inn i tre hovedområder. Det første kalles *det kognitive området* og handler om å hjelpe elever til å forstå naturvitenskapelige begrep, fenomener og modeller. Dette dreier seg altså om at elevene skal få kunnskap i naturvitenskap. Det andre kalles *det affektive området* og tar for seg mål om å skape interesse og motivasjon. Motivasjon og interesse har vist seg og øke elevers læringsutbytte generelt, og vil derfor påvirke innlæring av alle de fire kunnskapstypene. Det tredje området kalles *det psykomotoriske området* og dreier seg om elevenes laborative ferdigheter og arbeidsmåter. Målene innenfor dette området dreier seg om at elevene skal få kunnskap i å praktisere naturvitenskap. I tillegg til disse tre legger Hofstein og Lunetta (2004) til *problemløsningsferdigheter*. Dette dreier seg om at elevene skal få erfaringer med naturvitenskapelige arbeidsmetoder og får en forståelse av vitenskapens grunnlag. Jeg vil si at problemløsningsferdigheter passer inn i kategorien kunnskap om naturvitenskap, selv om kunnskap om naturvitenskap omfatter mer enn bare dette.. Jeg vil i tillegg til disse fire legge til *det metakognitive området*. Det har vært lite fokus på dette tidligere. Men som jeg vil beskrive nærmere senere i denne oppgaven, så har metakognisjon fått en mye større oppmerksomhet for effektiv læring i forbindelse med eksperimentelt arbeid, og også i læringsarbeid generelt. Dette henger tett sammen med økt interesse for kognitive læringsteorier. Metakognisjon er også noe som faller utenfor de fire kunnskapsdimensjonene, mens som på samme måte som motivasjon er avgjørende for læring generelt (Turmo, 2008).

Kunnskap rundt naturvitenskap er den eneste kategorien som etter min oppfatning ikke faller innenfor de nevnte hovedområdene for eksperimentelt arbeid. Vi kan derfor si at kunnskap ”i”, kunnskap ”i å praktisere” og kunnskap ”om” kan opparbeides gjennom eksperimentelt

arbeid, mens kunnskap rundt naturvitenskap er noe som faller utenfor. Denne dimensjonen vil derfor ikke tas med videre i oppgaven som læringsmål ved eksperimentelt arbeid.

Flere har sett på hva lærere uttrykker som konkrete mål for eksperimentelt arbeid i skolen (Kerr, 1964; Lynch, 1987; Högström, Ottander & Benckert, 2006, Pekmez et. al, 2005). Vektleggingen av de tre kunnskapsdimensjonene; kunnskap ”i”, kunnskap ”i å praktisere” og kunnskap ”om” varierer litt, men ellers er listene over mål som de ulike forskerne har funnet ganske like. I følge Högström et al. kan målene for eksperimentelt arbeid deles inn i fem kategorier: 1) å utvikle elevers forståelse for begrep og fenomen, 2) å tenke og reflektere rundt det laborative arbeidet, 3) å knytte kjemien til hverdag og virkelighet, 4) å utvikle praktiske og manipulative ferdigheter og 5) å interessere og motivere. Slik jeg ser det omfatter de fem kategoriene både kunnskap i (1), kunnskap i å praktisere (4), kunnskap om (2) og kunnskap rundt (3) naturvitenskap. Målene tar imidlertid lite for seg å lære om hvordan vitenskap blir til. Jeg stiller spørsmål ved om lærerne tenker på målene de setter seg for eksperimentelt arbeid når de gjennomfører de konkrete forsøkene. Högström et al. fant også i sin undersøkelse ut at når mål for enkeltstående eksperimenter ble presentert viste det seg at det affektive området fikk større plass enn de andre områdene. Dette er ikke nødvendigvis noen ulempe, men Högström et al. viser at mål og gjennomføring ikke nødvendigvis alltid henger helt sammen.

Hodson (1990) mener at man kan stille seg spørsmålet om eksperimentelt arbeid faktisk ikke fungerer BEST til noen av de målene som er satt opp. Men kan vi kutte ut eksperimentelt arbeid? Hva mister vi? Uten eksperimentelt arbeid er det tydelig at kategorien kunnskap i å praktisere naturvitenskap vil lide. Det kan ikke bli det samme å snakke om titrering som å gjøre det. Diskusjoner som tar opp kunnskap om naturvitenskap er også i stor grad avhengig av at elevene får noen praktiske erfaringer. Til en vis grad mener jeg også kunnskap i naturvitenskap har stor nytte at eksperimentelt arbeid, igjen på grunn av at elevene får erfare selv.

Eksperimentelt arbeid i den norske læreplanen

I Norge startet man med eksperimentelt arbeid i undervisning da skolereformen av 1938 trådte i kraft. Her fremhevet man arbeidsskoleprinsippet som var basert på John Deweys ide som er blitt kjent gjennom sitatet ”learning by doing” (Baune, 1995). Frem til 1996 var det nedlagt i læreplanen for videregående skole hvor mange undervisningstimer som skulle brukes på praktisk arbeid på det enkelte trinn (Ringnes og Hannisdal). I reform 94 gjelder dette kun for

naturfag, og i læreplanen etter kunnskapsløftet (LK06) er timeanvisninger også tatt bort i naturfag. Dette kunne kanskje forstås som at eksperimentelt arbeid har blitt mindre og mindre viktig i skolen, men ser man nærmere på læreplanen, blir bildet mer nyansert. I grunnskolen har det aldri vært slike timekrav, men det er gjennom hele læreplanen (LK06) lagt vekt på at eksperimentelt arbeid er en viktig del av undervisningen.

LK06 er bygget opp med en generell del, som er ordrett lik den som kom med R94. Videre finnes det en gjennomgående plan for hvert fag, med mål. Kjemi er ikke et fellesfag, så læreplanen for kjemi gjelder kun for Vg1 og Vg2. Først står formålene med faget. Når man utformer læreplaner er det mange hensyn å ta. Ofte vil man legge vekt på tydelige verdigrunnlag, kunnskapssyn og menneskesyn, med andre ord dannelse. På den andre siden vil man også legge vekt på å ivareta flest mulig oppgaver i forhold til individet og samfunnet. Et eksempel på dette er at næringslivet kommer inn og påvirker hva som burde stå i læreplanen slik at elevene får den kunnskapen som de søker etter. Slike hensyn kommer ofte frem i denne delen av læreplanen. Etter formål med faget er det satt opp hovedmål for hvert årstrinn. Disse utgjør en bro mellom formålet og kompetansemålene som er mer konkrete i forhold til hva eleven skal lære og gjøre i undervisningen. Man kan si at formålet med faget beskriver *hvorfor* mens kompetansemålene beskriver *hva*, og i noen grad *hvordan*. Hovedområdene fungerer altså som en bro mellom disse. I tillegg til formål med faget, hovedområder og kompetansemål, inneholder læreplanen for faget også informasjon om struktur av faget, timetall, vurderingsform og grunnleggende ferdigheter. De to siste til jeg komme mer tilbake til.

I læreplanen for kjemi, står det blant annet følgende om formålet med faget: "Opplæringen i kjemi skal knytte teori til praktisk laboratoriearbeid". Vi finner også henvisninger til eksperimentelt arbeid i kompetansemålene. Dette gjelder spesielt i Kjemi 2 hvor 12 kompetansemål refererer direkte til eksperimentelt arbeid, mot 6 kompetansemål i Kjemi 1. Selv om læreplanen i kjemi spesifiserer tydelig at elevene skal ha eksperimentelt arbeid, er den ikke detaljstyrt på den måten at læreren selv kan bestemme hvordan. I Reform 94 for videregående skole var det lagt opp til at elevene i stor grad skulle være med på å formulere målene sine selv (Ogden, 2004, s. 25) Dette viste seg å bli litt for fritt. Nå er målene tydeligere, men på den annen side har lærerne fått større metodefrihet. Gamle læreplaner hadde i stor grad mål som ikke kunne vurderes. Det gjorde jobben vanskelig for lærerne.

Hvilke kunnskapsdimensjoner legger så staten og samfunnet vekt på gjennom læreplanene? Formålet med kjemifaget tar for seg alle de fire nevnte kunnskapsdimensjonene, men i størst grad kunnskap *om* og kunnskap *rundt* naturvitenskap. La oss se nærmere på setningene i formålet med faget.

Avsnittet under mener jeg tar for seg samhandlingen mellom de tre første kunnskapsdimensjonene, kunnskap *i*, *i* å praktisere og *om* naturvitenskap.

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. (LK06)

Ordene *utforsker* og *bestemmer* peker til kunnskap ”i å praktisere” og ”om”, mens *beskriver* peker til kunnskap ”i”. Neste avsnittet dreier seg om kunnskap om naturvitenskap.

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.

Det å kunne sette teori og praksis sammen, og forstå hvordan man gjør det på en mest mulig korrekt måte er kunnskap om naturvitenskap.

Avsnittet under går derimot direkte inn på kunnskap rundt naturvitenskap:

Kjemikere er viktige bidragsytere i utviklingen av bioteknologi, nanoteknologi, medisin, farmasi, miljøfag, nye materialer og nye energikilder. Gjennom programfaget skal den enkelte få innsikt i hvilken betydning kjemisk forskning har for teknologisk og økonomisk utvikling. Programfaget skal bidra til forståelse for hvordan stoffer påvirker miljøet, og hvordan utvikling av nye industrielle metoder kan redusere belastningen på miljøet. På den måten kan programfaget bidra til å fokusere på miljø og bærekraftig utvikling. Samtidig skal programfaget formidle at det stilles etiske krav til kjemisk forskning.

Den samme trenden ser vi i resten av formålet med faget. Det er kunnskapdimensjonene ”om” og ”rundt” som får mest plass her. Kunnskap ”i” og ”i å praktisere” kommer også inn, men sammen med de to første. Dersom vi ser på kompetansemålene i kjemi er det motsatt. De dreier seg mest om at elevene skal få kunnskap i naturvitenskap, men også noen om kunnskap i å praktisere. Jo lenger opp elevene kommer opp i alder jo mer spesifikt er det hva slags konkrete kunnskaper de skal få i å praktisere naturvitenskap.

På grunnlag av dette vil jeg si at de fire kunnskapsdimensjonene er tilstede i læreplanen og kravet i fra staten. Det er likevel en stor forskjell mellom formålet med faget, som legger vekt på kunnskap om naturvitenskap, og kompetansemålene, som legger vekt på kunnskap i og

kunnskap i å praktisere naturvitenskap. Kunnskap ”i” og ”i å praktisere” naturvitenskap er også nevnt i formålet med faget. Skal det tolkes slik at kunnskap om naturvitenskap er noe som skal komme inn sammen med de konkrete kompetansemålene. Det er min påstand at få lærere tenker på.

1.2 Hvordan lærer elever?

Det kan hevdes at det ikke er nok å bare tenke på hva elevene skal lære og hvorfor de skal lære det, vi må også ta med i betraktningen *hvordan* elever lærer. Før 1975 var fokuset innenfor didaktisk forskning i naturvitenskap på innholdet i læreplanene og spørsmålet var ”Hva skal læres bort?”. Fra rundt 1975 var det en endring i dette fokuset over mot hva elevene lærte og misforstod, mer enn hva som ble lært bort, i følge sitat fra Bodner (1986).

”Teaching and learning are not synonymous; we can teach, and teach well, without having the students learn.”
(Bodner, 1986)

Læringsteorier

I naturvitenskapen støtter man seg nå for det meste til den konstruktivistiske og den sosiokulturelle læringsteorien i naturvitenskapelige fag. Dette gjelder også for eksperimentelt arbeid. Elevene konstruerer sin egen kunnskap gjennom å manipulere gjenstander og bruke språket. En av grunnene til at konstruktivisme står så sterkt i realfagene er kanskje fordi man så tydelig kan se at elever utsatt for samme stimuli kan få ulik oppfattelse av verdenen rundt seg. Man kan kanskje trekke paralleller til samfunnsfagene og politikk der ulike parter ser ut til å leve i nesten ulike univers, selv om de er en del av samme kultur og kontekst.

Essensen av et konstruktivistisk syn på læring og kunnskap er at hjernen ikke absorberer kunnskap (Bodner, 1986). I stedet er ideen at den konstruerer kunnskap som en konsekvens av at mennesket prøver å gjøre sine erfaringer med omverdenen logisk. Dette gjelder både i og utenfor klasserommet. Ideen om at kunnskap konstrueres i hodet til eleven på bakgrunn av forkunnskaper og i form av kognitive strukturer gir et grunnlag for det Ausubels, Novak & Hanesian (1987) skiller som meningsfull og overfladisk kunnskap. For å få meningsfull kunnskap må individer velge å relatere ny kunnskap med relevante begreper de allerede kjenner til. I overfladisk læring tas den nye kunnskapen inn men den relateres ikke til tidligere kunnskap. På den måten har den dårligere ”feste” i minnet: ”Hvis jeg skulle komprimere all didaktikk til bare et prinsipp ville jeg si dette: Den viktigste faktoren for å påvirke læring er hva den lærende allerede vet.” (Ausubel, 1987).

Den konstruktivistiske modellen forklarer også hvorfor den logiske rekkefølgen på lærestoff i en eksperts hode ikke alltid er den beste rekkefølgen for presentasjon av lærestoffet til en nybegynner. I følge Bodner (1986) glemmer vi ofte et viktig grunnprinsipp i undervisning; elevene vet ikke hvor du skal, de har ofte mer enn nok med å huske hvor du har vært. Elever trenger også å vite hva problemet er før de er villige til å akseptere en forklaring på problemet.

Læring av de fire kunnskapstypene

I forbindelse med læring av naturfaglige begreper har begrepet konseptuell endring (conceptual change) stått sentralt i den naturfagdidaktiske litteraturen. Hewson (1982) sa at for at en slik endring skulle skje så måtte det nye begrepet være forståelig, sannsynlig, fruktbart. I tillegg må det være misnøye med det eksisterende begrepet. Dette vil jeg komme tilbake til i del to som omfatter skrijving forbindelse med eksperimentelt arbeid.

For læring av kunnskap ”i” naturvitenskap står konstruktivismen sterkt. For de andre kunnskapsdimensjonene kan også andre læringsteorier forklare godt hvordan vi lærer. For eksempel vil behaviorismen kunne forklare hvordan vi lærer kunnskap ”i å praktisere” naturvitenskap.

1.3 Hvordan gjennomføres eksperimentelt arbeid i klasserommene?

Begrepene eksperimentelt arbeid, laboratoriearbeid og praktisk arbeid brukes om hverandre i litteraturen, uten å skilles tydelig fra hverandre (Tsaparlis, 2009). Sammen omfatter de mange typer aktiviteter i naturfag og kjemi. I følge Hodson (1990) betyr begrepet, praktisk arbeid, oppgaver der elevene observerer eller manipulerer objekter eller materialer selv (enten individuelt eller i små grupper), eller der de ser på demonstrasjoner. I utvidet betydning omfatter eksperimentelt arbeid ikke bare kjemi utført i laboratoriet, men også enhver aktivitet som gir elevene muligheter til å manipulere utstyr og observere kjemien i praksis. Såkalt kjøkkenkjemi, som dreier seg om arbeid med dagligdagse stoffer, og datasimuleringer, er derfor også inkludert.

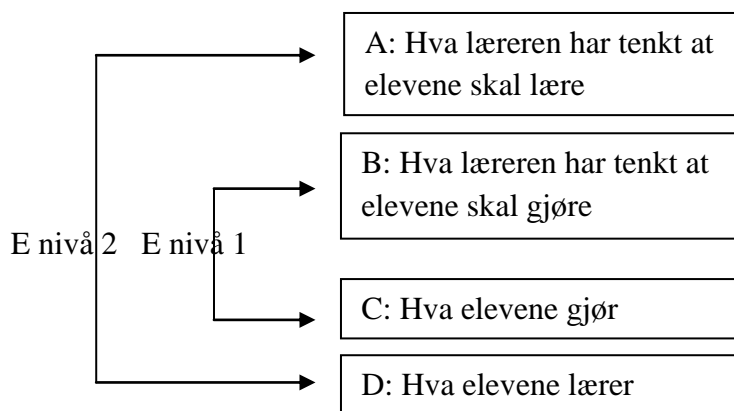
Ulike typer eksperimentelt arbeid

Det finnes mange ulike typer eksperimentelt arbeid. De vanligste er kanskje demonstrasjoner, illustrerende forsøk og utforskende forsøk. I demonstrasjonsforsøk gjør læreren alt og elevene følger med på det som gjøres. Illustrerende forsøk er som er laget for å illustrere enkelte fenomener og begreper. Elevene skal ofte produsere fenomenet i denne typen forsøk. Utforskende forsøk er oppgaver der elevene står litt friere. Frihetsgraden kan også variere her

i fra at de får bestemme alt, hva de vil finne ut og hvordan de vil finne det ut, til mindre frie oppgaver der en av delene er bestemt av læreren.

Begrepet ”laboratorium” må her forstås i utvidet forstand og omfatter alle læringsarenaer hvor eleven gjennomfører eksperimentelt arbeid, det være seg et kjøkken, utendørs eller i et naturfagrom på en skole. De ulike typene har ulike bruksområder ut i fra hva målet med gjennomføringen er. Mange lærere velger likevel ikke type ut i fra mål, men kun ut fra prinsippet om at variasjon er bra. Dette er i og for seg ikke en gal tanke, men det bør også ligge mer didaktiske begrunnelser bak valgene.

Abrahams & Millar (2008) har studert 25 ”typiske” naturfagstimer med praktisk arbeid på ungdomsskole/videregående (11-16 år) i England (secondary school). De ønsket å finne ut om eksperimentelt arbeid har effekt på læring. For å undersøke dette brukte de observasjon og intervjuer av lærere og elever. Abrahams og Millar ville finne ut om praktisk arbeid er læringseffektivt. For å vurdere dette, var det nødvendig først å definere hva man ønsket å oppnå. Abrahams og Millar valgte å analysere resultatene ut i fra en modell av Millar et al. (2008). Se figur 1.



Figur nr 1: Millar et.als modell på effektivitet

A kan være både teoretisk og praktisk kunnskap. B skal sørge for at elevene lærer kunnskapen i A. C handler om elevenes handlinger: Gjør elevene det de skal? Ser elevene det de skal se? Er instruksjonen for lite/mye detaljert? D handler om hva elevene sitter igjen med etterpå. Er det den samme kunnskapen som læreren hadde tenkt?

Abrahams og Millar valgte å legge til enda en dimensjon; læring som observerbare ting (objekter, materialer og fenomener) og læring som ideer (f.eks mol-begrepet). De understreket at det er vanskelig å skille helt mellom disse to, men de så det som et viktig skille for å se på

effektivitet. Abrahams og Millar stilte spørsmålstegn ved om et eksperiment kan være effektivt på alle nivåer samtidig. Videre følger Abrahams og Millars funn. Generelt la lærerne stort sett vekt på gjennomføring av oppgavene i deres undersøkelse, altså hva elevene skulle gjøre og de teoriene som lå bak. Det var lite, om noe, snakk om naturfaglig metode (generelt om praktisk arbeid og undersøkelser), i de klasserommene de besøkte, ikke noe om feilkilder og diskusjon av resultater var også lite framtrødende. Med andre ord ble det eksperimentelle arbeidet brukt for å illustrere fenomener, slik Abrahams og Millar så det.

Elevene gjorde stort sett det de var blitt instruert til å gjøre. Det vil si at de klarte ”å produsere fenomenet”. Abrahams og Millar mente at dette ikke var så rart med tanke på utstrekningen av oppskrift-oppgaver. De så at det var spesielt stor grad av dette der læreren underviste utenfor sitt spesialfelt. Lærerne forsvarte bruken av slike oppskrifter med dårlig tid. De uttykte at elever får med seg mye på kort tid med en oppskriftlignende arbeidsmåte.

Et problem med illustrerende forsøk er at det er forskjell på å se det tekniske og det teoretiske. Nesten alle oppgavene gav mulighet for å tenke på hva de gjorde, men det er usikkert om det hadde noen betydning for videre handlinger og mulig læring. En tanke er at vi må gjøre elevene avhengige av å ”se” teoriene i oppgaven for å gå videre dersom det er et poeng at de skal lære ideene. Abrahams og Millar fant mindre læringeffektivitet på E nivå 2, for ideer. Ofte virket elevene ukjent med teoriene de var ment å se, ikke nødvendigvis fordi de ikke hadde fått undervisning om det, men de ikke hadde forstått det. Dette nivået fikk også lavere prioritet av lærerne fordi de holdt fokus på hva elevene skulle *gjøre*.

I ettertid husket elevene lite av forsøkene. Det de husket var stort sett praktiske ting som at de brukte blå væske.

1.4. utfordringer med eksperimentelt arbeid

I overgangen mellom 1970- og 80-tallet begynte didaktikere å stille spørsmål ved både effektiviteten til laboratoriearbeid (for eksempel Bates, 1978) og hvilken rolle slikt arbeid spilte i undervisningen. Mange hadde tatt det for gitt at dersom elevene gjennomfører eksperimentelt arbeid i kjemi vil de automatisk lære noe. Det trenger ikke nødvendigvis å stemme.

I følge Sjøberg (2009, s. 176) viser PISA-undersøkelser² at jo mer eksperimentelt arbeid elevene har gjennomført, jo svakere blir PISA-resultatene i naturfag. Han mener at dette ikke

² Internasjonale undersøkelser om elevers kunnskaper i naturfag, matematikk, og engelsk.

er så rart siden PISA-testen er en papir-og-blyant-test, men han spør seg likevel om hva man bør lære av disse resultatene.

Tobin (1990) har konkludert med at meningsfull læring er mulig i laboratoriet dersom elevene blir gitt muligheter til å manipulere utstyr og materialer i et miljø som passer dem. Slik skal de kunne konstruere sin kunnskap av fenomener og relaterte naturvitenskapelige begreper. Tobin uttrykker videre at man i forskningen ikke har klart å peke på slike muligheter i naturfag. Mye tyder på at dette også gjelder i kjemi spesifikt. Jeg vil nå ta for meg tre hovedutfordringer som litteraturen om effektiviteten av eksperimentelt arbeid peker på.

Utydelig og ubesvisst bruk av lærere

Hodson (1990) har kritisert bruken av eksperimentelt arbeid i skole og påstått at det er uproduktivt og forvirrende fordi øvelsene veldig ofte brukes uten et klart gjennomtenkt mål fra lærerens side. Lynch (1987) har observert at når en gruppe lærere nikker vedkjennende til praktisk arbeid så har de ofte ganske ulike hensikter i hodet.

Tamir (1989) peker på at læreren er en av nøklene til effektiv læring i laboratoriet. Han mener at det er liten tvil om at læringseffektiviteten i eksperimentelt arbeid kan økes bare gjennom at læreren er bedre forberedt til slik undervisning gjennom lærerutdanningen. Større mental tilstedeværelse hos elevene er mer sannsynlig dersom både lærer og elever er i stand til å identifisere og forklare målet og hensiktene med det eksperimentelle arbeidet (Berry, Mulhall, Gunstone, & Richard, 1999). Det er også viktig at læreren ser og vektlegger slik tilstedeværelse. De fleste lærere vil nok si seg enig i dette, men når alt kommer til alt, har man mye man skal i gjennom på kort tid.

I følge Hodson (1990) har motivene for eksperimentelt arbeid vært de samme i de siste 30 årene, selv om de har vært ulikt prioritert. Målene for eksperimentelt arbeid er dessuten de samme som målene for kunnskap i naturvitenskap generelt. Mål må defineres der eksperimentelt arbeid kan tilføre et spesielt og signifikant bidrag i følge Hofstein & Lunetta, 1982. Woolnough & Allsop (1985) mener at en av grunnene til mangel på effektivitet er at man bruker eksperimentelt arbeid til mål det ikke passer for. De mener at å lære bort teoretiske begreper gjennom eksperimentelt arbeid fremfor å lære bort grunnleggende praktiske ferdigheter og gi en følelse av naturens fenomener og problemløsningsstrategier, er et eksempel på dette.

Spesifikke mål for elevenes læringsutbytte bør være en basis for lærers design, valg og bruk av aktiviteter, mener Hofstein og Lunetta (2004). Disse målene bør også gjenspeiles i vurderingen og læringsstrategier. Det er velkjent at vurderingspraksis i stor grad styrer elevenes handlinger (Gibbs, 1988). Å vurdere praktisk arbeid i større grad kan med andre ord bidra til å rettlede elevene under eksperimentelt arbeid.

Hodson (1992) peker på at vurdering av eksperimentelt arbeid er viktig og viser til fire funksjoner som vurdering kan ha: summativ, formativ, evaluerende og pedagogisk. Summativ vurdering er sluttkarakteren til elevene. Dersom man bruker mye tid på eksperimentelt arbeid bør det også ha noe å si for denne, mener Hodson. En formativ vurdering er informasjon ståstedet til hver enkelt elev. En slik type vurdering kan læreren bruke til å forme videre undervisning som passer den enkelte. Evaluerende vurdering gir læreren muligheten til å vurdere effektiviteten av det eksperimentelle arbeidet, mens pedagogisk vurdering er et verktøy for å rette elevene oppmerksomhet mot noe. Elevene konsentrerer seg om det de blir vurdert på. Dermed kan vurderingen brukes som en rettleiding for elevene.

Bryce og Robertson (1985) så på vurdering i forhold til eksperimentelt arbeid til daværende tidspunkt og fant at det var i stor grad fraværende selv om lærere brukte mye tid på slik undervisning. Dette kan man fortsatt si at er gjeldende nesten 20 år senere. Lærere bør være klar over potensialet for forbedring av både undervisning og læring gjennom å bruke vurdering, mener Yung (2001). Yung hevder også at det fortsatt er mange lærere som kun vurderer elevene ut i fra skriftlige arbeider (rapport). Dette er ikke nødvendigvis feil sier Yung, men da ser man bort i fra mange sider ved eksperimentelt arbeid som kanskje er minst like viktige.

Bucat (2004) mener at pedagogisk innholdskunnskap bør bli viktigere i veien videre. Med dette mener han at forskere og lærere bør legge mer vekt på hvordan elever lærer konkrete begreper og metoder, fordi læring av de ulike begrepene kan være svært forskjellig. TNS Gallup har gjort en undersøkelse som går på læreres forhold til forskning (Gallup, 2008) Den viste at lærere som regel fant ny informasjon på internett eller gjennom kollegaer. De fleste lærerne mente at man kan være en god lærer uten å følge med på forskning innen ens eget undervisningsemne eller ta del i resultater fra pedagogisk forskning.

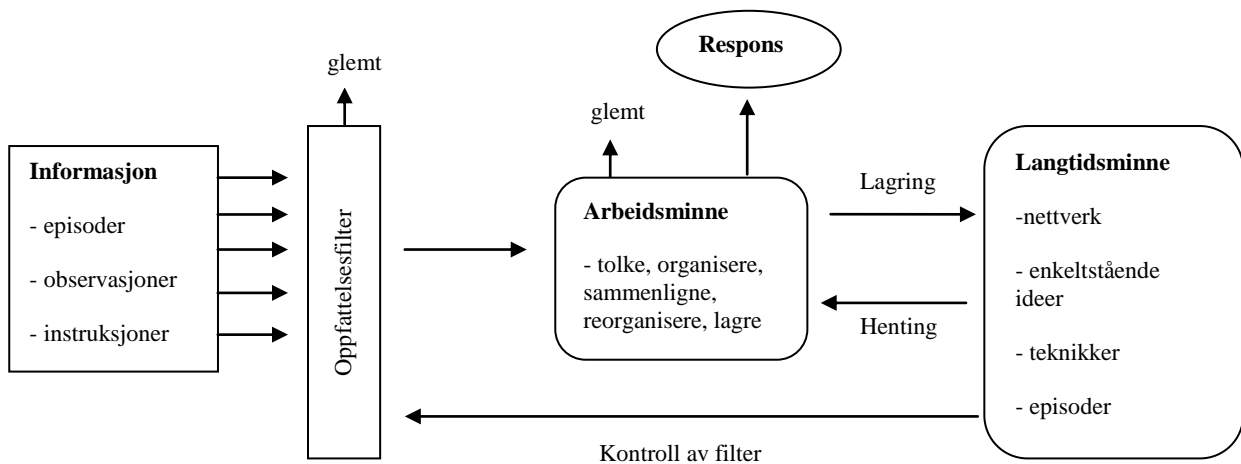
For mye på en gang

Elevenes kognitive aktivitet og hva de fokuserer på under eksperimentelt arbeid, er en nøkkel til effektiviteten på det nivået vi ønsker og at elevene skal få den typen kunnskap som læreren

bevisst har valgt seg ut (tatt opp under forrige punkt). Den kognitive aktiviteten er derfor noe jeg vil se på nå.

Fra kognitiv belastningsteori og arbeidsminneteori vet vi at mengden og funksjonaliteten av tidligere kunnskap bestemmer elevenes evne til å få overblikk, ta inn og prosessere informasjon (Sweller, van Merrionboer & Paas, 1998). Vanligvis vil laboratorieaktiviteter tilføre en høy kognitiv load, som vil si et overforbruk av hjernekapasiteten, hos den lærende (Johnstone & Wham, 1982). Dette påvirker elevens fremtreden under eksperimentelt arbeid. Elever fokuserer ofte på praktiske detaljer fremfor å utforske de underliggende teoriene og knytte dem til forsøket (Hofstein & Lunetta, 2004). Jeg vil undersøke hvorfor ved å gå litt dypere inn i disse teoriene.

Figur 1 er en modell på hvordan man mener informasjon prosesseres gjennom hjernen. Figuren er basert på tidligere modeller som blant annet Johnstone (1997) har brukt i sitt arbeid.



Figur 2: En modell av informasjonsprosess teorien

Dagens samfunn kan i stor grad kalles et informasjonssamfunn, som pepper oss med både nyttige og unyttige impulser. Vi har et filtersystem som gjør oss i stand til å ignorere mange inntrykk som ikke er viktige for oss og å fokusere på det vi anser som viktig der og da. Dette filteret, som jeg har kalt oppfattelsesfilteret på figuren over, må være drevet av det vi har opplevd tidligere. Selv om mennesker i samme miljø ofte har en del like erfaringer, vil de aldri bli helt like. Dette gjør at vi har ulike filtre som avgjør hva vi skal ta inn.

Informasjonen som går gjennom filteret vil først komme inn i arbeidsminnet. Dette er den bevisste delen av hjernen som holder ideene og faktaene vi vet mens vi tenker på dem. Arbeidsminnet har to funksjoner. Den tar inn ny informasjon fra filteret samtidig som det

henter kunnskap i fra langtidsmindet. Problemet med arbeidsminnet er at det har begrenset kapasitet. Det er et samspill mellom hvor mye som kan holdes i det bevisste minne og prosessaktivitetene som skal gjøre noe med dette minnet. Hvis det er for mye å lagre vil det ikke være nok kapasitet til å prosessere, og motsatt, dersom det er for mye å prosessere vil det ikke være nok plass til å holde informasjonen i arbeidsminnet. Dette illustrerer Johnstone med et tankeeksperiment (1997). Se på tabell 1 og hold noe over tallene til venstre. Tabellen viser datoer i ord. Gjør om datoene til siffer og plasser sifrene så i stigende rekkefølge. Siden dette er et tankeeksperiment er det selvsagt ikke lov til å skrive. Så, første trinn var å memorere datoen og se bort, andre trinn var å gjøre om datoen til siffer – 1, 7, 3, og tredje trinn var å sette sifrene i stigende rekkefølge – 1, 3, 7. Fortsett nedover. Spørsmålet er hvor langt man klarer å komme.

Tabell 1: Et tankeeksperiment

SEVENTEENTH MARCH	137
TWENTY-THIRD OCTOBER	0123
FIFTEENTH APRIL EIGHTY-NINE	14589
TWENTY-SIXTH SEPTEMBER NINETEEN EIGHTY-SEVEN	1267899
NINETEENTH DECEMBER EIGHTEEN TWENTY-FOUR	11122489

Da jeg utførte tankeeksperimentet, måtte jeg stoppe før den siste datoen. I følge Johnstone (1997) stopper det opp for oss når de to tankeprosessene, å oversette og re-rangere kommer i konflikt. Det delte arbeidsminnerommet er altså overbelastet. I praksis er det også så ubehagelig å jobbe opp mot denne grensen at man unngår det, mener Johnstone.

Kognitiv belastningsteori (cognitive load theory, CLT), er basert på antakelsen at arbeidsminnet har en begrenset kapasitet. Bannert (2002) har oppsummert de tre prinsipielle kildene til kognitiv belastning (CL).

Intrinsic cognitive load (ICL) avhenger av graden av interaktivitet mellom elementene i oppgaven og hvor kjent eleven er med temaet på forhånd. Dersom eleven har jobbet med temaet på forhånd vil han/hun kunne ha laget seg et funksjonelt skjema som hjelper til med å strukturere informasjonen lettere. *Extraneous cognitive load (ECL)* dreier seg om ytre faktorer som tar opp tankene til eleven. Ofte dreier det seg her om en dårlig organisering av arbeidet. Det kan være mangel på utstyr eller at elevene må bruke tid på å forstå et skjema. Dersom

dette ikke er en del av læringsmålet, faller slike problemer under denne kategorien. *Germane cognitive load (GCL)* er et resultat av at den lærendes forsøk på å konstruere seg skjemaer. Dette skjer blant annet ved å sammenligne den nye kunnskapen med tidligere kunnskap. Denne typen kognitiv begrensning er dermed direkte knyttet til læring.

Sweller, van Merriënboer, & Paas (1998) kaller summen av disse tre kildene *den opplevde kognitive begrensningen*. Elever forventes ofte å lære praktiske ferdigheter samtidig som de skal bygge opp teoretisk kunnskap gjennom forsøket. Begge deler er potensielle kilder for kognitiv begrensning. Hvis arbeidsminnebegrensninger overgås under laboratoriearbeid, spesielt med tanke på at de skal bli ferdig innen en gitt tid, vil kognitivt fokus gå til praktiske oppgaver fremfor teoretiske (Johnstone & Wham, 1982). For å hjelpe elevene til å lære mer under praktisk arbeid, må vi senke den totale kognitive belastningen, mener Johnstone og Wham.

Det har visst seg at vi ikke kan utvide arbeidsminnet, men vi kan lære oss å bruke det mer effektivt (Johnstone, 1997). For å gi et eksempel peker Johnstone på hvordan barn lærer å lese. Først har de nok med å ta inn informasjonen fra bokstaver for i begynnelsen vil S-K-R-I-V-E være seks informasjonsfaktorer. Videre kan de utvide til ord, og SKRIVE vil nå oppfattes som én informasjonsfaktor. Til slutt vil barnet være i stand til å kunne se hele setninger som en informasjonsfaktor. Denne prosessen kaller Johnstone for ”chunking”. Prosessen krever imidlertid tid. Jo mer elevene utvikler seg skjemaer innenfor naturvitenskapelige temaer, jo mer effektivt klarer de å bruke arbeidsminnet innenfor det temaet.

Johnstone anbefaler oss lærere å prøve å senke ICL og ECL så mye vi kan hos elevene slik at GCL, der læring faktisk kan skje, kan øke under forsøket. ECL kan vi gjøre noe med til en viss grad ved å sørge for at forsøket går mest mulig knirkefritt. Det er likevel vanskelig å forutse alt. En viktig komponent blir å senke ICL. Dette kan gjøres ved å forberede elevene nok på forhånd.

Hva kan denne teorien lære oss? For det første ser vi ut i fra modellen at elever filtrerer ut det de mener er viktig. I tillegg er det begrenset hva de kan ta inn. Dette problemet øker dersom det er en tidsfaktor involvert. På begge disse områdene kan dermed den tenkte læringen feile. Elevene vet som regel ikke hvorfor de har laboratoriearbeid (Berry, Mulhall, Gunstone & Loughran, 1999) og de retter seg derfor etter de holdepunktene de har, som er hva det står i instruksjonen og hva som blir vurdert. Viktigheten av vurdering vil jeg komme tilbake til,

men først vil jeg se på hva informasjonsprosessteorien og CLT har å si for eksperimentelt arbeid? (Johnstone, 1997)

La oss gå tilbake til informasjonsprosessteorien igjen (figur 1). Langtidsminnet er den delen av hjernen der prosessert informasjon lagres. Som vi ser av figuren er det en link begge veier mellom dette minnet og arbeidsminnet. Mennesker søker etter mønstre. Det vil si at vi prøver å relatere ny informasjon i vårt eksisterende informasjonssystem for at det skal være logisk. Dette kan sammenlignes med det Piaget kaller adaptasjon. Systematiseringen skjer i arbeidsminnet ved at allerede prosessert informasjon hentes fra langtidsminnet og blandes sammen med den nye informasjonen.

Lagring av informasjon i langtidsminnet kan foregå på minst fire måter (Johnstone, 1997). 1 Den nye informasjonen passer sammen med eksisterende kunnskap og utvider skjemaet. 2 Den nye informasjonen passer godt sammen med en tidligere misoppfatning og de settes sammen. 3 Lineær lagring. 4 Lagring der eleven ikke har noen tidligere informasjon om emnet. Denne informasjonen er både vanskelig å lære, dermed lagre, og å hente tilbake. Ofte er dette den typen informasjon vi tar inn før en eksamen, som forsvinner rett etterpå. 1 og 2 er adaptasjon som består av både assimilasjon og akkomodasjon.

Ausubel, Novak & Hanesian (1978) har gruppert disse typene lagring i langtidsminnet, og dermed læring. Meningsfull og overfladisk læring er ytterpunktene, henholdsvis 1 og 4. En god lærer kan gjøre om overfladisk læring til meningsfull læring ved å hjelpe elevene til å koble sammen de ulike ”boksene”.

Johnstone (1997) mener at selv om læring er individuell og avhengig av tidligere kunnskap, så kan elevene hjelpes til å lære ved diskusjoner om nettopp hvordan man lærer. Dette kalles metakognitiv kunnskap og er en del av temaet for den siste utfordringen ved eksperimentelt arbeid. Jeg vil først presentere en liste som Johnstone har satt opp for konsekvenser for undervisning dersom vi skal ta informasjonsprosessteorien og CLT på alvor. Johnstone mener, og har mange med seg, at det er viktig at læreren bruker forskning som bakgrunn for sine valg i undervisning.

Tabell 2: Johnstones ti ”læringsbud”

1. Hva du lærer kontrolleres av hva du allerede vet og forstår
2. Hvordan du lærer kontrolleres av hvordan du har lært tidligere
3. Hvis læring skal være meningsfull må det sammenbindes med eksisterende kunnskaper og ferdigheter og utfylle begge deler.
4. Mengden av materiale et gitt tidsintervall er begrenset.
5. Tilbakemelding og bekreftelse er nødvendig for komfortabel læring, vurdering må være human.
6. Man bør ta hensyn til læringsstil og motivasjon.
7. Elever bør vurdere sin egen læring ved å spørre seg selv om hva som foregår i hodene deres.
8. Det bør være rom for problemløsning til sitt fulle for å trene opp og styrke linker.
9. Det bør være rom for å lage, forsvare, prøve ut og lage hypoteser.
10. Det bør være muligheter for at elevene selv kan lære bort.

Ut i fra disse konkrete ”budene” ser vi tydelig at prosessinformasjonsteorien og CLT henger sammen med den konstruktivistiske læringsteorien, men også med innslag av andre teorier.

Ut i fra punktene kan man også si at gjennomtenkte mål er viktig. For elevene klarer ikke å lære alt på en gang og de er dessuten avhengige av å få hjelp til å knytte sammen ny og eksisterende kunnskap. Prelaboratorier og begrepskart er eksempler på undervisningstiltak som vil være effektiv om man skal støtte seg til denne teorien.

Skriving er noe som kan hjelpe på den kognitive begrensningen: Winberg & Berg s. 1113, Hofstein & Lunetta s. 32.

Bevissthet på egen læring

Å hjelpe elevene med å identifisere mål og hensikt, og forstå forskjellen mellom dem, er en viktig oppgave for lærere som ønsker å forbedre elevenes læring (Berry, Mulhall, Gunstone, & Richard, 1999). Å kjenne til mål, kan hjelpe elevene å rette den kognitive aktiviteten mot de viktige aspektene av oppgaven, mens å vite om hensikten kan trigge elevene til å se sammenheng mellom oppgaven og det de har gjort før i undervisningen, hevder Berry et al.

Ofte viser det seg at elever har problemer med å knytte det eksperimentelle arbeidet til andre sider av deres egen læring (Hodson, 1990). Dette må lærerne derfor hjelpe dem med. Ofte tror elever at eksperimentelt arbeid i naturfag er ”hands-on” fremfor ”minds-on”. Ved å korrigere deres syn på laboratoriearbeid og egen læring, kan vi

Metakognitive kunnskaper er som nevnt noe som får stadig større plass. Flavell (1976) får ofte æren for å ha funnet opp begrepet metakognisjon (Turmo, 2008). Dersom elever gjennom skolegangen lærer seg om hvordan de selv lærer, så har lærere lagt det viktigste grunnlaget, mener. Selvfølgelig vil man gjennom skolengangen også lære dem mer, men å trene opp metakognitive ferdigheter kan sørge for at elever også får økt læringsutbytte ellers (Baird & Mitchell 1986, Paris & Jacobs 1984). Jeg skrev om kunnskap i naturvitenskap at læring av begreper krever en konseptuell endring. Det samme gjelder læring av metakognitive begreper.

Berry et al. (1999) mener elever må lære seg i fra første stund at eksperimentelt arbeid dreier seg like mye om arbeid med tanker som arbeid med utstyr. Dette står litt i motsetning til Tamir (1989) og Woolnough & Allsop (1985) som mener at eksperimentelt arbeid i hovedsak bør dreie seg om nettopp arbeid med utstyr. Jeg vil vise til det første problemet med eksperimentelt arbeid beskrevet og si at læreren må gjøre seg opp et tydelig mål og så sørge for at elevene oppfatter hva som er målet. Som nevnt kan dette gjøres blant annet ved vurdering og ved at elevene har fått tilgang til metakognitive kunnskaper.

2. Skrivning

For å kunne diskutere hvordan lærere kan bruke skrivning for å øke læringseffektiviteten ved eksperimentelt arbeid, vil jeg se på hvorfor skrivning er viktig (2.1), og hva slags kognitive prosesser som foregår når vi skriver (2.2). Deretter vil jeg gå inn på to hovedretninger innenfor skriveforskning (2.3) og til slutt se på hva slags skrivning som brukes i forbindelse med eksperimentelt arbeid (2.4).

2.1. Skrivning som en grunnleggende ferdighet

I 2006 kom det en ny læreplan som la vekt på kunnskap og kultur for læring. Sammen med lesing, regning, digitale og muntlige ferdigheter utgjør skrivning en del av ”basisferdighetene” som kreves i kunnskapssamfunnet. Utdanningsdirektoratet skriver at de fem grunnleggende ferdighetene er avgjørende redskaper for læring i alle fag og samtidig en forutsetning for at elevene skal kunne vise sin kompetanse (udir.no).

Språkforskere setter ofte et skille mellom generell skrivekompetanse og fagspesifikk skrivekompetanse. Evensen (2006:22) sier at når man skal begynne å lære en ny skrivemetode eller sjanger så starter man ikke på nytt hver gang. Man har en grunnleggende kunnskap om skrivning. Dette er den generelle skrivekompetansen. Den fagspesifikke skrivekompetansen opparbeides når man får erfaring med hva som forventes av skrivingen i de enkelte fagene. Skrivingen er et redskap for læring i alle fag, og gjennom å utvikle skriveferdigheten blir faglige ferdigheter utviklet. Parallelt med den faglige progresjonen kan stadig mer avanserte og fagspesifikke skriveferdigheter bli utviklet mener språkforskere, slik at form og innhold i teksten blir tilpasset formålet med skrivingen. Samarbeid mellom faglærere og norsklærere er avgjørende. Arbeid med argumenterende tekster kan legges til for eksempel naturfag og vurderes av både naturfaglærer og norsklærer. Slik får også norsklæreren noe igjen for samarbeidet.

I læreplanen for kjemi er de grunnleggende ferdighetene å kunne uttrykke seg muntlig og skriftlig lagt sammen til én ferdighet. LK06 sier følgende om disse to ferdighetene:

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.

De grunnleggende ferdighetene skal involvere alle lærere uavhengig av fag. Det betyr for eksempel at ansvaret for skriveopplæringen ikke lenger kun er gitt til norsklæreren.

Det finnes flere måter å dele inn skriving på. Slik jeg ser det er de ulike inndelingene en beskrivelse av det samme, hva målet med skrivingen er. Hoel (1997) definerer noe som hun kaller innoverretta og utoverretta skrivemetoder. Som ordene sier, er innoverretta skriving noe som foregår for den skrivende sin skyld, og ofte for indre ettertanke og refleksjon, mens utoverretta skriving er skriving som har som mål å fortelle noe til andre. På mange måter kan dette sammenlignes med det Maagerø og Skjelbred (2010) kaller tankeskriving og presentasjonsskriving. Tankeskriving bruker man for å strukturere informasjon for seg selv, mens presentasjonsskriving brukes for presentasjon av denne informasjonen.

Skriving kan også fremstilles som en prosess og et produkt. Proessorientert pedagogikk er opptatt av at kunnskap blir til mens man jobber. Her er det de lærende som er i fokus. produkt.

Skrivestrategier defineres av Hertzberg (2006) som prosedyrer og teknikker som den skrivende kan bruke for å gjennomføre en skriveoppgave. Noen av disse strategiene kan observeres, mens andre foregår i hodet til den skrivende. Disse er derfor vanskelige å observere og i mange tilfeller er det også ubevisste prosesser. Hertzberg sier at ordet skrivestrategier også brukes om selve utformingen av teksten. Det kan være valg om hvordan man skal innlede og avslutte og hva slags språk teksten skal ha. Dette vil hun heller kalle tekststrategier. Avhengig av om vekten legges på skrivestrategier eller tekststrategier, kan man identifisere to hovedretninger i den internasjonale litteraturen rundt fagskriving (Hertzberg, 2006), lære å skrive og skrive for å lære. Dette kommer jeg tilbake til i 2.3. Først vil jeg se på hvilke kognitive prosesser som foregår når vi skriver.

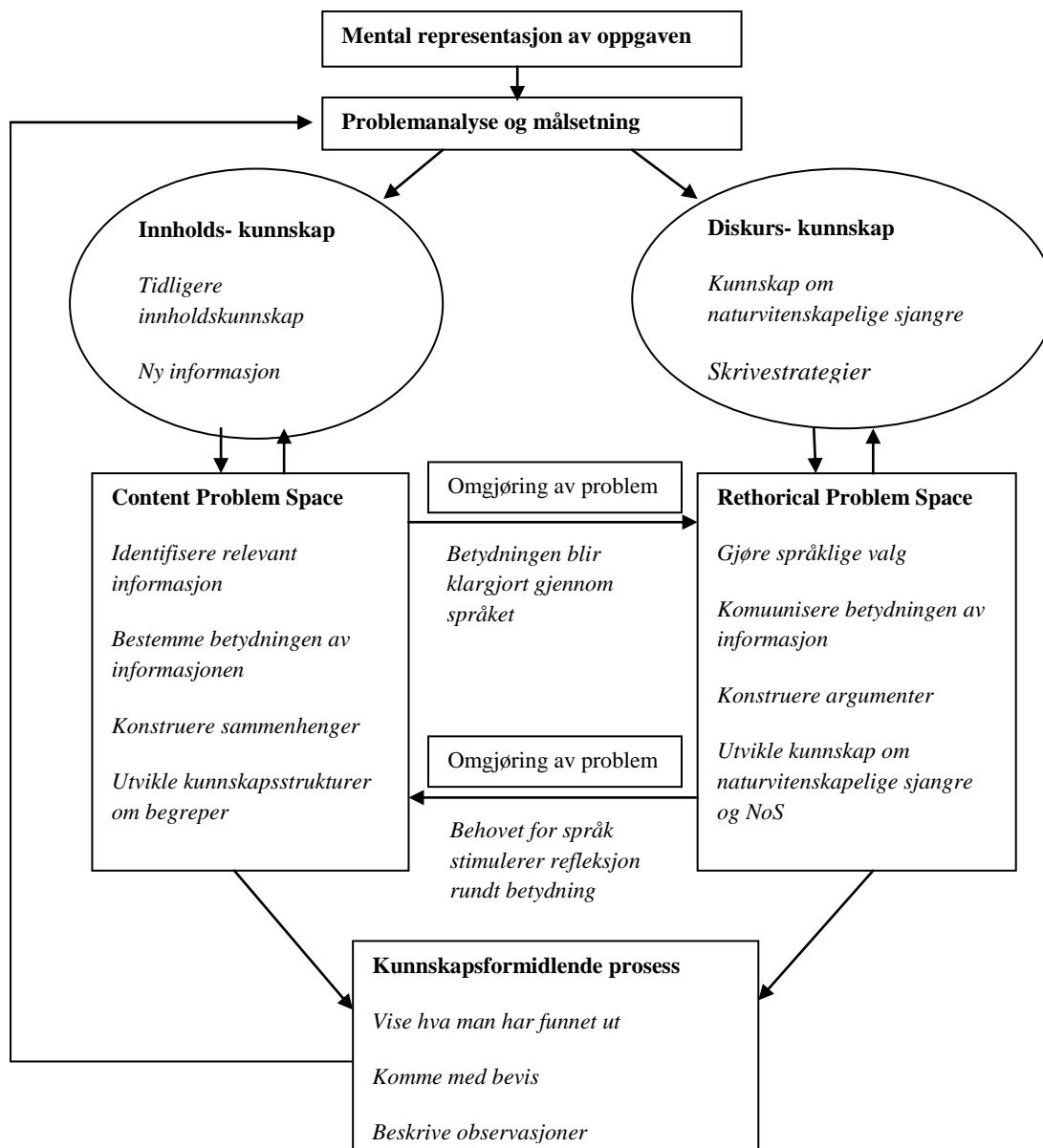
2.2. De kognitive prosessene ved skriving

Tidlig på 1970-tallet begynte forskere i skrivemiljøet å fokusere på hvordan man kunne opparbeide seg ny kunnskap gjennom å skrive (Britton, 1970) og (Emig, 1977). I følge Britton har mennesker den unike egenskapen at vi kan representere det vi ser rundt oss gjennom bruk av symbolsystemer. Innenfor et likt syn vil Inntrykk, følelser, og handlinger oversettes til verbalt språk som vi prosesserer som indre tale. Den nære sammenhengen mellom å prosessere ny informasjon og formulere en verbal mening for informasjonen, utgjør den komplekse sammenhengen mellom tenkning, tale og skriving, mener Britton (1970). Mange mener at skriving ikke bare beskriver eksisterende begrepsstrukturer, men at skriving er med på å lage dem (Halliday & Martin, 1993, Lemke, 1990). Det har vært en økt interesse for å bruke skriving for å lære i naturvitenskap de to siste tiårene. Retningen kalles ofte *Skrive for å lære*, og legger vekt på uformell skriving (Connally, 1989; Rivard, 1994). Det finnes også en

retning innenfor skriveforskning som stiller spørsmålstegn ved effektiviteten til slik skriving og i stedet prioriterer sjangeropplæring. Denne retningen omtales ofte som *Lære å skrive*. Begge disse retningene vil utdypes i kapittel 2.3.

Forskning på språk og læring i ulike fag ble startet i Storbritannia av Britton og hans kollegaer (Britton, 1970; Martin, 1992) sent på 60-tallet. Britton la vekt på at tale spiller en viktig rolle i læring. Dette baserte han på at små barn organiserer, utforsker og forsker gjennom tale. Han mente derfor at snakking er det naturlige utgangspunktet for skriving. Skrivningen til barn, samt utkast til mer erfarne skrivere kan kalles ekspressiv, mente Britton, fordi den representerer den type språk som brukes i dagliglivet. Ekspressiv skriving formidler informasjon og reflekterer over informasjonen. Siden Britton la vekt på at ekspressiv skriving vanligvis er uformell, uten tanke på vurdering av andre, kan skriveren konsentrere seg om å skape sammenhenger mellom tidligere kunnskap, klargjøre forståelse og ”forklare saken for seg selv” (Britton et. al 1975, s 28). I de siste årene har ekspressiv skriving blitt sett på som en aktivitet som hjelper elever med å se sammenhenger, tenke på et høyt nivå og overvåke begrepsendring, mens skriving for å kommunisere sees på som et verktøy for å vise frem hukommelse og reproduksjon av kunnskap.

I følge Bereitener og Scardmalias (1987) kunnskaps-transformerings modell setter skriveren seg retoriske og innholdsmessige mål og undermål. Modellen er gjengitt i Figur 3. I den kunnskaps-transformerende prosessen setter skriveren seg mål om hva som skal sies og genererer så innhold ut i fra målet. Modellen kjennetegnes ved interaksjonen mellom *content problem space* (innholdskunnskap) og *discourse problem space* (sjangerkunnskap). Det første området tar for seg relevante fakta, data og begreper, mens det andre handler om retoriske og sjanger kunnskaper.



Figur 3: Bereiter og Scardamalias (1987) kunnskaps-transformerende modell, med Keys' (1999) refleksjoner i kursiv.

Tilhørere av uformell skriving mener at å skrive for å kommunisere informasjon er begrenset av behovet for å opptre korrekt i samfunnet (Connally, 1989). Det er denne egenskapen Keys (1999) mener kan fremme bruk av naturvitenskapelige tankeprosesser og utvikle dypere forståelse for kunnskapsproduksjon i naturfag. Når elevene skriver ekspressivt, inkluderer de sine egne refleksjoner og spekulasjoner i skrivingen. Ekspressiv skriving representerer en viktig fase i meningsskapningsprosessen og bør brukes som støtte til mer formelle skriftlige produkter, samt i undersøkelsesprosessen, mener Keys m. fl. Men, når elevene skal skrive for å kommunisere, kan ikke eleven lenger spekulere for seg selv. Han må presentere de mest fullstendige og garanterte forståelsene til leseren. Denne transformasjonen fra skriftlige spekulasjoner til gjennomtenkte valg i språk, som illustrert i Breitner og Scardmalias modell,

presser skriveren til å utføre den viktigste vitenskapelige tankeprosessen i undersøkelser. Nemlig sammenhengen mellom problemer, metoder, observasjoner, mønster, bevis og påstander.

Emig (1977) har sett på skriving som en unik læringsarena. Hun har påpekt at skriving krever tre typer kognitiv interaksjon; (a) den (enactive) formen, learning by doing, (b) den ikoniske formen, å danne seg et bilde og (c) den symbolske formen, å representere ideer som symboler. Hun sa at skriving krever en koordinering av øyne, hjerne og hånd, og aktiviserer begge hjernehalvdeler.

2.3. Lære å skrive eller skrive for å lære?

Det er stor enighet om at det å lære seg et nytt fagfelt også involverer å lære seg et nytt språk (Halliday & Martin, 1993; Wallace, Hand & Prain, 2004, Wellington & Osborne, 2001). Også naturvitenskapelige fag har sitt eget språk som elevene må lære seg å beherske. Hvordan dette bør skje, er det imidlertid ulike syn på. Disse vil jeg vise til i dette kapittelet.

Innenfor retningen *Skrive for å lære* (også kalt skriving på tvers av fag, Writing Across the Curriculum) sees skriving først og fremst som en måte å forstå og tilegne seg faget på. Det legges vekt på spontanskrijving og eksplorerende skriving, og det er utviklet en rekke skrive-for-å-lære-strategier som kan brukes uavhengig av fag. Siden et hovedsiktemål er å hjelpe elevene med å gjøre ”stoffet til sitt”, oppmuntres det ofte til et personlig, muntlig språk, gjerne også gjennom uformelle sjangrer som logg, brev og fortelling. Teorigrunnlaget for denne retningen finnes i britisk skriveforskning på 1970-tallet (James Britton, Harold Rosen), som jeg har omtalt i kapittel 2.2.

I den andre retningen, som omtales som *Lære å skrive* (også kalt Writing in Disciplines, sjangerskolen), ligger fokuset på det enkelte fags spesielle skrivekultur slik den fremstår gjennom en viss fagterminologi, en viss språkstil og visse kriterier for tekstopppbygging. Disse kriteriene varierer fra fag til fag. Å lære faget betyr blant annet å lære det språket som oppfattes som akseptabelt i faget, og arbeidet med skriving må ta hensyn til dette. Teorigrunnlaget er å finne innenfor den såkalte australske sjangerskolen som bygger på sosiologen Basil Bernstein og språkforsker Michael Halliday. Sentrale navn er J. R Martin og Francis Christie. Det er særlig innenfor naturfagene denne retningen har vokst seg sterk.

Den australske sjangerskolen har kommet med sterk kritikk av prosessorientert, ekspressiv, skriving. De hevder at det elevene trenger, er å få hjelp til å skrive slik det aksepteres av

faglæreren. Derfor trenes barn allerede i småskolen opp til å skrive læreboklignende tekster med et objektivt språk og en prototyp tekststruktur. Begrunnelsen er at det er dette elevene trenger senere i utdanningen, og at en ikke kan regne med at det kommer av seg selv (Halliday & Martin, 1993, Knain 2005). Tilhørere av sjangerskolen (Halliday, Martin, Veel) mener at elevene bør få opplæring i de sjangrene som hører til faget gjennom eksempeltekster og aktiv veiledning i fra lærer. De har det synspunktet at man ikke kan inneha "literacy" (lese- og skrivekyndighet) i faget før man behersker å uttrykke seg gjennom korrekte sjangere. Videre mener de elevene vil lære seg faget gjennom å lære sjangere fordi sjangrene er et uttrykk for fagets tenkemåte og verdenssyn. Forbilde og mønster er en støtte for elevene. Innenfor et slikt syn, er det viktig at elevene får skriveopplæring. Det er lærerens jobb å presentere ulike sjangere og sette ord på taut kunnskap. Dersom elevene kjenner til de typiske trekkene ved en sjanger og hvordan teksten ser ut, er det lettere for dem å prøve seg selv. Sjansen for at de lykkes er da også større, mener Lorentzen (2008).

Motparten til sjangerskolen er friskriving. Forskere som plasserer seg innenfor denne kategorien (Prain, Hand, Keys/Wallace) mener at skriving bør brukes fritt av elevene for å utforske, og utvikle, sin egen kunnskap. De mener at en variert bruk av sjangere, også sjangere som i utgangspunktet ikke har tilhørt vitenskapen, vil være mest hensiktsmessig. Det har vist seg at denne tilnærmingen fungerer bedre for de som har et dårlig utgangspunkt for skriving. Ja, elever bør til slutt lære seg og bruke de korrekte ordene, men før de kan gjøre det bør de oppmuntres til å skrive "oversettelser" av deres gryende forståelse av naturfaglige begreper med egne ord i varierte sjangere. For at naturvitenskap skal bli tilgjengelig for de fleste må det menneskelige, personlige elementet få større plass (Wallace, Hand, Prain, 2004)

Hvordan skriving påvirker læring av naturfaglig kunnskap opptar mange forskere innenfor læringspsykologi og naturfagsdidaktikk (Applebee, 1984; Rivard, 1994; Klein, 1999). Det har blitt sett på uformell skriving som en viktig del av å skape forståelse for naturfaglige begreper og fenomener (Rivard, 1994). Formell skriving har det vært forsket mindre på. Tradisjonelt har formell skriving blitt sett på som reproduksjon av lært kunnskap og man har dermed ment at det ikke kan brukes for å skaffe ny kunnskap (Connally, 1989). Dette står i sterk kontrast til Martin (1993), som mener at det er nettopp gjennom skriving at man kan få ny kunnskap.

De to retningene, lære å skrive og skrive for å lære, er altså uenige om betydningen av begrep som "naturfaglig literacy" og "lære om naturvitenskap" (Wallace, Hand, Prain, 2004). Hertzberg (2006) mener at vi som lærere med stor ro kan forene de to posisjonene. I det

norske skolesystemet, hvor det er lagt vekt på at alle skal får mulighet for høyere utdanning, er det viktig at skolen utvikler den typen fagskriving som er inngangsporten til nettopp det. Samtidig er det ingen grunn til å tvile på at spontane og frie ”skrive-for-å-lære”-oppgaver kan være svært godt middel i prosessen med å forstå og bearbeide vanskelig fagstoff. Hertzberg (2006) har satt opp hvilke typer skriveoppgaver som gis innenfor de to retningene. Hun mener at de to et stykke på vei tilsvarer skillet mellom tankeskriving og presentasjonsskriving. Ser man de to i lys av dette blir det tydelig at de kan leve side om side, i følge Hertzberg.

I følge Britton (1970) vil skrijving etter hvert som den blir mer meningsfull, utvikle seg til poetiske eller transaksjonelle former (se figur 5). Den første tar for seg dikt og noveller, mens den andre har mer faste rammer. Hensikten med slik skrijving er å formidle informasjon til andre. Denne retningen har fått spesiell betydning i USA. Brittons sjangre inndeling poetisk, ekspressiv og transaksjonell. Poetiske sjangre er ofte det som kalles kreativ skrijving. Selv om Keys (1999) representerer skrive for å lære-retningen er hun i mot det hun kaller kreativ skrijving i naturfag.

Keys hører i utgangspunktet til skrive for å lære-kulturen, men hun mener at det likevel er nødvendig med sjangre (Keys, 1999). Hun mener de ulike sjangrene bør brukes riktig slik at de kan være ”omgivelser for refleksjon”.

Poetiske sjangre	Ekspressive sjangre	Transaksjonelle sjangre
<p>Hensikt: å reflektere rundt opplevelser og følelser</p> <ul style="list-style-type: none"> -historie -dikt -reklame -tegneserie -reise -sang tekster drama 	<p>Hensikt: å utforske ideer</p> <ul style="list-style-type: none"> -notater -tankekart -spørsmål -hypoteser -friskriving -utkast 	<p>Hensikt: å informere, rapportere</p> <ul style="list-style-type: none"> -eksperiment -forklaring -rapport -biografi -utstilling

Figur 4: Noen eksempler på skriftlige sjangre etter Brittons (1970) rammeverk

Martin (1993), som tilhører den andre retningen har satt opp sjangrene som er gjeldende i naturvitenskap.

Vi ser av figur nr. 4 at sjangrene som ligger innenfor transaksjonell skriving er de samme som sjangrene som Martin (1993) beskriver; eksperiment, forklaring, rapport, biografi og utstilling. Det er med andre ord mulig å forene de to retningene som Hertzberg sier. Spørsmålet blir hvordan man skal komme seg til disse sjangrene, gjennom ekspressiv skriving, eller gjennom tidlig og tydelig opplæring?

2.4. Skriving tilknyttet eksperimentelt arbeid

Til slutt i denne delen vil jeg se på hva slags skriving som brukes i forbindelse med eksperimentelt arbeid i kjemi. Læreplanen (LK06) inneholder to punkter som eksplisitt sier at elevene skal skrive i forbindelse med eksperimentelt arbeid i kjemi.

Metoder og forsøk (kjemi 1): Elevene skal kunne skrive rapport fra forsøk og presentere prosess, metode og resultater med og uten digitalt hjelpemidler.

Forskning (kjemi 2): Elevene skal kunne publisere rapporter fra egne forsøk, med og uten digitale hjelpemidler.

Foruten disse kompetansemålene skal elevene som nevnt tidligere opparbeide seg en grunnleggende ferdighet i å skrive i kjemi som i de andre undervisningsfagene. Skriving i forbindelse med eksperimentelt arbeid inngår også i dette.

Den vanligste formen for skriving i forbindelse med eksperimentelt arbeid er den firedelte IMRaD strukturen som består av Innledning, Metode, Resultater og Diskusjon. Tilhengere av sjangerskolen mener denne typen eksperimentrapporten er en effektiv og spesialisert måte å kommunisere på som har blitt utviklet over tid. De mener at elevene gjennom å lære sjangeren også lærer om naturvitenskapen som sosial institusjon.

Flere mener at denne formen for rapportskriving, sammen med tradisjonelle ”kokebok”-forsøk, kan lære elevene laboratorteknikk, altså kunnskap i å praktisere naturvitenskap, men lite annet (Hofstein & Lunetta, 1982; Lazarovitz & Tamir, 1994; Nakhleh, Polles & Malina, 2002). Vivi Ringnes og Merete Hannisdal (2006) mener elevene kan lære mye av å skrive rapport, men peker på at mange elever føler det som en tvangstrøye å følge en mal på rapporten. De etterlyser derfor en metode som gjør at elevene får bruke rapportskrivingen som en kreativ prosess. Dette er derimot noe både sjangerskolen og noen innenfor friskriving er imot (Keys, 1999)

Knain (2008) sier at det er viktig at elevene setter ord på sine egne skriveferdigheter i faget, slik at tause normer for hva en god lab-rapport er, kan gjøres eksplisitte. Spesielt mener han

dette er viktig for de som i utgangspunktet har utfordringer med å skrive generelt. Som en del av et forskningsprosjekt gjorde han en øvelse med noen grupper elever der behovet for å snakke om skriving og rapport skulle gjøre seg gjeldende. Etter et eksperimentelt arbeid skrev elevene individuelle rapporter som de pleide. Videre ble elevene satt i grupper på fire, fem elever og de skulle sammen lage en felles ”beste” rapport på bakgrunn av de individuelle rapportene. Det ble gjort klart at det ikke var noe fasitsvar på oppgaven, men at de skulle diskutere seg frem til det gruppen synes var best. Knain sier at hensikten var å finne ut hva slags spørsmål elevene stilte og hvilke aspekter av rapportskrivningen de fant grunn til å diskutere. Et gjennomgående trekk ved diskusjonene var at elevene ikke diskuterte tekstkomposisjon, skrivemåter eller ulike formuleringer. Det de fokuserte på var å sammenligne resultater. Skriveprosessen var veldig lite vektlagt og når de så på hverandres tekster og vurderte hva som skulle stå i den felles rapporten var kvalitetskriteriene underforstått. Typiske utsagn var ”X sin hensikt er god, den bruker vi”, uten noen beskrivelse av hva som gjorde nettopp denne hensikten god. Dette tyder på at det å lære å skrive lab. rapport er en taus kunnskap, men også at elevene mangler et metakognitivt språk for å snakke om skriving.

Et annet problem med skoleskriving kan være at elevene skriver for læreren og ikke for et annet publikum. I mange tilfeller løses dette med en modelleser (Hertzberg, 2006), som at elevene får beskjed om å skrive til en person på egen alder som skal gjennomføre forsøket. En annen mulighet er at elevene bruker hverandre som mottakere. Å skrive for en leser krever en viss grad av metakognisjon som uformell skriving ikke krever (Holliday, Yore, Alvermann, 1994). Det å lage en tekst som andre skulle bruke, virket dessuten strekt motiverende i følge Knain (2008). Hart (2000) laget et undervisningsopplegg med eksperimentelt arbeid der elevene skulle velge seg ut et forsøk de ønsket å gjøre av mange forsøk. De skulle så finne ut hvordan de ville løse oppgaven og få godkjennelse til å begynne. Når de var ferdige med det eksperimentelle arbeidet, skulle de skrive en rapport om forsøket som noen andre i klassen skulle bruke. Siden det var mange ulike forsøk valgte elevene forskjellig slik at de i andre runde fikk et helt nytt forsøk. Dette stilte krav til rapportene. Elevene skulle skrive kommentarer til rapporten, om det var noe de ikke skjønnte osv. Til slutt skulle elevene revidere sine egne rapporter. Et lignende alternativ som Knain (2008) har prøvd, er å dele klassen i to og bytte slik at elevene gjør først det ene forsøket og så det andre. Dette gir mer system i klasserommet, men kan ta bort noe av eierskapet til oppgaven som man kan få

dersom elevene velger oppgave selv. Dette eierskapet til oppgaven er viktig for læringseffektiviteten i følge Berry et al. (2008).

Selv om ”hands-on” aktiviteter begynner å bli veletablerte, har lærere slitt med å skape læringsmiljøer der elevene kan delta i å bestemme retningen for undersøkelsen (Cavagnetto, Hand & Norton-Meier, 2011, s. 195). En tilnærming som gir et rammeverk for lærere til å bruke elev-sentret undersøkelser i naturfagsklasserommet er Science Writing Heuristic (heretter, SWH).

SWH er et verktøy og en metode som skal fremme kognitiv aktivitet, argumentere og skrive om eksperimentelt arbeid (Hand, 2004, s. 132). Keys og Hand utviklet denne metoden fordi de var interessert i hvordan man kunne bruke skriving som en tanketilstand (Hand & Keys, 1999; Keys, 2000; Keys et.al, 1999). Teoretisk er SWH en mellomting mellom personlig, ekspressiv skriving, som har vist seg å fremme naturfag forståelse (Rivard, 1994) og upersonlig skriving. Rent praktisk er SWH en rekke aktiviteter som kan gjennomføres i klasserommet for å fremme tenkning og skriving i klasserommet. Denne metoden har vist seg å virke positivt inn på elevenes begrepslæring, deres metakognisjon og deres kunnskap om NoS (Keys, 2000, Keys et. al, 1999), som jeg har kalt kunnskap om naturvitenskap.

Keys og Hand (Keys, Hand, Prain, & Collins, 1999) utformet et alternativ til IMRaD – modellens tilnærming til forsøksrapporten fordi de mente rapporten måtte tilpasses elevene med en mer pedagogisk tilnærming. Dette fordi elevene ikke hadde forutsetning for å skrive på den tradisjonelle formen IMRaD. En mer tilpasset versjon skulle hjelpe elevene til å ”pakke ut” naturfaglig kunnskap som lå lagret i språket. SWH plasserer seg mellom formell og uformell skriving, med andre ord mellom å skrive for å lære, og lære å skrive. Metoden skiller seg fra den tradisjonelle rapporten på flere måter. For det første brukes skriving aktivt både før, under og etter forsøket. For det andre legger SHW vekt på det samarbeidende aspektet ved naturfag. Læreren som aktiv veileder er en viktig forutsetning for at denne undervisningsformen skal fungere.

I tabell 3 er Keys og medarbeidernes forslag til gjennomføring for lærer og elever. Elev-templatet skal i følge Keys et al. oppfordre elevene til å skape forbindelser mellom observasjoner, påstander og bevis.

Tabell 3: Keys et al. forslag til gjennomføring for lærer og elever.

Lærers gjennomføring

1. Utforskning av for-forståelse gjennom begrepskart, individuelt eller i grupper.
2. Pre-lab aktiviteter som inkluderer uformell skriving, gjøre observasjoner, brainstorming og spørsmålsstilling.
3. Deltakelse i laboratorieaktivitet
4. Forhandlingsfase I: skrive personlige tekster fra laboratoriet, f.eks journaler
5. Forhandlingsfase II: dele og sammenligne tolkninger av data i små grupper,
6. Forhandlingsfase III: sammenligne egne naturvitenskapelige ideer til læreboka eller andre kilder
7. Forhandlingsfase IV: individuell refleksjon og skriving for å kommunisere, f.eks skrive rapport, forklaring, presentasjon (PowerPoint)
8. Utforskning av forståelse etter undervisning gjennom begrepskart

Elevens gjennomføring

1. Begynnende ideer – Hva lurer jeg på?
2. Tester – Hva gjorde jeg?
3. Observasjoner - Hva så jeg?
4. Påstander – Hva kan jeg påstå?
5. Bevis - Hvordan vet jeg det? Hvorfor kommer jeg med disse påstandene?
6. Lese – Hvordan passer mine ideer med andres ideer?
7. Refleksjon - Hvordan har ideene mine forandret seg underveis?

Keys et al. påpeker at det kan være nødvendig også å gå tilbake i malen. SWH ble utviklet for å hjelpe elever å lære i laboratoriet og for at de skulle konstruere forståelse gjennom skriving. Metoden oppfordrer elevene til å danne en sammenheng mellom observasjoner, påstander og bevis. Kvantitative undersøkelser som er gjort i forbindelse med bruk av SWH viser at elever skårer bedre på begrepsmessig kunnskap enn de som ikke skrev, og også litt bedre enn de som skrev vanlig rapport. Kvalitative undersøkelser tyder på at malen fremmer metakognisjon rundt praktisk arbeid, refleksjon om faglige begreper og økt forståelse av naturfaglige arbeidsmåter.

Science Writing Heuristic passer godt sammen med Johnstones ti ”læringsbud”, som er basert på informasjonsprosess teorien. Denne tar også hensyn til kognitiv belastning. Jeg vil videre i beskrivelsen av et undervisnings opplegg i se på hvordan SWH kan senke ECL og ICL, samtidig som den øket GCL.

3. Lærerperspektivet på eksperimentelt arbeid

Som en del av arbeidet med oppgaven ønsket jeg å intervjuere lærere for å få litt flere innspill rundt temaet eksperimentelt arbeid. Denne lille undersøkelsen omfattet intervjuer med tre lærere som alle underviser i kjemi på videregående. Lærerne ga meg også eksempler på forsøk de hadde gjennomført. Jeg vil først kort redegjøre for valgene jeg gjorde i forhold til undersøkelsen (3.1). Deretter vil jeg presentere resultatene fra intervjuene (3.2), før jeg vil analysere og vurdere noen av de konkrete forsøkene jeg fikk inn (3.3), med tanke på hva slags kunnskapsdimensjoner jeg mener elevene får jobbet med gjennom forsøkene.

3.1 Gjennomføring av undersøkelsen

Jeg har valgt en kvalitativ tilnærming og det har derfor aldri vært noe mål å komme frem til resultater som er allmenngyldige. Kvalitativ analyse vil si at man ser på likheter og forskjeller, og også på bredde og sammenhenger i data fra respondentene (Robson, 2002). Målet var dermed å få noen læreres tanker rundt temaet eksperimentelt arbeid som jeg kunne sammenligne med litteraturen i del 1 og 2.

Valget av deltakere var litt tilfeldig. De tre lærerne jeg intervjuet var én mann og to kvinner. Jeg har valgt å kalle disse tre for Per, Kari og Anna. Per og Kari jobbet ved sentrumsskoler i Trondheim, mens Anna jobbet på en videregående skole i en mindre kommune i Sør-Trøndelag. Kari er relativt nyutdannet, mens Per og Anna er hadde jobbet noen år. Selv om dette er et lite og tilfeldig utvalg, gir de tre en spredning både i alder, erfaring og bosted. Dette kan gi grunnlag for ulike typer innspill.

Samtalene var lagt opp som et halvstrukturert intervju (Robson, 2002). Det vil si at jeg hadde planlagt en del spørsmål, men jeg fulgte dem ikke slavisk. Samtalene kunne gå ganske fritt underveis. I intervjuet snakket vi om temaer som dreide seg om eksperimentelt arbeid, blant annet om lærerne gjennomfører mye eksperimentelt arbeid i forbindelse med undervisning, hva slags typer eksperimentelt arbeid de eventuelt gjennomfører, hva de mener er fordeler og ulemper med eksperimentelt arbeid, og skriving i forbindelse med eksperimentelt arbeid, og hvordan og i hvilken grad de vurderer eksperimentelt arbeid. Vi kom også inn på utfordringene med eksperimentelt arbeid, som er nevnt i kapittel 1.4.

I forkant av samtalene ba jeg lærerne ta med noen eksempler på eksperimentelt arbeid som de hadde tilgjengelig. Jeg stilte ingen spesifikke krav til disse eksempelforsøkene, utover at de måtte ha gjennomført dem en eller flere ganger. Grunnen til at jeg ville ha inn forsøkene var at jeg ville vurdere hvilke av de fire kunnskapsdimensjoner forsøkene var lagt opp til (se 1.1),

og eventuelt om forsøkene la opp til for mye slik at elevene kunne oppleve kognitiv overbelastning som beskrevet i 1.4. Jeg ville så finne ut om lærerne selv hadde reflektert noe rundt hva elevene faktisk kunne lære av de enkelte forsøkene.

3.2 Intervjuene

Intervjuene var som nevnt halvstrukturert. Jeg har organisert diskusjonen i undertemaer som vi berørte i intervjuene.

Mål for eksperimentelt arbeid

Målene for eksperimentelt arbeid som de tre lærerne nevnte, var i stor grad samsvarende med målene som er gjennomgående i litteratur om eksperimentelt arbeid (se 1.1). Det mest nevnte målet under samtalene, var å illustrere teori og begreper som Per sa det i: ”Det beste er hvis du klarer å knytte det inn til noe teori. Gjerne noe som forklarer teorien.”. I tillegg ble mål innenfor det affektive området nevnt av alle, som Anna uttrykker det her: ”Poenget med øvelser er veldig varierende, etter hvilken type øvelse. Det finnes noen øvelser som man rett og slett har på grunn av at det er motiverende og for å skape interesse slik at de har lyst til å jobbe videre med faget.”. Alle lærerne nevnte også praktiske ferdigheter som et viktig mål. Jeg opplevde lærerne som utydelige når de skulle uttrykke hva de mente elevene skulle få ut av det eksperimentelle arbeidet. Dette gjaldt også når vi snakket om de konkrete forsøkene som lærerne hadde tatt med seg. Dette samsvarer med litteratur som peker på nettopp det at lærere kan være utydelige på hva elevene skal lære ved eksperimentelt arbeid (Hodson, 1990, se 1.4).

For å få frem lærernes egne tanker rundt de ulike kunnskapsdimensjonene nevnt i 1.1, valgte jeg å ikke nevne disse tidlig i intervjuet. Men ettersom lærerne kom lite inn på temaet kunnskap ”om” naturvitenskap, valgte jeg etter hvert å forklare hva jeg la i begrepet og spurte så om lærerne la noen vekt på dette under det eksperimentelle arbeidet. Kari sa det slik: ”Det er en del av introduksjonen, ellers rundt beregninger og forsøk med beregninger, hvor korrekt er svaret ditt? Ellers snakker vi ikke så mye om det. Jeg legger merke til at de ofte er unøyaktige. De skriver; vi tok ut ca 2 gram, i stedet for å skrive nøyaktig det de gjorde.” Jeg observerte likevel at en del av forsøkene som lærerne la frem var formulert med setninger som bygger på elevenes kunnskap ”om” naturvitenskap. Jeg vil ta inn eksempler på dette i neste del kapittel, men det interessante her er at da at lærerne ikke nevner slike kunnskaper som mål. Det er mye som tyder på at kunnskaper ”om” naturvitenskap i stor grad er ”tause kunnskaper”, som elevene lærer implisitt. Dette kommer jeg som sagt tilbake til i kapittel 3.3.

Hva de sier at de gjennomfører

Per og Kari sa at de nesten bare hadde ”vanlige” forsøk med få frihetsgrader. Begge sa at dette delvis var et ubevisst valg. Anna at hun hadde ganske ofte gav litt friere oppgaver, men da etter at klassen hadde vært gjennom stoffet. Per sa at han sjelden gjennomfører såkalte undringsoppgaver og frie oppgaver. Dette sa han delvis var bevisst, men at det også var på mye på grunn av gruppestørrelse. Likevel sa han følgende litt senere i intervjuet: ”Elevene får reflektert litt mer ved åpent forsøk. De tenker ikke når de følger oppskrifta”. Per har altså bare til dels tenkt igjennom hvorfor han gjennomfører forsøk. Selv om han mener at elevene vil kunne reflektere mer med åpne forsøk, gjennomfører han likevel lukkede forsøk.

Skriving knyttet til eksperimentelt arbeid

Alle tre lærerne sa at elevene deres skal skrive rapporter fra forsøk, men ingen av dem mente at elevene må levere rapporter til hvert forsøk. Lærerne i undersøkelsen uttrykte tydelig at elevene i deres klasser synes det var kjedelig med rapporter og at de både på grunn av det og for egen arbeidsmengdes skyld valgte ut noen forsøk som elevene skulle skrive rapport til. Hvilke forsøk som det skulle skrives rapport etter, virket ganske tilfeldig. Kari sa det slik: ”Jeg har ikke så mye rapporter, litt for min del og litt for elevenes del. Også fordi det ikke står så mye om det i læreplanen om at de skal skrive rapporter. Om de skal skrive ti rapporter så er det ganske stor arbeidsmengde i forhold til plassering i læreplanen.” Lærerne var likevel opptatt av at elevene skulle skrive rapport. ”Noen rapporter må de jo ha, for de skal jo lære å skrive rapport. Men jeg varierer litt”, sa Anna. Jeg lurer på om dette er fordi det står i læreplanen eller om det er fordi de mener rapportskrivning har en verdi i seg selv. Dessverre kom ikke dette frem i samtalen jeg gjennomførte.

Lærerne jeg intervjuet sa også at de i stor grad bruker utfyllings-ark til forsøkene. De sa at dette delvis var for å guide elevene i forsøket og delvis var fordi elevene glemmer å ta notater underveis. For eksempel sa Kari: ”Jeg bruker noen innfyllingsrapporter der tanken er at de skal tenke underveis.”

Kari og Anna sa at de også valgte å la elevene levere deler av rapporten, for eksempel bare resultatdel. Dette sa de var for

Hvor mye opplæring de tre lærerne gav elevene i å skrive rapport, varierte. Kari var med i et skriveprosjekt og virket opptatt av dette: ”Vi snakker mye om rapportutforming. Hva skal stå i en teoridel, tekstlig utforming, og kildebruk”(Kari).

Vurdering av eksperimentelt arbeid

To av lærerne sa at de i liten grad vurderte elevene med karakter i eksperimentelt arbeid. Dersom elevene skulle levere rapport, ble denne rettet og elevene fikk tilbakemelding på hvor bra den var. Kari hadde det siste året forsøk å gjennomføre at elevene skulle levere to rapporter som de fikk karakter på. Her beskriver hun det: ”De (elevene) liker ikke rapport, i år har jeg gjort det sånn at de skal skrive to ordentlige rapporter, som de også får karakter på. Den første får de tilbake med kommentarer på innhold og utforming og kan så bruke dette til neste rapport. De får så en ny karakter på den og det er den siste som er tellende hele veien. Da har de mulighet til å forbedre. Jeg tror fortsatt de synes det er kjedelig å skrive rapport, men de har litt mer motivasjon i karakteren.”

Den siste læreren derimot valgte å gjennomføre prøver i eksperimentelt arbeid: ”Jeg bruker prøve med lab., en skriftlig del og en lab del. Da legger man vekt på, og viser at det betyr noe det de lærer på laben også”, fortalte Anna.

En typisk oppgave Anna hadde som prøve var som følger:

Du får utlevert en beholder med fortynnet eddiksyre. Oppgaven går ut på å finne masseprosenten til eddiksyren i beholderen, ved å titrere med en kjent konsentrasjon av natriumhydroksid. (Du må først finne konsentrasjonen av løsningen og deretter beregne massen og tilslutt masseprosenten).

Metode: Finn frem relevant utstyr og tenk igjennom fremgangsmåte. Skriv ned reaksjonsligningen. Start titreringen og utfør øvelsen. Utfør deretter beregninger.

3.3 Eksempler på forsøk

I forkant av intervjuene jobbet jeg som sagt med å analysere forsøkene som lærerne gav meg med hensyn på kunnskapsdimensjonene presentert i kapittel 1.1. Jeg vil vise to forsøk i temaet kjemisk likevekt som to av lærerne, Per og Kari hadde med seg. Selv om forsøkene i utgangspunktet er like har de løst gjennomføringen av det ganske forskjellig. Jeg ønsker å vise hvilke kunnskaper jeg mener elevene skal jobbe med i de to fremgangsmåtene. Jeg vil også si noe om hva som er fordeler og ulemper med de to i forhold til teorien jeg har presentert i kapittel 1 og 2.

Et forsøk – to undervisningsmetoder

Jeg har valgt å presentere det meste av forsøks-tekstene her for å synliggjøre hva jeg mener i analysen. Se figur 5 og 6.

Forsøket som Per gjennomførte er tatt i fra læreboka Aqua (figur 5), mens Mari hadde utformet et selv (figur 6).

Innledning

En kjemisk likevekt kan ofte lett forskyves i en eller annen retning ved at man forandrer de ytre betingelsene som temperatur, trykk eller konsentrasjon. Allerede i 1884 formulerte franskmannen Henri Le Chatelier loven for hvordan en kjemisk likevekt vil forskyves dersom vi endrer de ytre tilstandene:

Le Chateliers prinsipp: Når et system som er i likevekt, blir utsatt for en ytre påvirkning, vil systemet forandres slik at det prøver å motvirke den ytre påvirkningen.

Med et system mener vi for eksempel et begerglass med en løsning, en beholder med en gassblanding o.l.

I denne øvingen skal vi anvende Le Chateliers prinsipp på noen likevekter. Du må notere deg de endringene som skjer med farge eller bunnfall som kommer og går. Etter at dette er gjort, stiller du deg spørsmålene:

I hvilken retning har likevekten forskyvet seg?

Hvorfor har likevekten forskyvet seg i denne retningen?

Rester av sølv helles i sølvresteflaska.

Fremgangsmåte og observasjoner:

1. I et 50 mL begerglass har du 30 mL vann og 0,1 mL $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$. I et 100 mL begerglass har du 30 mL vann og 0,1 mL KSCN . Slå løsningene sammen, og legg merke til fargen.

Fordel denne løsningen på fem reagensrør. Fire av disse rørene skal du gjøre forsøk med, mens det femte skal brukes til fargesammenligning.

2. I det første røret tilsetter du 3 mL $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$.

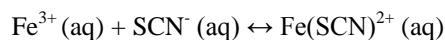
3. I det andre røret tilsetter du 3 mL KSCN .

4. I det tredje røret tilsetter du 1 mL AgNO_3 .

5. I det fjerde røret tilsetter du en spatelspiss fast NaF . Rist på røret.

Resultater og beregninger

Forklar fargeendringene i jern-tiocyanat likevekten ved hjelp av reaksjonen



gul

rød

og reaksjonene $\text{Ag}^{2+}(\text{aq}) + \text{SCN}^{-} \leftrightarrow \text{AgSCN}(\text{s})$ og $\text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + 4 \text{F}^{-}(\text{aq}) \leftrightarrow \text{FeF}_4^{-}(\text{aq})$

fargeløs

Figur 5: Pers forsøk i kjemisk likevekt

Dette forsøket hadde Per brukt i sin undervisning. Han sa følgende om forsøket: ”kjempéfint forsøk! Det forklarer noe som de egentlig syns er litt vanskelig, orda i definisjonen er litt kjinkie, men når de sitter å drypper litt frem og tilbake og ser på fargeendringene så skjønner dem det egentlig ganske bra.”

Forsøket i fra læreboka Aqua er et typisk oppskrifts-forsøk, der elevene først får teori, så skal gjennomføre noe og så til slutt skal beregne og se sammenhenger. Jeg vil si at forsøket er organisert med kunnskap ”i” først i innledningen, med noen innslag av kunnskap ”om” i form av ” Du må notere deg de endringene som skjer med farge eller bunnfall som kommer og går. ” og ”Rester av sølv helles i sølvresteflaska”. Selv om lærerne sa at de ikke underviste så mye ekplisitt om kunnskap ”om” naturvitenskap, så mener jeg disse setningene fra forsøkene viser at de underviser det implisitt.

Videre følger fremgangsmåte og observasjoner, som kun er kunnskap ”i å praktisere”, før det til slutt er en del som skal sette disse tre dimensjonene (”i”, ”i å praktisere” og ”om”) i en sammenheng, i resultater og beregninger.

Karis gjennomføring er annerledes på flere måter (se figur 6). For det første er dette det jeg vil kalle et utfyllings-forsøk, der elevene får et ark som de skal notere på underveis og levere inn etterpå.

Forsøk. Kjemisk likevekt

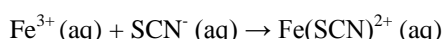
Navn:

Dette forsøket gir mulighet for å undersøke om et system er i kjemisk likevekt, men svar først på noen spørsmål.

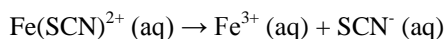
Hva betyr det at kjemiske reaksjoner er reversible?

Hva er kjemisk likevekt?

I dette forsøket skal vi studere reaksjonen mellom jern(III)ioner og tiocyanationer som danner jern(III)tiocyanationer.



Siden dette er en reversibel reaksjon finner vi også den motsatte reaksjonen sted:



Del 1. Undersøkelse av reaksjoner mellom jernioner og tiocyanationer.

Hent ca. 25 mL KSCN (aq) 0,002 M til pulten. Tilsett ca. 5 dråper med Fe(NO₃)₃ (aq) 0,2 M.

Hva skjer? Hvordan kan du forklare dette? Finnes det flere muligheter?

Del 2. Er stoffene i likevekt?

Vi ser nå at vi har en løsning som inneholder FeSCN²⁺-ioner, dette ser vi pga. fargen på løsningen. Spørsmålet er om det har innstilt seg en kjemisk likevekt. Hvis vi sier at systemet er i kjemisk likevekt, vil alle ionene være tilstede, både Fe³⁺, SCN⁻ og FeSCN²⁺. Dette kan vi sjekke.

Hva vil skje om vi tilsetter med tiocyanationer. Formuler hypotese.

Overfør noe av løsningen fra del 1 til 5 like store drammeglass eller 5 store brønner i ei brønnplate. Bruk et glass til sammenligning. Tilsett noen dråper med $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ -løsning i et av glassene.

Hva skjer? Kan du forklare dette?

Tilsett litt fast kaliumtiocyanat til et annet drammeglass. Hva skjer? Kan du forklare dette?

(Det var også en del 3 i forsøket som innebar reaksjoner med AgNO_3 . Dette tok jeg ikke med fordi det er oppsettet av innholdet som er poenget her og ikke selve innholdet.)

Figur 6: Karis forsøk i kjemisk likevekt

I dette forsøket er kunnskapsdimensjonene (stadig de tre; ”i”, ”i å praktisere” og ”om”) organisert mer i det jeg vil kalle looper, enn rettlignet som i det forrige forsøket. Elevene får først mulighet til å tenke på kunnskap ”i”, men ikke ved bare å presentere det, men ved å få dem til å tenke på undervisning de har hatt tidligere. Jeg forstår av teksten at de må ha hatt om dette temaet tidligere. En annen mulighet er at de skal finne informasjonen selv før de går videre. Etter de to spørsmålene følger reaksjonsligningene som også er en del av kunnskap ”i”, så så langt har de to forsøkene vært like i at de først presenterer kunnskap i, selv om de gjør det på ulik måte. Den største forskjellen mener jeg ligger i det som følger videre. I det første forsøket skal elevene etter min mening først gjøre og så tenke. I det andre forsøket skal de gjøre ting om gangen og tenke hele veien. På en måte kan man si at dette blir kunnskap både ”i å praktisere”. ”i” og ”om”, samtidig. Dette pekte jeg på ved forrige eksempel at kunne være et problem. Forskjellen her mener jeg ligger i at man ved hjelp av oppsettet hjelper elevene på veien. Dette var også tanken til Kari: ”De får litt hjelp til å ”se” og tenke underveis.” Det andre forsøket hjelper elevene med den kognitive belastningen fordi det hjelper dem å tenke logisk underveis. ICL og ECL senkes slik at GCL kan økes.

”Le chatelier er litt sånn vanskelig å skjønne at hvis man gjør noe på den ene sida så påvirkes likevekten på en annen side, får prøvd veldig mye her. I tillegg har man fargeforandringer, det syns de er spennende.”(Per)

Dersom ikke elevene følger malen i forsøk nr to som den er tenkt, vil effekten jeg nevner over forsvinne. I intervjuet spurte jeg om elevene svarte på spørsmålene før de gikk videre. Det uttrykte hun at de stort sett gjorde.

4. Et undervisningsopplegg som tar både skriving og læring på alvor

Jeg ville lage et opplegg som bruker det jeg har skrevet i del 1 og 2 som teorigrunnlag.

Hvis målet er kunnskap om naturvitenskap, hvordan ordlegger/uttrykker vi oss slik at det kommer tydelig frem og oppfattes av elevene? Hva hvis de andre kunnskapsdimensjonene er målet. Må vi da gjøre, og uttrykke oss, annerledes?

Som jeg pekte på i 1.4, så viser forskning at lærens fokus på målet med undervisningsøkten er viktig for effektiviteten av eksperimentelt arbeid. I tråd med naturfagdidaktisk tankegang, er det naturlig å spørsmålene; hva? hvordan? og hvorfor? ligge i bakhodet hele tiden når man gjennomfører også eksperimentelt arbeid. Jeg tror de fire kunnskapsdimensjonene som er satt opp kan hjelpe lærerne med denne bevisstgjøringen.

Når de gjelder skriving, er hensikten med arbeidet av betydning for resultatet (ref, henvisning til kap). Dette vil også gjelde for skriving i forbindelse med eksperimentelt arbeid.

Hva slags skriving som skal gjennomføres avhenger også av hensikten med skrivingen. Når vi snakker om skriving i forbindelse med eksperimentelt arbeid mener jeg at hensikten med det vi gjennomfører også påvirker hva slags sjanger/type skriving vi skal bruke. Keys (år) mener mange av sjangrene som Martin (1993) har beskrevet innenfor naturfag kan være produktive. Men hun mener de må brukes etter type eksperimentelt arbeid og hensikt.

Dersom hovedmålet med det eksperimentelle arbeidet er at elever skal jobbe med kunnskap ”i” naturvitenskap, så kan forklaring kan være en mer produktiv sjanger enn den vanlige rapporten (Keys, 1999). Dersom kunnskap i naturvitenskap er målet, er det naturlig at fokuset i skrivingen ligger på å utvikle en forståelse av prosessen og begrepene fremfor å skrive om utstyret og prosedyrene. Å skrive i forklaringssjangeren støttes av ekspressive former for skriving, som f.eks journaler. I denne formen får elevene mulighet til å spekulere for seg selv på hvordan begreper henger sammen slik at de kan bygge opp en forklaring. En annen mulighet for eksperimentelt arbeid er å bruke begrepskart.

Hvis målet er at elevene skal få kunnskap *i å praktisere* naturvitenskap, kan skriving av instruksjoner være nyttig. Gjennom denne typen skriving får elevene mulighet til å beskrive hva de gjør på en slik måte at andre er ment å skulle forstå det. Det krever at de må jobbe mer med teksten enn i en rapport der elevene ofte bare kopierer fremgangsmåten i fra instruksjonen utlevert.

En rapport er vanligvis en mer deskriptiv form for skriving som passer til å organisere informasjon som klassifisering (Keys, 1999). Å skrive en full rapport etter IMRad-modellen fungerer i følge Keys best til åpne forsøk der et av hovedmålene er at elevene skal få kunnskap om naturvitenskap (i, kan være bonus). Det å skrive rapport til utforskende eksperimentelt arbeid tilfører en mening til skrivingen. Når elevene arbeider som ”forskere” må de også rapportere resultatene sine.

Jeg mener kunnskap om naturvitenskap sammen med metakognitiv kunnskap kan gi et godt grunnlag for læring innenfor også de andre kunnskapsdimensjonene i naturvitenskap. Jeg vil derfor presentere et opplegg som kan være med på å skape dette grunnlaget.

Kort beskrivelse av opplegget

Jeg har tatt utgangspunkt i et opplegg beskrevet av Keys, Hand, Prain & Collins (1999) i deres første bruk av SWH. Jeg har gjort noen tillegg som går på skriveopplæring inspirert av Knains (2008) ”felles beste rapport” og gjort vurderinger underveis på utvidelser som kan gjøres. Keys et al. tar ikke for seg vurdering av elevene i sitt opplegg. Det har jeg valgt å legge til her.

Keys et. al beskriver et prosjekt som går over 8 uker. Jeg tenker at det prosjektet jeg videre vil beskrive kan ha cirka samme tidsramme og gjennomføres i begynnelsen av kjemi 1. Oppgaven går ut på at elevene skal undersøke kvaliteten på vannet i en elv i nærheten av skolen. Dette skal de gjøre ved hjelp av ulike tester; kvalitativ observasjon, turbiditet, pH, alkalinitet, måling av oksygeninnhold, nitrogeninnhold og fosfatinnhold.

Hovedtråden i opplegget er å følge SWH-metoden (Keys et al, 1999) med læreremplant og elevemplant (se 2.4). Underveis i denne skal de blant annet skrive en formell rapport. Det påpekes at elevene bør få opplæring i å skrive rapport, men det er ikke beskrevet hvordan. Dette vil jeg ta med her inspirert av Knains (2008) felles beste rapport.

Læreplanen

De kompetansemålene som kan tas inn ligger under hovedmålene; metoder og forsøk, vannkjemi, og syrer og baser. Siden hovedmålene i seg selv passer inn i prosjektet har jeg tatt med alle kompetansemålene fra de tre hovedmålene her. Jeg har tatt bort noen av kompetansemålene under de tre hovedmålene fordi jeg mener de gikk litt utenfor prosjektet. Siden hovedmålet mitt med prosjektet er å gi elevene en solid innføring i kunnskap om naturfag kan det godt hende jeg også vil trenge å gå igjennom kompetansemålene senere i

året, men da har de vært borti det og vi kan relatere undervisningen til prosjektet igjen og repetere, men nå med hovedfokus på kunnskap i naturvitenskap eller kunnskap i å praktisere naturvitenskap.

I kompetansemålet under er mye av det sentrale i undervisningsopplegget. Begge kompetansemålene dreier seg om kunnskap om naturvitenskap.

Metoder og forsøk: Hovedområdet handler om at kunnskaper i kjemi bygges opp gjennom prosesser med hypoteser, forsøk, observasjoner, vurderinger og begrunnede konklusjoner. Videre dreier det seg om at kjemi er et praktisk fag der det blir brukt laboratorieutstyr og utført analyser, og om hvordan teorier og modeller blir testet og illustrert gjennom forsøk.

Mål for opplæringen er at eleven skal kunne:

- planlegge og gjennomføre forsøk og vurdere risiko, feilkilder og resultater (om)
- skrive rapport fra forsøk og presentere prosess, metode og resultater med og uten digitale hjelpemidler (om)

Kompetansemålene under går på kunnskap i naturvitenskap og kunnskap i å praktisere naturvitenskap. De fleste av disse kan dekkes med undervisningsopplegget beskrevet.

Vannkjemi: Hovedområdet handler om struktur og egenskaper for vann og løsninger av stoffer i vann. Videre dreier det seg om vurdering av løselighet av stoffer i vann, både i dagliglivet og i miljømessig og industriell sammenheng.

Mål for opplæringen er at eleven skal kunne:

- gjøre rede for vannets egenskaper (i)
- gjøre rede for vann som løsemiddel for polare og upolare stoffer (i)
- vurdere løselighet og felling av salter i vann på grunnlag av forsøk og beregninger (i,iåp)
- gjennomføre forsøk med renseprosesser for vann og gjøre rede for forurensning i drikkevannskilder (iåp)
- forklare virkemåten til viktige bestanddeler i vaskemidler (i)

De siste fire kompetansemålene tar også for seg kunnskap i og kunnskap i å praktisere naturvitenskap.

Syrer og baser: Hovedområdet handler om syrer, baser og pH. Videre dreier det seg om hvordan kjemiske prosesser som skjer i vann, blir påvirket av pH. I tillegg omfatter hovedområdet forsøk og beregninger, og disse knyttes til dagligliv og helse og til industrielle prosesser og forskning.

Mål for opplæringen er at eleven skal kunne:

- definere syre og base og gjøre rede for syre-base-reaksjoner (i)
- gjøre beregninger med K_a , K_b og K_w (i, iåp)
- måle pH med ulike metoder og beregne pH i sterke og svake syrer og baser (iåp)
- gjøre rede for protolyse av salter og gasser i vann (i)

Det er flere kompetansemål som kan tas inn dersom man ønsker det, men disse er de jeg har valgt ut. I kjemi 2 er det et kompetansemål som går direkte på analyse av vann. Jeg mener likevel at man får mest ut av å bruke prosjektet i kjemi 1. I kjemi 2 er det dessuten veldig mye annet elevene skal lære seg. Det at de allerede har arbeidet med dette kompetansemålet fra før ser jeg derfor kun på som en fordel. Man vil gjennom prosjektet også ta for seg en del fra hovedområdet "forskning" i kjemi 2. Dette er mye likt som metoder og forsøk i kjemi 1, men med mer refleksjon rundt. Dette er en av fordelene med SWH, elevene får hjelp til å reflektere mye helt i fra starten.

Fasene i SWH

Brainstorming

Prosjektet vil starte med en brainstorming felles i klassen om vann, forurensning og kilder til forurensning. Konstruktivistiske læringsteorier mener en slik synliggjøring av elevenes kunnskaper er vesentlig for videre læring (henviser til del 1, andre ref). Elevene skal så lage et begrepskart over dette, først individuelt og så i grupper. Bruk av slike begrepskart har vist seg å hjelpe elevene med å se sammenhenger mellom det de gjør nå og det de har gjort tidligere.

Prelab

Videre skal elevene gjennomføre småforsøk. Disse fungerer som såkalte prelaboratorier til selve forskningsprosjektet. Elevene vil i disse småforsøkene kunne konsentrere seg om det å gjennomføre metoder, altså kunnskap i å praktisere naturvitenskap. Bruk av prelab. har vist seg i senke den kognitive belastningen hos elevene, fordi de ikke trenger å konsentrere seg om så mange ting på en gang. Jeg vil ikke gå detaljert inn på hvert enkelt av disse småforsøkene, men jeg vil gi eksempler på hva de kan gå ut på. Milolære.no er en nyttig side i denne sammenheng. Her kan man finne flere forsøk som går på det å undersøke vannkvalitet.

Mulige eksperimentelle oppgaver er:

- pH-måling av husholdningsartikler, test, måle pH i vann

- alkalinitet
- turbiditet
- bakterier
- oksygeninnhold
- nitrogen og fosfat
- løste salter

Det kjemifaglige innholdet i disse småforsøkene er ikke tatt opp til særskilt vurdering her fordi det er utenfor oppgavens tema. Jeg har kun presentert de kort for å lage en så fullstendig ramme for opplegget som mulig.

Fra alle småforsøkene skal elevene skrive uformelle tekster om hva de gjorde. Dette er en type skriving som hører til retningen skrive for å lære (se 2.3). Hensikten med denne skrivingen er at elevene skal hjelpe seg selv til å huske hvert enkelt av småforsøkene slik at når de skal gjennomføre hovedoppgaven, å teste vannkvaliteten, så har de noe å se tilbake på for å friske opp hukommelsen. Et viktig poeng her er at elevene selv forstår at de kan få mye ut av denne typen skriving. Dette krever metakognitive kunnskaper, noe jeg mener er helt grunnleggende for effektiv læring. SWH har i seg selv vist seg å bygge opp slike kunnskaper, men det er også mulig å gjennomføre et opplegg som Turmo (2008) beskriver før prosjektet. Dette tar for deg opplæring av metakognisjon som en begrepsendring (se 1.4).

Undersøkelse

Punkt 3 er at elevene skal gjennomføre hovedforsøket, analyse av vannkvaliteten. Dette skal gjennomføres som en åpen oppgave. De kan ha all informasjon tilgjengelig, men de skal selv finne ut hvordan de skal teste vannet. Tanken er at de skal gjøre dette på bakgrunn av kunnskapen de har opparbeidet seg i å praktisere naturvitenskap gjennom småforsøkene. Før de gjennomfører tester må de be om en godkjenning av læreren. Det at elevene selv ”designer” oppgaven har vist seg å gjøre den mer motiverende og mentalt engasjerende for elevene.

Påstand-Observasjon-Bevis

Punkt 4 dreier seg om at elevene skal vurdere om vannet er forurenset. De skal komme med påstrander, argumentere ut i fra testene sine og litteratur.

Konkrete spørsmål til elevene kan være: Er vannet forurenset? Hvordan vet du det? Hva slags ny informasjon gir testene deg om forurensningsnivået i vannet?

I denne fasen kan det hende elevene må gå noen runder med nye tester og nye design for å få svar på det de lurer på.

Rapportskriving

Punkt 5 er at elevene skal skrive en formell rapport som skal følge IMRaD- strukturen. Denne rapporten bør være en "skikkelig rapport" for å fortsette forskertemaet. Jeg mener den bør inneholde informasjon om hvorfor man sjekker om vann er forurenset, hvordan de gjorde det, og svarene i fra punkt 4. Denne typen skriving hører til retningen lære å skrive. Det er også viktig at de får nettopp opplæring i slike formelle sjangre. Hvordan man kan gjennomføre en slik opplæring vil jeg komme tilbake til. Det er også en mulighet at elevene har presenterer resultatene for hverandre som en "forskningskonferanse". Johnstone (1997) peker på at (se 1.4) elevene selv bør få ha mulighet til å lære bort. En ulempe med dette forsøket i denne sammenheng er at alle elevene har gjennomført det samme. Selv om de kan ha ulike resultater er det mulig at en presentasjon fra alle blir litt kjedelig for elevene i lengden. I dette tilfellet er det kanskje derfor bedre å diskutere resultatene.

Refleksjon

Punkt 6 er en avslutning av prosjektet. De skal nå endre, eller skive et nytt begrepskart som de gjorde i starten av prosjektet. Dette skal først foregå individuelt og så i grupper. Dette for at den enkelte elev først skal få reflektere over hva han/hun selv har lært, for så å diskutere rundt disse refleksjonene i plenum.

Fokus på at elevene skal få opparbeide seg kunnskap om naturvitenskap. Hovedområde metoder og forsøk sentralt. En av lærerne jeg snakket med sa at han pleide å gjennomføre slike innføringer på begynnelsen av skoleåret. Men det jeg beskriver her er nok mer omfattende enn det mange gjennomfører. Jeg mener fordelene med dette opplegget er at man lager en meningsfull ramme rundt det eksperimentelle arbeidet. Gjennom å jobbe med noe læreren ikke har svar på, får elevene mulighet til å være "ordentlige" forskere. Noe som blir påpekt at har manglet i mye annet eksperimentelt arbeid.

I prosjektet har man som nevnt mulighet til å dekke store deler av kompetansemålene i kjemi 1. Jeg mener ikke at alt skal inn i dette prosjektet, men læreren kan plukke ut dem han synes passer best. En forutsetning for at et slikt opplegg skal fungere godt er at læreren er aktiv og

stiller gode spørsmål til elevene underveis som får dem til å tenke sammenhenger. Det har vist seg at mange lærere er dårlige på å veilede slike åpne forsøk (Tamir, 1989). Dette kan dermed være en stor svakhet ved opplegget. Tamir (1989) peker på viktigheten av opplæring av lærere, også i å gjennomføre ulike typer eksperimentelt arbeid.

Opplæring i å skrive rapport

Jeg har her tatt utgangspunkt i en undersøkelse som Knain (2008) har presentert, ”felles beste rapport”. Dette er beskrevet i 2.4. Jeg har valgt å trekke inn noe som heter kjennetegn på måloppnåelse til denne ”metoden”. Det er et skjema man kan sette opp som viser et mål elevene skal oppnå og i hvor stor grad det er oppnådd (se tabell 4).

Tabell 4: Kjennetegn på måloppnåelse for rapportskrivning i kjemi.

Kjennetegn på måloppnåelse: Rapport i kjemi			
Hva skal vurderes?	Begynnende	God	Høy
Sjangertrekk	Behersker noen sjangertrekk	Behersker mange sjangertrekk	Behersker mange sjangertrekk og bruker dem korrekt
Passivt språk			
Relevant fagkunnskap			

Jeg tenker at det kan være hensiktsmessig å lage dette skjemaet sammen med elevene. Dette for å gi dem et metaspråk, som de mangler, for skrivingen (Knain, 2008). Man kan ta med rammer for en rapport og innhold (ordvalg, hva er mest hensiktsmessig for det vi vil få frem, hva kjennetegner en rapport). Det å være med på å sette opp kriteriene kan hjelpe dem med å forstå hvordan de vurderes og hvordan de kan forbedre seg.

I etterkant av prosjektet er det også mulig å sette opp kjennetegn på måloppnåelse for andre deler av det eksperimentelle arbeidet. Man kan få elevene til å reflektere rundt grader av måloppnåelse for kompetansemålet under. Dette mener jeg de vil ha tanker rundt etter å ha gjennomført et slikt prosjekt. Kanskje har de erfaringer med at noen gikk tilbake å sjekket seg selv mens andre ikke gjorde det. Man kan da diskutere hva som er mest sikkert. Vi kan sette opp kjennetegn på måloppnåelse for; faglig innhold, grunnleggende ferdigheter, her skriving og lære sjanger (lære å skrive), læringsstrategier og egenskaper som samarbeid, kommunikasjon osv.

Vurdering

Man kan underveis velge å vurdere elevene i form av småtester på kunnskap i naturvitenskap. Dette kan være i følge litteraturen være lurt for å signalisere at også denne kunnskapen er viktig. Jeg mener også det er hensiktsmessig å vurdere rapportene med karakter. Dette fordi elevene legger mer vekt på det som blir vurdert. Jeg mener rapporten i tillegg til kjemifaglig innhold også bør inneholde elevenes refleksjoner rundt deres samarbeid og hvordan de jobbet i forsøket. Dette mener jeg er kunnskap om naturvitenskap. Siden denne kunnskapsdimensjonen var hovedmålet med prosjektet mener jeg det også bør gjenspeiles i vurderingen.

Jeg mener et slikt opplegg er mesk hensiktsmessig i starten av kjemi 1. Dette er det flere grunner til. For det første er kompetansemålene friere i kjemi 1 enn i kjemi 2. I kjemi 1 skal elevene ha eksperimentelt arbeid, men det er ikke så mye spesifisert hvordan. Læreren står derfor fritt til å velge metoder. I kjemi 2 derimot er det mye eksperimentelt, men det er også mer styrt av kompetansemålene. En annen grunn er at jeg mener opplegget vil gi elevene en grundig innføring i kunnskap om naturvitenskap, samt en bedre forståelse av hvordan man jobber som forsker og opparbeider seg kunnskap. Dette mener jeg kan gjøre videre eksperimentelt arbeid resten av året mer effektivt fordi den kognitive belastning vil senkes (spesielt ECL) fordi elevene er mer kjent med arbeidsmåtene.

Som nevnt tidligere blir det ofte for mye for elevene. Det kan det også bli i dette prosjektet, men jeg mener at læreren ved å selv ha et klart bilde på målet, aktiv kan styre elevene. Når de skal lære å måle pH første gang, som er kunnskap i å praktisere naturvitenskap, trenger de ikke nødvendigvis å tenke på syre-base begrepet (i) samtidig.

Avslutningskommentarer

Rammene for oppgaven har vært utfordringer knyttet til eksperimentelt arbeid, og jeg har i særlig grad vurdert skriving som middel for å møte noen av utfordringene.

En av utfordringene med eksperimentelt arbeid var kognitiv belastning. Litteraturen viser at man kan senke den totale opplevde belastningen ved at elevene får forberedt seg på forhånd. Dette gjelder for både kunnskap ”i” naturvitenskap, kunnskap ”i å praktisere” naturvitenskap og kunnskap ”om” naturvitenskap, spesielt de to første. Kunnskap ”i” kan man forberede ved for eksempel begrepskart, mens kunnskap ”i å praktisere” kan man forberede ved å bruke prelab. Kombinerer man disse to vil man få senket henholdsvis ICL (intrinsic CL) og ECL (extreuous CL), det fører til at vi har mer plass i arbeidsminnet til GCL (germane CL) som er den faktiske læringen.

Opplegget jeg har presentert gjør nettopp dette i tillegg til å bruke både uformell og formell skriving. Tidsaspektet er en viktig del av læreres hverdag og styrer mye av hvordan de legger opp undervisningen. Undervisningen jeg har presentert vil kreve litt tid, men jeg mener at den gir en grundig innføring i kunnskap ”om” naturvitenskap, i form av både utforskende arbeidsmetode og skriveopplæring. Dessuten har metoden, SWH, vist seg å gi positive resultater for elevenes metakognitive ferdigheter. Slike ferdigheter gjør at elevene kan styre sin egen læring i større grad. Jeg tror derfor man vil få igjen for denne tiden i løpet av skoleåret. Opplegget er også et eksempel på hvordan man kan bruke skriving i forbindelse med eksperimentelt arbeid slik at skrivingen fungerer som en forlengelse av oppgaven og ikke bare som et tilleggsarbeid. Jeg mener at dette gjør skrivingen mer meningsfull for elevene. Likevel er dette bare et eksempel. Det viktigste er at læreren tar bevisst valg når han skal gjennomføre eksperimentelt arbeid.

De siste tiårene har synet på hvordan læring foregår endret seg fra en behavioristisk retning med overføring av kunnskap til en konstruktivistisk retning, som baserer seg på den lærendes aktive konstruering av sin egen kunnskap. Måten man gjennomfører eksperimentelt arbeid på virker derimot å ha stått på stedet hvil. Gjennomgangen jeg har gjort både om eksperimentelt arbeid og skriving peker på at bevisstgjøring av mål og formål er en viktig faktor for effektive læringsmiljø. Jeg tror en bruk av de fire kunnskapsdimensjonene som jeg har nevnt kan peke på hva de enkelte forsøkene krever av eleven. Dette kan i sin tur sørge for at læreren kan bevisstgjøre seg på hva som faktisk kreves av eleven og legge til rette slik at kognitiv belastning ikke blir for høy hos den lærende.

Arbeidet med oppgaven har gjort meg mer bevisst i forhold til eksperimentelt arbeid og skriving som grunnleggende ferdighet i kjemi, og forhåpentligvis kan oppgaven også virke bevisstgjørende på nåværende og kommende lærere.

Litteraturliste

- 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), pp. 1945-1969.
- Applebee, A. (1984). Writing and reasoning. *Review of Educational Research*(54), ss. 577-596.
- Ausubel, D., Novak, J., & Hanesian, H. (1987). *Educational Psychology: A Cognitive View*. London: Holt, Rinehart and Winstone.
- Baird, J., & Mitchell, I. (1986). *Improving the quality of teaching and learning: An Australian case study - The PEEL project*. Melbourne: Monash University.
- Bannert, M. (2002). Managing cognitive load - recent trends in cognitive load theory. *Learning and Instruction*, 12, pp. 139-146.
- Baune, T. (1995). *Den skal tidlig krøkes..Skolen i historisk perspektiv*. Gjøvik: Cappelen Akademisk Forlag.
- Bereiter, C., & Scardamalia, M. (1987). *The psykology of written compositon*. Hillsdale, NJ: L. Erlbaum Associates.
- Berry, A., Mulhall, P., Gunstone, & Richard, L. J. (1999). Helping students learn from laboratory work. *Australian Science Teachers' Journal*, 45(1), pp. 27-31.
- Bodner, G. (1986). Constructivism: A theory of knowledge. *Journal of Chemical Education*, 63, pp. 873-878.
- Britton, J. (1970). *Language and Learning*. New York: Penguin Books.
- Bryce, T., & Robertson, I. (1985). What can they do? A review of practical assessment in science. *Studies in Science Education*, 12, pp. 1-24.
- Burke, K., Greenbowe, T., & Hand, B. (2006). Implementing the Science Writing Heuristic in the Chemistry Laboratory. *Journal of Chemical Education*, 83(7), pp. 1032-1038.
- Connally, P. (1989). Writing and the ecology of learning. I P. Connally, & T. Vilaridi (Eds.), *Writing to learn mathematics and science* (ss. 1-15). New York: Teachers College Press.
- Driver, R., Asoko, H., Leach, J., Mortimer, E., & Scott, P. (1994). Constructing Scientific Knowledge in the Classroom. *Educational Researcher*, 23(7), pp. 5-12.
- Emig, J. (1977). Writing as a Mode of learning. *College Composition and Communication*, 28(2), pp. 122-128.
- Evensen, L. (2006). Hvordan ser vi på utvikling av skrivekompetanser? In S. Matre (red.), *Utfordringar for skriveopplæring og skriveforskning i dag*. Trondheim: Tapir.

- Flavell, J. (1976). Metacognitive aspects of problem solving. I L. Resnick (red.), *The nature of intelligence*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Gallup, T. (2008). *Lærere og forskning*. Hentet fra Kunnskapsdepartementet: <http://www.regjeringen.no/upload/KD/L%C3%A6rernes%20syn%20p%C3%A5%20forskning.pdf>
- Gericke, N. (2010, Våren). *Forelesning i RFEL3091 - Naturfag fagdidaktikk*. NTNU, Trondheim.
- Gibbs, G. (1988). *Learning by doing*. London: Further Education Curriculum Review and Development Unit (FEU).
- Givry, D., & Roth, W.-M. (2006). Toward a new conception of conceptions: Interplay of talk, gestures, and structures in the setting. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(10), pp. 1086-1109.
- Halliday, M. (1993). Towards a Language-Based Theory of Learning. *Linguistics and Education*, 5, pp. 93-116.
- Halliday, M., & Martin, J. (1993). *Writing Science: Literacy and Discursive Power*. Pittsburgh, PA: University of Pittsburgh Press.
- Hand, B. (2004). Cognitive, Constructivist Mechanisms for Learning Science through Writing. In C. Wallace, B. Hand, & V. Prain, *Writing and Learning in the Science Classroom* (pp. 21-31). Dordrecht og Boston: Kluwer Academic Publishers.
- Hand, B., Wallace, C. W., & Yang, E.-M. (2004). Using a Science Writing Heuristic to enhance learning outcomes from laboratory activities in seventh-grade science: quantitative and qualitative aspects. *International Journal of Science Education*, 26(2), pp. 131-149.
- Hart, C., Mulhall, P., Berry, A., Loughran, J., & Gunstone, R. (2000). What is the Purpose of this Experiment? Or Can Students Learn Something from Doing Experiments. *Journal og Research in Science Teaching*, 37(7), pp. 655-675.
- Hertzberg, F. (2006). Skrivekompetanse på tvers av fag. In E. Elstad, & A. Turmo (red.), *læringsstrategier - søkelys på lærernes praksis* (pp. 111-126).
- Hewson, P. (1982). A Case Study of Conceptual Change in Special Relativity: The influence of Prior Knowledge in Learning. *European Journal of Science Education*(4), ss. 61-67.
- Hodson, D. (1990). A critical look at practical work in school science. *School Science Review*, 71(256), pp. 33-40.
- Hodson, D. (1992). Assessment of Practicel Work - Some Considerations in Philosophy of Science. *Science and Education*, 1, pp. 115-144.

- Hofstein, A., & Lunetta, V. N. (1982). The role of Laboratory in Science Teaching: Neglected Aspects of Research. *Review of Educational Research*, 52(2), pp. 201-217.
- Hofstein, A., & Lunetta, V. N. (2004). The Laboratory in Science Education: Foundations for the Twenty-First Century. *Science Education*, 88, pp. 28-54.
- Hofstein, A., Shore, R., & Kipnis, M. (2004). Research Report. *International Journal of Science Education*, 26(1), pp. 47-62.
- Holliday, W. G., Yore, L. D., & Alvermann, D. E. (1994). The Reading-Science Learning-Writing Connection: Breakthroughs, Barriers, and Promises. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(9), pp. 877-893.
- Högström, P., Ottander, C., & Benckert, S. (2006). Lärares målmed laborativt arbete: Utveckla förståelse och intresse. *NorDiNa*(5), ss. 54-65.
- Jenkins, & E.W. (1999). Practical Work in School Science - some questions to be answered. In J. Leach, & A. Paulsen (red.), *Practical Work in Science Education* (pp. 19-32). Roskilde & Dordrecht: Roskilde University Press & Kluwer Academic Publishers.
- Johnstone, A. (1993). The Development of Chemistry Teaching - A Changing Response to Changing Demands. *Journal of Chemical Education*, 70(9), ss. 701-705.
- Johnstone, A. H. (1997). Chemistry Teaching - Science or Alchemy. *Journal of Chemical Education*, 74(3), pp. 262-268.
- Johnstone, A., & Wham, A. (1982). The demands of practical work. *Education in Chemistry*, 19, pp. 71-73.
- KD. (2006a йил 22-январ). *Kunnskapsløftet, læreplan for Kjemi*. From Kunnskapsdepartementet/Utdanningsdirektoratet: <http://www.udir.no/Lareplaner/Grep/Modul/?gmid=0&gmi=21380>
- Kerr, J. (1964). *Practical Work in School Science*. Leicester: Leicester University Press.
- Keys, C. W. (2000). Investigating the Thinking processes of Eighth Grade Writers during the Composition of a Scientific Laboratory Report. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(7), pp. 676-690.
- Keys, C. W., Hand, B., Prain, V., & Collins, S. (1999). Using a Science Writing Heuristic as a Tool for Learning from Laboratory Investigations in Secondary Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(10), pp. 1065-1084.
- Kind, P. (2003). Praktisk arbeid og naturvitenskapelig allmenndannelse. I D. Jorde, & B. Bungum (red.), *Naturfagdidaktikk* (ss. 226-244). Oslo: Gyldendal Akademisk.
- Knain, E. (2005). Skrivning i naturfag: mellom tekst og natur. *NorDiNa*(1), pp. 73-84.

- Knain, E. (2008). Skrivning omkring praktisk arbeid i naturfag. In R. T. Lorentzen, & J. Smidt (red.), *Å skrive i alle fag* (pp. 215-227). Oslo: Universitetsforlaget.
- KUFD. (1996a). *Læreplan for videregående opplæring - Kjemi*. From Kirke, utdannings og forskningsdepartementet/Utdanningsdirektoratet:
<http://www.udir.no/Lareplaner/Grep/Lareplanverket-for-videregaende-opplaring-R94/>
- Lazarowitz, R., & Tamir, P. (1994). Research on Using Laboratory Instruction in Science. I D. Gabel, *Handbook of Research in Science Teaching and Learning*. New York: MacMillan.
- Lederman, N. G. (2007). Nature of Science: Past, Present, and Future. In S. a. Abell, *Handbook of Research on Science Education* (pp. 831-880). Routledge.
- Lemke, J. (1990). *Talking science: Language, learning and values*. Norwood, NJ: Ablex.
- Lorentzen, R. (2008). Å skrive i alle fag. I R. Lorentzen, & J. Smidt (red.), *Å skrive i alle fag* (ss. 9-21). Oslo: Universitetsforlaget.
- Lynch, P. (1987). Laboratory Work in Schools and Universities: Structures and Strategies Still Largely Unexplored. *The Australian Science Teachers Journal*, 32(4), pp. 31-39.
- Lyngsnes, K., & Rismark, M. (2007). *Didaktisk arbeid*. Oslo: Gyldendal Akademisk.
- Martin, J. (1993). Literacy in Science: Learning to Handle Text as Technology. In M. Halliday, & J. Martin (red.), *Writing Science: Literacy and Discursive Power* (pp. 166-202). London & Washington DC: The Falmer Press.
- Maagerø, E., & Skjelbred, D. (2010). *De mangfoldige realfagstekstene*. Bergen: Fagbokforlaget.
- Nakhleh, M. (1994). Chemical Education Research in the Laboratory Environment - How Can Research Uncower What Students Are Learning? *Journal of Chemical Education*, 71(3), pp. 201-205.
- Nielsen, H., & Nielsen, K. (2004). Perspektivet må udvides: Hvis de skal være almindennende, må naturfagene inddrage videnskabs- og teknologihistorie! In E. Henriksen, & M. Ødegaard (red.), *"Naturfagenes didaktikk - en disiplin i forandring?" Det 7. nordiske forskersynopsiet om undervisning i naturfag i skolen*. (pp. 149-171). Høyskoleforlaget.
- Norris, S., & Phillips, L. (2003). How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy. *Science Education*, 87(2), pp. 224-240.
- Ogden, T. (2004). *Kvalitetsskolen*. Gyldendal Akademisk.
- Paris, S., & J.E., J. (1984). The benefits of informed instruction for childrens reading awareness and comprehension skills. *Child development*(55), ss. 2083-2093.

- Pekmez, E., Johnson, P., & Gott, R. (2005). Teachers understanding of the nature and purpose of practical work. *Research in Science and Tecgnological Education*, 23(1), pp. 2-23.
- Prain, V., & Hand, B. (1996). Writing for Learning in Secondary Science: Rethinking practices. *Teaching & Teacher Education*, 12(6), pp. 609-626.
- Ringnes, V., & Hannisdal, M. (2006). *Kjemi fagdidaktikk - kjemi i skolen*. Kristiansand: Høyskoleforlaget.
- Rivard, L. P. (1994). A review of Writing to Learn in Science: Implications for Practise and Research. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(9), pp. 969-983.
- Robson, C. (2002). *Real World Research*. John Wiley and Sons Ltd.
- Scott, P., Asoko, H., & Leach, J. (2007). Student Conceptions and Conceptual Learning in Science. In S. Abell, & N. Ledermann (red.), *Handbook of Research in Science Education*. Erlbaum Publishers.
- Sjøberg, S. (2009). *Naturfag som allmenndannelse*. Oslo: Gyldendal Akademisk.
- Sweller, J., van Merrienboer, J., & Paas, F. (1998). Cognitive architecture and instructional design. *Educational Psychology Review*, 10, pp. 251-296.
- Tamir, P. (1989). Traning Teachers to Teach Effectively in the Laboratory. *Science Education*, 73(1), pp. 59-69.
- Tobin, K. (1990). Research on science laboratory activities: in pursuit of better questions and answers to improve learning. *School Science and Mathematics*(90), ss. 403-418.
- Turmo, A. (2008). Hvordan utvikle elevers metakognisjon i naturfag? In E. Elstad, & A. (. Turmo, *Læringsstrategier - søkelys på lærernes praksis* (pp. 196-208). Oslo: Universitetsforlaget.
- van Merrienboer, J., & Sweller, J. (2005). Cognitive Load Theory and Complex Learning: Recent Developments and Future Directions. *Educational Pshychology Review*, 17(2), pp. 147-177.
- Veel, R. (1996). Learning how to mean - scientifically speaking. In F. Christie (Ed.), *Genre and institutions: The language of work and schooling* (pp. 161-195). London: Cassell.
- Wallace, C. (2004). Evidence from the Litterature for Writing as a Mode of Science Learning. In C. Wallace, B. Hand, & V. Prain, *Writing and Learning in the Science Classroom* (pp. 9-19). Dordrecht og Boston: Kluwer Academic Publishers.
- Wallace, C., & Hand, B. (2004). Using a Science Writing Heuristic to Promote Learning from Laboratory. In C. Wallace, B. Hand, & V. Prain, *Writing and Learning in the Science Classroom* (pp. 67-89). Dordrecht og Boston: Kluwer Academic Publishers.

- Wallace, C., Hand, B., & Prain, V. (2004). *Writing and Learning in the Science Classroom*. Dordrecht/Boston/London: Kluwer Academic Publishers.
- Wellington, J. (1998). Practical work in school science - time for a re-appraisal. I J. Wellington (red), *Practical work in school science - which way now?* (ss. 3-15). Padstow: Routledge.
- Wellington, J., & Osborne, J. (2001). *Language and Literacy in Science Education*. Philadelphia: Open University Press.
- Winberg, T. M., & Berg, A. R. (2007). Students Cognitive Focus During a Chemistry Laboratory Exercise: Effects of a Computer-Simulated Prelab. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(8), pp. 1108-1133.
- Woolnough, B., & Allsop, T. (1985). *Practical Work in Science*. Cambridge Science Education Series, Cambridge University Press.
- Yung, B. (2001). Three views of fairness in a school-based assessment scheme of practical work in biology. *International Journal of Science Education*, 23, pp. 985-1005.