



UiT Norges arktiske universitet

Det naturvitenskaplige fakultet

Begrepslæring i naturfag

En kvalitativ casestudie av en lærers strategier for å fremme læring av kjemifaglige begreper i ungdomskolen

Siri Outzen Arneberg

Masteroppgave i Lektor i realfag, trinn 8 – 13, KJE-3907, oktober 2021

Sammendrag

Denne masteroppgaven er skrevet med interesse for lærerrollen og fagformidling som utgangspunkt. Oppgaven har som hensikt å øke leserens bevissthet rundt det fagspesifikke språket i naturfag, og hvilken konsekvens dette språket har for læring i naturfag. Det er også et ønske at oppgaven kan være et didaktisk bidrag til hvordan man kan legge til rette for elevenes fagspråklige utvikling, og følgelig deres forståelse i faget.

Denne studien er utført i samarbeid med LISSI-prosjektet, som forsker på naturfagundervisningen som blir gitt i norske klasserom. En kvalitativ videostudie er benyttet for å gå i dybden på tre undervisningstimer om kjemi, med et ønske om å belyse en lærers undervisningsstrategier ser ut til å fremme elevenes forståelse av kjemibegreper. I analysen av tre undervisningstimer er rammeverket «pedagogiske koblinger» av Scott et al. (2011) benyttet for å undersøke læringsstrategier som skal fremme begrepsforståelse. Rammeverket «fra ord til begrep» av Haug & Ødegaard (2014) er videre benyttet for undersøke elevenes begrepsforståelse.

Hovedfunnene viser at læreren fremmer elevenes forståelse av kjemifaglige begreper ved blant annet å ta utgangspunkt i elevenes erfaring knyttet til kjemisk begreper fra deres hverdag. Hun oppfordrer også elevene til å bruke det naturfaglige språket ved å legge opp til mange diskusjoner, både gruppediskusjoner og helklassesamtale. Under gruppediskusjonene fungerer læreren som stilas for elevene ved å oppsøke alle gruppene og støtte dem i å utvide deres forståelse ved å be dem argumentere for sine svar. Læreren understreker også eksplisitt at elevene skal bruke fagbegreper og faguttrykk i sine argumenter. Funnen viser videre at læreren legger også opp til ulike aktiviteter i timene og bruker blant annet demonstrasjonsforsøk og lab-arbeid som gir elevene mange assosiasjoner til begrepene og følgelig fremmer deres begrepsforståelse. I tillegg lar hun elevene arbeide med språkfokuserte oppgaver.

Forord

Temaet for denne masteroppgaven gjenspeiler mitt engasjement for lærerrollen og formidling av komplekst fagstoff. Oppgaven markerer på mange måter slutten på seks fine år ved lektorutdanningen i realfag ved UiT. I den anledning ønsker jeg å rette en stor takk alle som har stått ved min side disse årene.

Førts og fremst vil jeg takke mine veiledere Solveig Karlsen og Magne Olufsen ved institutt for lærerutdanning og pedagogikk, for gode tilbakemeldinger, innspill og fine samtaler.

Videre ønsker jeg å takke for den uvurderlige støtten jeg har mottatt fra flokken min hjemme.

Til slutt vil jeg rette en takk til alle mine praksiselever på 8.trinn, 9.trinn, 10. trinn, vg1, vg2, vg3 og ved talentsentret i realfag, for at dere har inspirert meg og vist meg hvor fint læreryrket kan være. Jeg gleder meg til en framtid som lærer!

Tromsø, oktober 2021

Siri Outzen Arneberg

Innholdsfortegnelse

Sammendrag	2
1 Innledning	6
2 Teori	8
2.1 Det naturvitenskaplige språket	8
2.1.1 Ord og begreper i kjemi.....	9
2.2 Læring i naturfag	12
2.2.1 Konstruktivisme.....	12
2.2.2 Minnekonsolidering og meningsfull læring.....	13
2.2.3 Dybdelæring.....	15
2.2.4 Kjennetegn på begrepsforståelse.....	16
2.3 Undervisning for begrepsforståelse	17
2.3.1 Pedagogiske koblinger.....	18
2.3.2 Elevene må bruke språket.....	25
3 Metode	27
3.1 Forskningsdesign	27
3.1.1 Datakilde.....	27
3.1.2 Enhet for utvalg.....	28
3.1.3 Beskrivelse av konteksten.....	30
3.2 Videoobservasjon som metode	31
3.3 Analysemetode	32
3.4 Validitet og reliabilitet	34
3.5 Etske betraktninger	35
4 Resultater	37
Time 1.....	37
Time 2.....	45
Time 3.....	49
4.1 Oppsummering	53
5 Diskusjon	56
5.1 Diskusjon og argumentasjon i klasserommet	56

5.2	Læreren som stillas i elevens læringsprosess	57
5.3	Språkbruk og repetisjon av begreper	59
5.4	Studiens begrensinger	62
6	Avslutning	63
6.1	Veien videre.....	64
	<i>Referanser.....</i>	<i>65</i>
	<i>Vedlegg A - Godkjenning fra Norsk senter for forskningsdata</i>	<i>68</i>
	<i>Vedlegg B - Utvalgte kategorier fra LISSI-prosjektets observasjonsmanual benyttet i denne studien</i>	<i>69</i>

1 Innledning

Høsten 2020 ble det innført nye læreplaner under navnet fagfornyelsen. Målet med disse læreplanene er legge til rette for faglig fordypning og forståelse i de ulike fagene. I forbindelse med fagfornyelsen er følgende *dybdelæring* blitt et sentralt begrep. De siste tiårene har det vært en økende anerkjennelse av språkets rolle for læring i de naturvitenskaplige fagene (Childs, Markic, & Ryan, 2015; Rees, Kind, & Newton, 2018; Taber, 2015; Wellington & Osborne, 2001). Dette kommer også til syne i Utdanningsdirektoratets (2019) beskrivelse av dybdelæring som blant annet å *oppnå varig forståelse av begreper*. Det naturvitenskaplige språket kjennetegnes ved å være rikt på fagspesifikke ord som er fremmed for elevene, samt en rekke abstrakte begreper (Wellington & Osborne, 2001). Kompleksiteten i dette språket er derfor pekt på som en av hovedårsakene til at elever opplever utfordringer med å lære seg de naturvitenskaplige fagene (Rees et al., 2018; Taber, 2015; Wellington & Osborne, 2001). Dette er utvilsomt noe jeg kjenner igjen fra tiden som elev i skolen, og som på nytt har vekket min interesse gjennom nå å skulle formidle faget som lærer i skolen.

Kjemi som skolefag er noe elevene først møter som en integrert del av naturfaget i grunnskolen. Childs et al. (2015), peker på kjemifaget som spesielt rikt på nye ord, og at antall ord øker med utdanningsnivået (Childs et al., 2015). I tillegg kjennetegnes kjemifaget ved at forklaringer av at kjemiske fenomener både kan observeres på et makroskopiske nivå, samt forklares ved hjelp av abstrakte begreper på et mikroskopisk nivå og at koblingen mellom disse krever at elevene behersker fagterminologien (Taber, 2013). Dette bidrar til å øke kompleksiteten av faget ytterligere, og gjør følgende undervisningen av faget utfordrende.

På bakgrunn av studier som viser at begrepsforståelse er en sentral utfordring mange deler i møte med de naturvitenskaplige fagene, samt hvordan utvikling av begrepsforståelse er trukket fram i lyset gjennom fagfornyelsen 2020, ønskes det i denne oppgaven å besvare følgende problemstilling:

«Hvordan kan en lærer fremme læring av kjemifaglige begreper på ungdomstrinnet?»

I denne oppgaven vil tre undervisningstimer, filmet i LISSI-prosjektet, benyttes for å belyse problemstillingen ovenfor. Forskningsprosjektet LISSI (Linking instruction in science and student impact) er finansiert av Utdanningsdirektoratet og gjennomføres av institutt for lærerutdanning og skoleforskning ved Universitetet i Oslo i samarbeid med Institutt for

lærerutdanning og pedagogikk ved UiT Norges arktiske universitet. Hensikten med prosjektet er, gjennom videoobservasjon av naturfagundervisning i 20 klasserom i perioden 2018-2020 kombinert med spørreskjema, fagprøver og intervju med lærere, å danne et forskningsbasert grunnlag for hva som kjennetegner norsk klasseromspraksis, samt hvordan ulike former for undervisning har sammenheng med hvordan elevene lærer i naturfag. Dette skal så danne et grunnlag for videre utvikling av læreres faglige og fagdidaktiske kompetanse.

Formålet med denne oppgaven er å se nærmere på hvordan en lærer formidler faglige begreper, og få innsikt i hvilke undervisningsstrategier som fungerer for å fremme begrepsforståelse. Dette vil videre kunne bidra til å utvikle min egen og andres lærerprofesjonalitet og danne et bredere kunnskapsgrunnlag for hvordan man kan tilrettelegge for begrepsforståelse, og således imøtegå fagfornyelsen mål. I denne oppgaven ønsker jeg med vekt på lærerrollen og belyse gode eksempler på hvordan en kan legge til rett for forståelse av kjemifaglige begreper i naturfagundervisningen.

2 Teori

Denne masteroppgaven omhandler didaktiske strategier for å fremme begrepsforståelse. I dette kapittelet vil jeg derfor presentere nødvendig bakgrunnsteori. Først vil jeg si noe om det naturvitenskapelige språket og hva som kjennetegner dette. Videre følger et kapittel som belyser hvorfor språket er viktig for læring i naturfag og videre hva som kjennetegner begrepsforståelse. Til slutt i kapittelet presenteres teori om lærerens rolle i elevenes begrepsutvikling og hvilke didaktiske tilnærminger som synes fremme elevenes begrepsforståelse.

2.1 Det naturvitenskapelige språket

Childs, Markic, & Ryan (2015) hevder at språket sammen med matematikken utgjør de to grunnpilarer som de naturvitenskapelige disiplinene støtter seg på. Det naturvitenskapelige språket har utviklet seg gjennom århundrer, hvor begreper er utviklet i vitenskapelige sammenhenger som produkt av vitenskapene (Sjøberg, 2009). Slike begreper er det den russiske psykologen Lev Vygotsky omtaler som *vitenskapelige begreper*. Disse skiller seg fra de begrepene utviklet gjennom erfaringer fra hverdagen, og som han videre omtalte som *spontane begreper*. De vitenskapelige begrepene er med andre ord konstruerte for å kunne forklare virkeligheten på en presis og entydig måte og ikke noe elevene kjenner til fra sin erfaringsverden, men først møter i skolesammenheng.

Det har de siste tiårene vært en økende anerkjennelse av språket rolle i læring i de naturvitenskapelige fagene. Dette gjenspeiler det sosiokulturelle læringsynet hvor språket og samhandlingens rolle står sentralt (Lyngsnes & Rismark, 2014). Vygotsky (1978) hevdet at språket og tanken er uløselig knyttet sammen og Childs, Markic, & Ryan (2015) sier det slik:

«There can be no teaching, learning, thinking, or understanding in any subject without a basic proficiency in language (Abell, Appleton, & Hanuscin, 2007, p. 421; Childs et al., 2015).»

Mye tyder på at de naturvitenskapelige fagene har flere fagspesifikke ord og begreper enn andre fag (Mork & Erlie, 2017; Wellington & Osborne, 2001). Samtidig baserer læring i disse fagene seg på forståelse og ferdigheter for å anvende det naturvitenskapelige språket (Scott, Mortimer, & Ametller, 2011; Wellington & Osborne, 2001). I lys av dette går Wellington og

Osborn (2001) så langt i å hevde at en hver naturfagstime, samtidig er en språktime. I læreplanen i naturfag er anvendelse av det naturvitenskaplige språket å regne som grunnleggende ferdigheter, hvor elevene skal beherske det naturvitenskaplige språket med dets fagspesifikke ord og begreper gjennom muntlig aktivitet, skriving, lesing, regning, samt gjennom digitale ferdigheter som modellering, programmering og visualisering (Utdanningsdirektoratet, 2020).

Ettersom forståelse i de naturvitenskaplige fagene er avhengig av å beherske et teknisk avansert og fagspesifikt språk, som er fremmed for elevene, er læring av dette språket å regne som en stor barriere, kanskje den største, for læring i naturfag (Wellington & Osborne, 2001).

2.1.1 Ord og begreper i kjemi

Som nevnt innledningsvis innebærer de naturvitenskaplige fagene, deriblant kjemi, en rekke fagspesifikke ord og begreper som er fremmed for elevene. Disse ordene har ulike funksjoner og kompleksitet, og kan klassifiseres som navnssettingsord, prosessord, begreper eller matematiske ord og symboler. Denne taksonomien over fagspesifikke ord organisert etter økende kompleksitet, er utarbeidet av Wellington og Osborne (2001), oversatt og bearbeidet av Mork og Erlie (2017) og gjengitt i tabell 1.

Det laveste nivået taksonomien er *navnsettende* ord, som vi kan se ut i fra tabell 1 deles denne kategorien inn i flere taksonomiske nivåer med økende kompleksitet, felles for alle er at de omhandler ord på observerbare objekter som navn på laboratorieutstyr.

Deretter følger *prosessord* som omhandler ord på prosesser vi beskriver i de naturvitenskaplige fagene. Prosessene tilhørende i denne kategorien er videre inndelt i to taksonomiske nivåer på bakgrunn av om prosessene kan illustreres eller eksemplifiseres slik som forbrenning og smelting (nivå 2.1 i tabell 1), eller foregår på et abstrakt plan slik som reaksjonsmekanismene i en kjemisk reaksjon (nivå 2.2 i tabell 1).

Begreper utgjør den tredje kategorien i Wellington og Osborne (2001) sin taksonomi, og er den største ordkategorien i naturfag/naturvitenskaplige fag. Bergrepsordene er en særlig utfordrende å lære seg ettersom de inngår i et nettverk av relaterte ord, og således ikke kan forstås isolert. Forståelse av et begrep beror på tidligere etablert forståelse av andre begreper,

eksempelvis er begrepet elektronegativitet avhengig av forståelse av begreper som atom, atomkjerne, elektron og proton.

Tabell 1. Taksonomi over fagspesifikke ord i naturfag Wellington og Osborne (2001). Oversatt og bearbeidet av Mork og Erlie (2017).

Nivå 1	Navnsettende ord	Eksempler
1.1	Kjente objekter, nye navn	Salt, natriumklorid
1.2	Nye objekter, nye navn	Reagensrør
1.3	Navn på grunnstoffer og kjemiske forbindelser	H, O ₂ , H ₂ O
1.4	Andre klassifiseringssystemer	Nomenklatur i organisk kjemi, metallbindinger, ionebindinger
Nivå 2	Prosessord	
2.1	Kan defineres ved synliggjøring/eksemplifisering	Frøspiring, fordampning, smeltning, destillasjon, fotosyntese
2.2	Vanskelig å definere ved synliggjøring/eksemplifisering	Evolusjon, fusjon (Dannelse og kjemiske bindinger)
Nivå 3	Begreper	
3.1	Tilegnes gjennom erfaring (sansning)	Surt, salt
3.2	Med flere betydninger	Organ, energi, kraft, salt
3.3	Teoretiske konstruksjoner (totalt abstrakt, idealiseringer)	Atom, elektron
Nivå 4	Matematiske "ord" og symboler	M_m , \rightarrow , $pV=nRT$

Videre understreker Wellington & Osborne (2001) at ord gjerne starter som navn, men utvikler seg til et begrep ettersom elevene får mer kunnskap om ordet. Dette er essensen i utvikling av begrepsforståelse og vil presenteres nærmere i kapittel 2.2.4.

I likhet med de øvrige kategoriene *navnsetningsord* og *prosessord*, er også *begrepene* videre inndelt i tre kategorier etter økt kompleksitet. Under den laveste taksonomiske nivået finner vi begreper som kan erfares, slik som farger eller smaker (nivå 3.1 i tabell 1). Videre følger kategorien som omhandler begrepsord som deles av det vitenskapelige språket og dagligtalen men hvor betydning av begrepet er ulikt. Eksempelvis brukes begrepet «arbeid» forskjellig i fysikkfaget og i hverdagen. Det samme gjelder begrepet «stoff», som i kjemi er definert som noe som har masse og opptar plass, mens i dagligtalen brukes både om materialet tøy og narkotika (Hannisdal & Ringnes, 2013). Under det høyeste taksonomiske nivået av begreper

finner vi begrepene som kan defineres som teoretisk konstruerte begreper. Kjemi inneholder mange slike begreper, eksempelvis «atom», «molekyl» og «elektron». Disse har ingen referanser til elevenes erfaringsverden, og befinner seg følgelig i taksonomiens nest høyeste nivå (nivå 3.3. i tabell 1).

Det siste, og det mest komplekse nivået i følge Wellington & Osborne (2001) er *matematiske ord og symboler*. Symboler og de matematiske ordene gir oss en anledning å kommunisere på tvers av landegrenser og kulturer. Ved hjelp av felles internasjonale formler og likninger, kan eksempelvis kjemikere kommunisere om stoffer og deres reaksjoner (Ringnes & Hannisdal, 2014). Elevene kan eksempelvis lære seg navnsetningsordet på et ion som f.eks. sulfat, men å skrive ionets formel, krever en mer kompleks forståelse. Å skrive sulfationets formel, SO_4^{2-} , krever en forståelse av betydningen av indekstallet, 4, i senket skrift, samt ladningen i hevet skrift.

Som det har vært nevnt, er det fagspesifikke språket som tilhører naturvitenskapen, en barriere for elevenes forståelse i naturfagene, spesielt begrepene av abstrakt natur. Wellington & Osborne (2001) understreker at lærere må i sin undervisningsplanlegging være bevisst kompleksiteten i det naturvitenskapelige språket, samt hva dette innebærer og sier følgende:

“[...] pupils won't have a chance of understanding words high in the taxonomy unless careful attention, and time, is devoted to language” (Wellington & Osborne, 2001, p. 22)

De oppfordrer altså lærere til å være oppmerksomme på kompleksiteten i språket som introduseres gjennom undervisning i naturfag. Det er mange hensyn å ta når det kommer til undervisning for naturfaglig forståelse. I de påfølgende kapitlene vil derfor disse hensynene belyses nærmere.

2.2 Læring i naturfag

I forrige kapittel ble læring i naturfag sidestilt med å lære seg det naturvitenskapelige språket. Wellington & Osborne (2001) hevder at begreper og deres kompleksitet er en av årsakene til at mange mislykkes i å lære faget. I dette kapitlet vil jeg derfor se nærmere på hva det vil si å lære seg begreper, hvordan dette kan forstås ut i fra ulike læringsteorier, samt hva som kjennetegner begrepsforståelse.

2.2.1 Konstruktivisme

Læring kan forstås som en prosess som hvor elevene konstruerer kunnskap på et personlig plan. Dette er grunntanken i det konstruktivistiske synet på læring. Psykologen Jean Piaget er en sentral person innen den konstruktivistiske læringsteorien. I følge Piaget, konstruerer elevene mentale modeller, eller *kognitive skjema*, av sin sosiale og fysiske virkelighet i søken på å skape mening. Et nettverk av slike kognitive skjemaer utgjør videre elevenes *kognitive struktur*. I denne sammenhengen vil læring innebære utvikling og eller endring av elevenes kognitive struktur. Piaget beskrev dette som adaptasjonsprosessene *assimilasjon*, en utvikling eller bekreftelse, og *akkomodasjon*, en endring av den kognitive strukturen som følge av en *kognitiv konflikt* (Lyngsnes & Rismark, 2014; Sjøberg, 2009). Piagets teori blir ofte omtalt som, personlig konstruktivisme, kognitiv konstruktivisme og Piagets konstruktivisme, og kan anses som å være selve grunnsynet innenfor de konstruktivistiske perspektivene på læring.

Læring er imidlertid ikke noe elevene gjør isolert, men foregår i en sosial kontekst i samhandling med andre elever. Å se på læring i lys av språk og samhandling markerer følgelig et skille mellom Piagets kognitive konstruktivisme og det som er kjent som den sosiokulturelle læringsteorien. Innen denne teorien er psykologen Lev S. Vygotsky er en sentral person. Han hevdet blant annet at språk og tenking er gjensidig avhengig av hverandre (Lyngsnes & Rismark, 2014; Vygotsky, 1978). Følgelig vil elevene gjennom språkutvikling kunne utvikle og spesifisere sin tenkning, og dermed sin faglig forståelse (Ødegaard, Haug, Mork, & Sørvik, 2016).

I de naturvitenskapelige fagene, der i blant kjemi, er vi derfor avhengig av det spesialiserte språket både for å spesifisere vår egen tenkning, samt for å kommunisere med andre. I følge Taber (2013) innebærer å lære kjemi å utvikle begrepsforståelse på lik linje med andre medlemmer av det kjemiske samfunnet, samt å tilegne seg forståelse av symbolene som brukes i det kjemiske samfunnet for å kunne kommunisere med andre om disse begrepene.

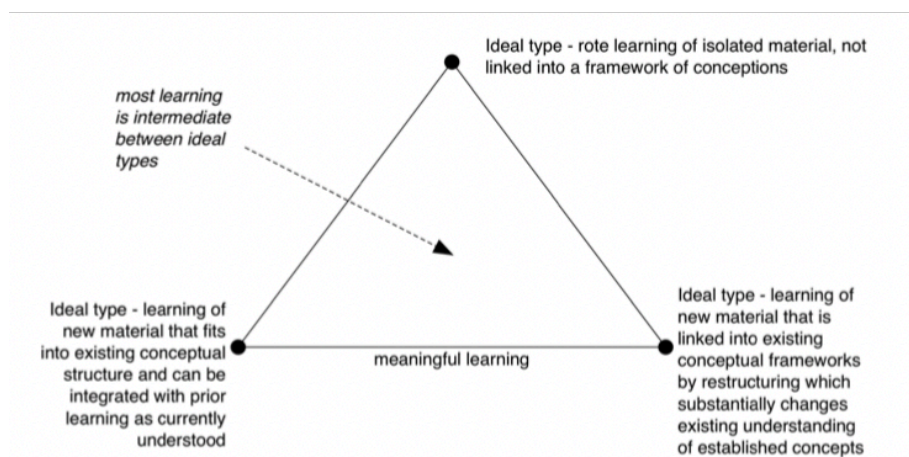
Videre hevdet Vygotsky at den individuelle utviklingen som Piaget beskrev foregår i samhandling med andre. Dette beskrev han ved hjelp av begrepene *det aktuelle utviklingsnivået* og *den nærmeste utviklingssonen*. Innenfor det aktuelle utviklingsnivået innehar eleven nok kunnskap til løse problemer og oppgaver selvstendig. I den nærmeste utviklingssonen vil imidlertid elevene ikke være i stand til å løse problemene selvstendig, men er avhengig av hjelp fra f. eks. en lærer som kan støtte eleven videre i læringsprosessen (Lyngsnes & Rismark, 2014). Vygotskys teori var at oppgaver som legges til det aktuelle utviklingsnivået, ikke bidrar til at elevene lærer noen nytt, det samme gjelder om oppgaver som legges forbi den nærmeste utviklingssonen. Læring forutsetter at elevene løser oppgaver utover det de kan fra før, men med støtte fra læreren. I slike læringssituasjoner fungerer læreren som et stilas for elevene. Dette innebærer å gi elevene mye støtte i begynnelsen av læringsarbeidet gjennom å veilede ved å gi elevene hint, modellere aktiviteten eller oppgavene, men gradvis fjerne støtten etterhvert som elevene mestrer oppgaven (Lyngsnes & Rismark, 2014; Taber, 2013).

2.2.2 Minnekonsolidering og meningsfull læring

I undervisningssituasjoner må elevene forholde seg til en rekke sanseinntrykk gjennom det de ser, hører og føler. I følge White (1988), foregår læring som en måte å behandle disse inntrykkene. Dette foregår ved at de først bearbeides i elevenes korttidsminne, før de deretter lagres i deres langtidsminne. Langtidsminne er til sammenligning det Piaget betegnet som elevenes kognitive struktur. En bearbeiding av informasjonen i korttidsminne vil følgelig innebære å relatere de nye inntrykkene og den nye informasjonen til den kognitive strukturen. Mengden informasjon vi kan bearbeide i korttidsminne er imidlertid begrenset, og kan således anses som læringsprosessens flaskehals (Taber, 2013). Miller (1956), tallfestet denne begrensede kapasiteten til det som er kjent som «*Millers magic number*» 7 ± 2 . I senere tid har imidlertid forskere ment at Miller overestimerer denne kapasiteten, og at hans magiske nummer er et resultat av at vi mennesker ofte ser mønstre og lager oss huskereglene for å lagre tilfeldige fragmenter bolker med informasjon, dvs. pugging. Et mer korrekt estimat på korttidsminnes kapasitet er funnet til å være 4 ± 1 (Taber, 2013).

Den begrensede minnekapasitet kan videre relateres til psykologen David P. Ausubels skille mellom meningsfull læring og pugging. I lys av et konstruktivistisk perspektiv vil det i læringsprosessen være et trinn hvor læringen er avhengig hvorvidt elevene har tidligere etablert kunnskapsenheter å knytte den nye informasjonen til, og videre endre eller utvide, og organisere

sin kognitive struktur (Taber, 2013). Elevene vil således finne læringen meningsfull dersom de gjenkjenner hvordan lærestoffet kan relateres til deres forkunnskaper. Dersom elevene mestrer dette, unngår man i en viss grad korttidsminnets begrensninger, og følgelig blir den etablerte kunnskapen en ressurs for læringen. Dette krever at elevene finner læringen *potensiell meningsfull*, det vil si at eleven ser det som skal læres i lys av sine forkunnskaper, og samtidig *logisk meningsfull*, det vil si at lærestoffet er presentert oversiktlig og systematisk. Først da finner elevene lærestoffet *psykologisk meningsfullt*, og elevene er i stand til å foreta en endring eller utvidelse av sin kognitive struktur. Meningsfull læring står følgelig i kontrast til pugging og overflatelæring, hvor elevene lagrer det nye lærestoffet som fragmenterte kunnskapsenheter. (Ringnes & Hannisdal, 2014; Taber, 2013). Taber (2013) illustrerte skillet mellom meningsfull læring og pugging med trekanten presentert i figur 1.



Figur 1 Taber (2013) sin tolkning av meningsfull læring

Som vi kan se av figuren, representerer de nederste hjørnene det som Piaget beskrev som adaptasjonsprosessene assimilasjon og akkomodasjon. Meningsfull læring er på figuren plassert mellom disse hjørnene og forekommer følgelig som et resultat av disse to prosessene. Det øverste hjørnet representerer pugging, og står som en motsetning av meningsfull læring.

2.2.3 Dybdelæring

Dybdelæring er blitt et sentralt begrep i fagfornyelsen som trådte i kraft høsten 2020. Utdanningsdirektoratet (2019) definerer dybdelæring slik:

«Vi definerer dybdelæring som det å gradvis utvikle kunnskap og varig forståelse av begreper, metoder og sammenhenger i fag og mellom fagområder. Det innebærer at vi reflekterer over egen læring og bruker det vi har lært på ulike måter i kjente og ukjente situasjoner, alene eller sammen med andre.» (Utdanningsdirektoratet, 2019).

Med «det å gradvis utvikle kunnskap og varig forståelse av begreper, metoder og sammenhenger i fag og mellom fagområder» innebærer dybdelæring altså utvikling av begrepsforståelse. Videre kan man ut i fra Utdanningsdirektoratets (2019) definisjon av dybdelæring trekke paralleller til Ausubels teori om meningsfull læring. For at elevene skal kunne «[...] lære noe så godt at du forstår sammenhenger og kan bruke det du har lært i nye situasjoner», krevder det at elevene har nødvendige bakgrunnskunnskaper når nye begreper introduseres. Først når elevene ser anser det nye begrepet som potensielt meningsfullt, logisk og psykologisk meningsfullt, vil de være stand til å bruke dette i nye situasjoner. Det fordrer at lærere kjenner til elevenes tidligere kunnskaper, og at dette videre danner grunnlaget for undervisningsinnholdet. Med de sosiokulturelle brillene på, spiller språket en sentralrolle for i dybdelæringsprosessen, følgelig er dybdelæring i naturfag avhengig av forståelse av det naturvitenskapelige språket, og derunder begrepsforståelse.

I likhet med meningsfull læring står også dybdelæring i kontrast til overflatelæring og pugging. I et konstruktivistisk perspektiv innebærer overflatelæring isolerte og fragmenterer kunnskapsenheter. Denne kunnskapen er ikke overførbart til nye situasjoner, men snarere kontekstavhengig. Eksempelvis kan slik læring føre til at eleven i en situasjon sier at luft ikke veier noen ting, men i en annen setting forklarer at heliumgass er lettere enn luft, og da indirekte si at luft veier noe (Holt, Voll, & Øyehaug, 2019). Et annet eksempel fra kjemi kunne være et magnesium-ion: Overflatelæring vil være at man pigger at dette ionet har en ladning på 2+. Dybdelæring vil være at eleven ser mønstret mellom ion-ladning, antall ytterelektroner og plassering i periodesystemet, dvs. at eleven vet at hun kan resonnerer seg fram til magnesium-ionets ladning ved å undersøke magnesiums plassering i periodesystemet. Videre kan Dybdelæring i kjemi eksempelvis innebære at en knytter stoffers egenskaper som polare eller upolare til hvordan miljøgifter akkumuleres i næringskjeden.

2.2.4 Kjennetegn på begrepsforståelse

Å lære seg et ord er ikke en «enten eller» - prosess, hvor man går fra å ikke ha hørt om ordet, til å kunne ordet, men snarer en prosess hvor utviklingen av ordforståelsen foregår trinnvis (Nagy et al., 2000). Bravo, Cervetti, Hiebert, & Pearson (2008) beskriver denne prosessen som ulike grader av ordbeherskelse, som strekker seg fra å ikke ha hørt om ordet og følgelig ikke ha kontroll på det, til en passiv kontroll av ordet, og videre til en aktiv kontroll av ordet. I denne sammenhengen innebærer en passiv kontroll at elevene kjenner igjen ordet som et synonym, mens en aktiv forståelse av ordet innebærer at elevene gjenkjenner ordets sammenheng med andre ord. Bravo et al (2008) eksemplifiserer dette ved å sammenligne en passiv kontroll av ordet «habitat» som at elevene gjenkjenner ordet som en betegnelse på et hjem. Videre vil en aktiv kontroll av ordet «habitat» innebære at elevene gjenkjenner ordets kobling til relaterte begrep som rovdyr, overlevelse og tilfluktsted. En aktiv kontroll av et ord kan følgelig sidestilles med begrepsforståelse. I lys av Wellington og Osborn (2001) sin taksonomi av naturvitenskaplige ord, vil en passiv kontroll av ordet kunne sammenlignes med å kjenne til ordet som et navnsettende ord, mens en aktiv kontroll vil, som Bravo et al (2008) indikerer, videre kunne sammenlignes med å forstå ordet som et begrep, altså begrepsforståelse. Wellington og Osborne (2001) beskriver blant annet begrepslæring slik:

“A conscious awareness of gradually ascending development of meaning can often be useful to science teacher in classroom teaching and lesson preparation. By developing word meanings for pupils – for example, from a word (say “gas”) being simply a name to becoming concepts – children’s understanding, taught and language are enhanced” (Wellington & Osborne, 2001, pp. 22-23)

Med dette poengterer Wellington og Osborne (2001) utviklingen av det meningsbærende i ordet som ekvivalent med begreper, og dermed understreker Bravo et al (2008) sitt poeng om at begrepsforståelse utvikles i tråd med økende kunnskap om ordets betydning. Med utgangspunkt i dette, har Haug og Ødegaard (2014) utviklet et teoretisk rammeverk for utvikling av begrepsforståelse kalt «fra ord til begrep». En norsk oversettelse av rammeverket er presentert i boken *På forskerfotter i naturfag* (Ødegaard et al., 2016, p. 148) og er gjengitt i tabell 2.

Tradisjonelt har man regnet med at definisjonen gir et begrep mening (Ringnes & Hannisdal, 2014). Å huske en definisjon bidrar imidlertid ikke til forståelse, og regnes følgelig ikke som en fullstendig forståelse av begrepet, og kan videre kategoriseres som en passiv ordforståelse. Begrepsforståelse krever følgelig at elevene har en aktiv kunnskap om ordets betydning utover

å kjenne til definisjonen av begrepet. Det er midlertid alle assosiasjonene vi gjør til begrepet som stimulerer til begrepsforståelse, og i likhet med Bravo et al (2008) beskriver Haug og Ødegaard (2014) aktiv kunnskap om ordets betydning, som å forstå ordets relasjon til andre ord og begreper. Dette er videre i tråd med hvordan Lemke (1990) beskriver begrepsforståelse som det å forstå hvordan ord og begreper kan knyttes sammen i en setning for å forklare, sammenligne og diskutere fenomener. I det som kan betegnes som rammeverkets øverste taksonomiske nivå av begrepsforståelse, altså å vite « hvordan ordet kan anvendes for å kommunisere egen forståelse av fenomenet som utforskes», samt «kan anvende ordet mer generelt, på tvers av og i nye situasjoner» (Ødegaard et al., 2016) er mulig å trekke linjer mellom aktiv begrepsforståelse og dybdelæring.

Tabell 2 Rammeverket " fra ord til begrep" (Haug & Ødegaard, 2014; Ødegaard et al., 2016)

Kunnskap om ordets betydning	Nivå	Beskrivelse
Lav	Gjenkjennelse	Kjenne igjen ordet i tekst og tale og kan uttale det.
Passiv	Definisjon	Kan gjengi definisjonen til et ord, men har liten forståelse av for hva ordet betyr.
Aktiv	Nettverk	Vet hvordan ordet kan knyttes til andre ord og begreper.
	Kontekst	Kan bruke ordet i flere setninger og i en sammenheng som gir mening.
	Anvendelse	Kan bruke ordet i tilknytning til sin egen utforskning, både under innsamling og diskusjon av egne data.
	Syntese	Vet hvordan ordet kan anvendes for å kommunisere egen forståelse av fenomenet som utforskes. Kan anvende ordet mer generelt, på tvers av og i nye situasjoner.

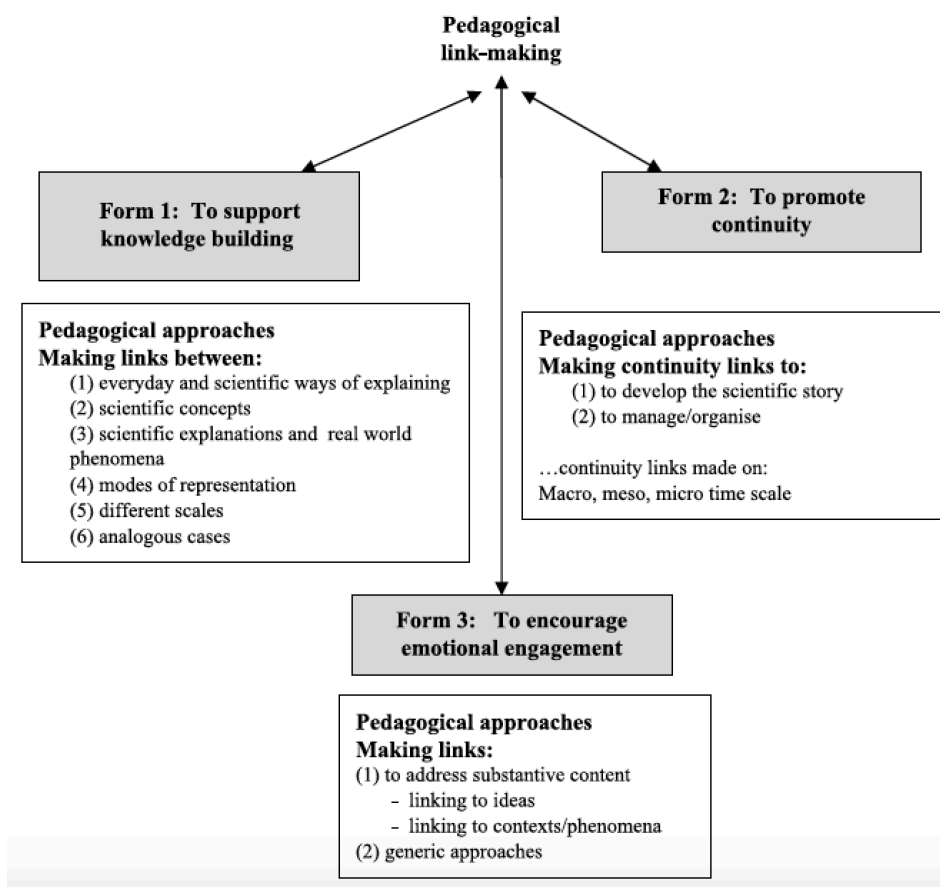
2.3 Undervisning for begrepsforståelse

Som Vygotsky hevdet, spiller språket en nøkkelrolle i læring. Ikke bare er det et verktøy for kommunikasjon, men også et psykologisk verktøy for tenkning. I kapittel 2.1.1 så vi at det naturvitenskaplige språket som elevene møter i naturfagundervisningen består av en rekke ord og komplekse begreper som er fremmed for elevene. Følgelig gjør det utvikling av

naturvitenskaplig forståelse utfordrende for dem, og kan dermed være til hinder for dybdelæring i naturfag. Ved å kjenne til hvordan elevene lærer og hva som er utfordrende i læringsprosessen, kan nye og bedre undervisningsstrategier utvikles for å støtte elevene i begrepsutviklingsprosessen som i 2.2.4 ble presenter som taksonomien «fra ord til begrep». Scott, Mortimer, & Ametller (2011) beskriver en rekke tilnærminger læreren kan benytte for å fremme begrepsforståelse. Disse tilnærmingene omtales som *pedagogical link-making*, og som kan oversettes til *pedagogiske koblinger*. Ved å synliggjøre koblinger og sammenhenger for elevene, støtter læreren således elevenes læringsprosess. Essensen i disse tilnærmingene er at koblingene skal bidra til å gjøre læringsmaterialet meningsfullt for elevene, slik at de på det personlige planet kan utvide sin kognitive struktur. Videre presiserer Haug & Ødegaard (2014) at dersom koblingene som introduseres av læreren, skal bidra til begrepsforståelse, må elevene oppfordres til å bruke språket.

2.3.1 Pedagogiske koblinger

Konseptet pedagogiske koblinger innebærer en rekke tiltak læreren kan gjøre for å støtte elevene i å knytte nye begreper til deres tidligere kunnskaper. De ulike tilnærmingene er dermed utformet på bakgrunn av et konstruktivistisk syn på læring, og kan følgelig anses som strategier som imøtegår Ausubels teori om meningsfull læring. I tillegg beror de på et sosiokulturelt syn, som anser læring som språklig samhandling. Konseptet pedagogiske koblinger innebærer følgelig didaktiske strategier hvor læreren synliggjør koblingene på et sosialt plan for å støtte elevene å gjøre lignende koblinger på et personlig plan (Scott et al., 2011). Scott et al. (2011) peker på tre hovedkategorier av didaktisk tiltak som støtter elevene i utvikling av begrepsforståelse. Den første kategorien er *to support knowledge building* og kan oversettes til *å støtte opp om kunnskapsbygging*. Den andre kategorien er *to promote continuity*, og kan oversettes til *å fremme kontinuitet*. Den tredje kategorien er *to encourage emotional engagement* og kan oversettes til *å oppmuntre til engasjement*. De tre hovedkategoriene inneholder videre ulike måter disse tiltakene kan tilnærmes i lærerens didaktiske arbeid (se figur 2).



Figur 2. Former og tilnæringsmåter for pedagogiske koblinger (Scott et al., 2011, p. 30)

2.3.1.1 Støtte opp om kunnskapsbygging

Denne kategorien omhandler seks ulike didaktiske tilnæringsmåter for å gjøre lærestoffet meningsfullt for elevene ved å synliggjøre en kobling mellom elevenes eksisterende kunnskaper og nye begreper (Scott et al., 2011). Det vil nå følge en presentasjon av disse tilnæringsmåtene med hensyn på læring av kjemiske begreper.

Tilnærming 1: Kobling mellom den hverdagslige måten og den vitenskapelige måten å forklare på

Denne tilnærmingen handler om å synliggjøre for elevene en kobling mellom deres tidligere erfaringer og ny kunnskap. Sentralt i denne tilnærmingen er Vygotskys skille mellom hverdagsbegreper og vitenskapelige begreper. De hverdagslige begrepene lærer vi spontant gjennom erfaringer fra vi er små. De konstruerte vitenskapelige begrepene er imidlertid ikke noe vi ikke kan oppdage, men må lære i skolesammenheng. Noen begreper har overlappende betydning i hverdags - og vitenskapelig sammenheng, mens andre har ulik betydning.

Eksempelvis i vitenskapen bruker man gjerne begrepet observere, noe som mange elever vil anse som synonymt med å se. Observasjon innebærer imidlertid bruk av flere sanser som å høre, føle, lukte etc. F.eks. kan man observere en varmeutvikling. Slike overlapper må introduseres eksplisitt for elevene, slik at de kan utvide sin forståelse av begrepet til å bli mer presis. Assosiasjonene til et ord brukt i dagligtalen, men som i kjemi brukes med en spesifikk betydning kan være utfordrende for elevene. Følgelig må lærere være tydelig slik at elevene lærer å skille mellom de forskjellige betydningene.

Tilnærming 2: Koblinger mellom begreper

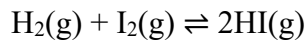
Som beskrevet i kapittel 2.1.1 ligger mye av kompleksiteten i begrepskategorien, at begrepene ikke kan forstås isolert, men inngår i nettverk av ord og begreper. Eksempelvis gir begrepet *ioner* først mening i sammenheng med begrepene *atomer*, *protoner* og *elektroner*. Kjernen i denne tilnærmingen er å synliggjøre denne sammenhengen (Scott et al., 2011; Wellington & Osborne, 2001). Dette kan blant annet gjøres ved å la elevene lage et begrepskart (Gabel, 2003; Ringnes & Hannisdal, 2014). Som eksempelet med ioner også indikerer, er kjemi et hierarkisk fag, hvor rekkefølgen begrepene introduseres i, spiller en avgjørende rolle for elevens forståelse.

Tilnærming 3: Koble vitenskapelige forklaringer til fenomener i den virkelige verden

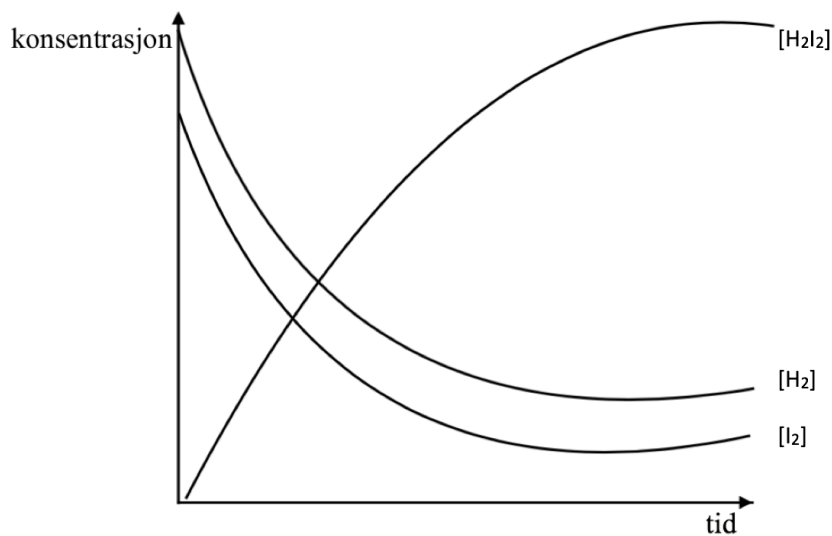
De vitenskapelige begrepene er konstruert for å forklare virkeligheten. Koblingen mellom de konstruerte begrepene og vår virkelighet er imidlertid ikke alltid åpenbar. Essensen med denne tilnærmingen er å synliggjøre sammenhengen mellom de vitenskapelige begrepene og elevens erfaring av virkeligheten. Det fører til at den vitenskapelige teori konkretiseres, dvs. de vitenskapelige begreper forankres i konkrete fenomener som er kjent for elevene. For eksempel kan man i kjemi ta utgangspunkt i elevenes erfaringer med baking, og hvilken rolle bakepulveret spiller i bakeprosessen. Man kan bake en kake med bakepulver som hevemiddel uten å vite hvorfor kaken hever, men det gir en dypere mening til begrepen *kjemisk reaksjon* og *gassdannelse* hvis man kan koble kjemien og kakebakingen sammen. Dette er et eksempel på et *relevant* fenomen. Man kan også koble vitenskapelige forklaringer til begivenheter som huskes. For å forklare begrepene *polar*, *upolar* og *løselighet*, kan man for eksempel be elevene om å tygge sjokolade sammen med tyggegummi. Det vil de helt sikkert huske i lang tid, og det vil også kunne bidra til følelsesmessige koblinger som er Scott et al. (2011) tredje kategori av pedagogiske koblinger.

Tilnærming 4: Kobling mellom representasjonsformer

De naturvitenskapelige fagene omfatter ikke bare et teknisk språk, men inkluderer også matematiske, grafiske diagrammer osv. Dette vil innenfor kjemifaget dreie seg om kjemiske likninger, kjemiske formler, samt diverse diagrammer som titerkurver, aktiveringsenergi osv. For eksempel kan dannelsen av hydrogenjodid ut fra hydrogengass og jodgass beskrives med ord (som i denne setningen). Den kan også beskrives ved å skrive reaksjonslikningen:



Reaksjonen kan også illustreres grafisk som i figur 3.

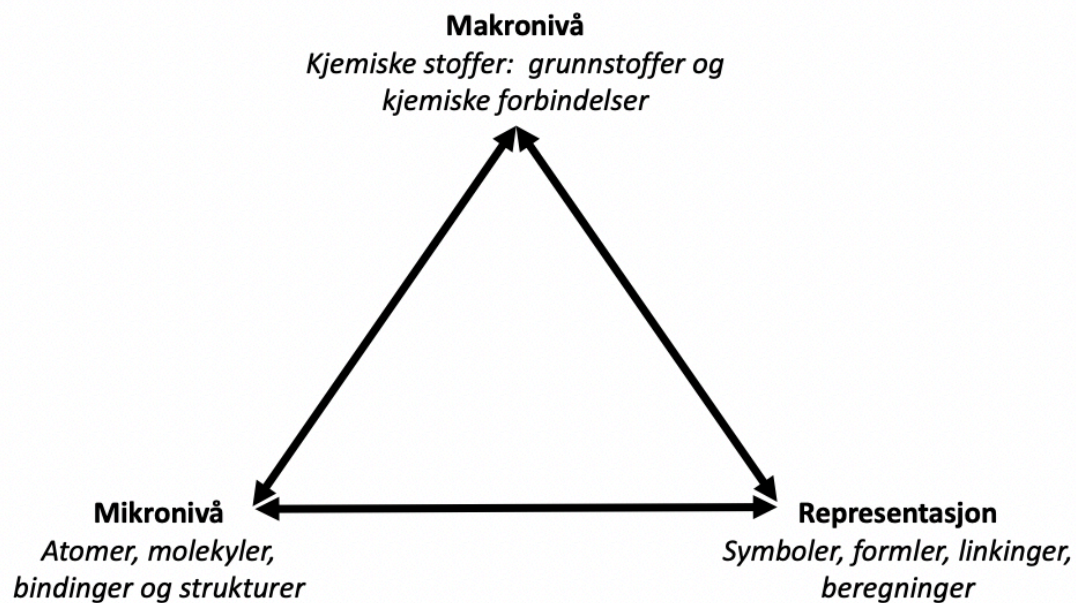


Figur 3. Grafisk illustrasjon av dannelsen av hydrogenjodid ut fra hydrogen og jod

Når disse representasjonsformene kobles sammen, fører det til en større forståelse for begrepene, og elevene skal lære å bevege seg mellom de ulike formene.

Tilnærming 5: Kobling mellom det makroskopiske og det mikroskopiske forklaringsnivået

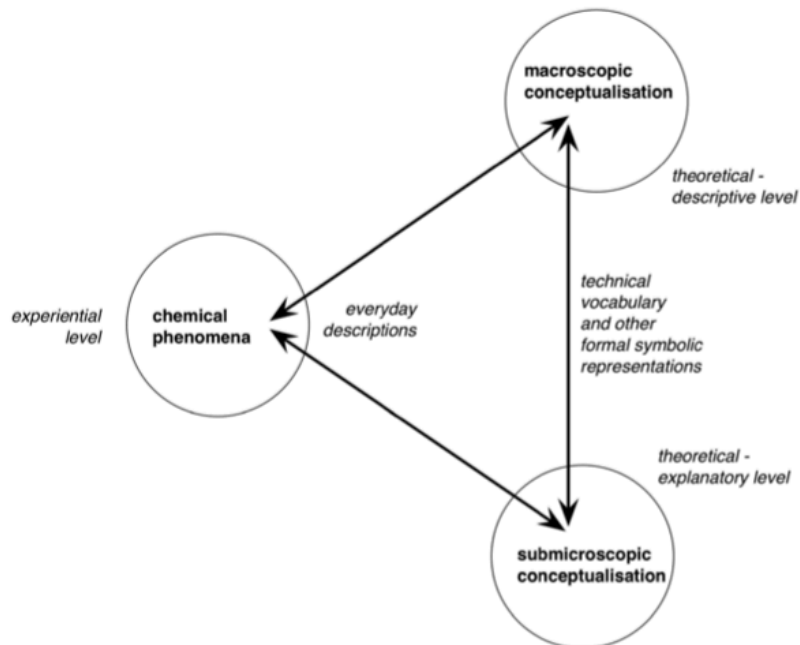
Essensen i kjemifaget er samspillet mellom observerbare fenomener på et makroskopisk nivå, molekylære prosesser på et mikroskopisk nivå og en rekke formler og symboler. Johnstone (1991) illustrerte dette ved hjelp av en modell (se figur 4), noe som innen kjemididaktikken er kjent som *kjemitripletten*, og som av Ringnes og Hannisdal (2014) omtales som *kjemiens tre dimensjoner*.



Figur 4. Kjemiens tre nivåer - makro, mikro og representasjon

Som Johnstone (1991) hevdet, tilegner de ulike dimensjonen faget en kompleksitet ved at forståelse i kjemi krever en forståelse av alle nivåene samtidig. Dette er noe som en erfaren kjemiker ikke vil ha problemer med, men som er utfordrende for elevene som er ny i faget. Både det mikroskopiske- og det makroskopiske nivået har sine særegne begreper. Taber (2013), argumentere for at representasjonsnivået ikke kan separeres fra to øvrige nivåene ettersom dette nivået omhandler det kjemiske språket som er nødvendig for å kommunisere begrepene tilhørende henholdsvis mikro- og makronivået. Som figur 5 illustrer, vil et kjemisk fenomen som elevene erfarer forklares ved hjelp av begreper knyttet til det makroskopiske nivået, og begreper knyttet til det mikroskopiske nivået. En dyp forståelse i kjemi vil videre innebære at elevene kobler disse forklaringsnivåene (Scott et al., 2011; Taber, 2013, 2015). For å gjøre

denne koblingen er man imidlertid avhengig av det kjemiske språket. Eksempelvis vil en reaksjonslikning både beskrive en reaksjon på makronivå og mikronivå (Taber, 2013).



Figur 5. Figuren viser hvordan koblingen mellom mikro og makronivået avhenger av språket (Taber, 2013)

En utfordring kan være hvis det samme ordet/begrepet brukes om begge nivåene, men med ulik definisjon. Et eksempel er begrepet grunnstoff. For mens grunnstoff på mikronivå kan defineres som én atomtype, defineres det på makronivå som et stoff som er bygd opp av bare en atomtype. Dersom man bruker ordet *oksygen* skiller man eksempelvis ikke mellom om man mener begrepet på mikro- eller makronivå. Dette kan skape en forvirring, som kan unngås dersom man presiserer hvilket nivå man sikter til ved hjelp av tilleggsord. Når man snakker om egenskaper til oksygen i forbindelse med plassering i periodesystemet, sikter man til oksygenatomet som har 8 protoner i kjernen. Snakker man om oksygen som produkt av fotosyntesen, refererer man til den usynlig, livsviktige og brennbare oksyngengassen, $O_2(g)$ (Hannisdal & Ringnes, 2013). Ordet oksygen brukes altså likt i ulike kontekster, men som ulike begrep. Et bevisst forhold til de ulike dimensjonene i kjemi og forholdet mellom dem, kan følgelig støtte elevene i å lære begrepene, og dermed unngå at elevene lagrer informasjonen som fragmenterte kunnskapsbiter. I lys av dette kan meningsfull læring som beskrevet i kapittel 2.2.2 fremmes ved å støtte elevene i å koble deres erfaringer med hvordan stoffer oppfører seg på makroskopisk nivå med stoffenes oppførsel på mikronivå gjennom ved hjelp av kjemispråkets begreper og symboler (Treagust, Chittleborough, & Mamiala, 2003). Å koble de ulike nivåene

er som Johnstone (1991) understrekte en komplisert øvelse. Det fordrer derfor at elevene får tid til å lære hvordan kjemiske prosesser kan beskrives ved hjelp av begrepene knyttet til det makroskopiske nivået, før de blir bedt om å koble det til det mikroskopiske forklaringsnivået og dets abstrakte begreper (Taber, 2013).

Tilnærming 6: Kobling ved bruk av analogier

“The problem of meaning (or rather lack of it) at these higher levels of abstraction must be a major cause of failure in science education” (Wellington & Osborne, 2001, p. 22)

Ved å bruke analogier kan elevene få en bedre forståelse av et abstrakt begrep ved å sammenligne egenskaper ved begreper med noe med sammenlignbare egenskaper fra hverdagen (Gabel, 2003). Slike sammenligninger vil også ha en del ulikt. Det er derfor viktig å påpeke analogienes begrensninger. I kjemifaget er det ikke uvanlig at byggeklosser eller legoklosser brukes som analogier på atomer. Ved hjelp av denne analogien kan elevene koble hvordan ulike stoffer er satt sammen av ulike kombinasjoner av atomer, til deres erfaringer fra Lego-bygging. Høyere opp i kjemiutdanningen kobles gjerne begrensingen av en ingrediens i en pannekakeoppskrift til konseptet begrensende reaktant i kjemiske reaksjoner. Også termodynamikkens 2.lov om entropi kan kobles til elevens erfaringer ved sammenligne loven med at det blir alltid mer og mer rotete på rommet, dersom du ikke bruker energi på å rydde, men andre ord – det rotes spontant. Jo mer abstrakt et begrep er, jo mer kan analogier være behjelpelig til å gjøre lærestoffet meningsfullt for elevene, og dermed støtte deres utvikling av forståelse for begrepet (Wellington & Osborne, 2001)

I tillegg til analogier bruker man i kjemi modeller for å forklare det mikroskopiske nivået. Et eksempel er bruken av partikkelmodellen for å forklare prosesser på det mikroskopiske nivået. Det er gjennomført flere studier som indikerer at partikkelmodellen er sentral for at elevene skal forstå hva som skjer i en kjemisk reaksjon (Holt & Øyehaug, 2019).

2.3.1.2 Fremme kontinuitet

Den andre kategorien Scott et al. (2011) presenterer som viktig i begreplæringsprosessen omhandler at faget og undervisningen følger en logisk oppbygning, hvor læreren kan henvise til tidligere undervisning både på kort og lang sikt. Kategorien handler om å lage koblinger mellom den igangværende undervisningen og tidligere læring. Scott et al. (2011) har inndelt det å fremme kontinuitet i to underkategorier: 1) Å bygge en vitenskapelig fortelling og 2) Å organisere aktivitetene i klasserommet på en logisk måte. Kontinuitet handler altså på mange

måter om progresjon i undervisningen, noe som er en forutsetning både for meningsfull læring og utvikling av begrepsforståelse og da også dybdelæring.

Å fremme kontinuitet er knyttet til en tidsskala, som Scott et al. (2011) inndelte i tre nivåer: Et *makro*-nivå hvor den aktuelle undervisningen knyttes til undervisning som foregikk for måneder eller år siden; Et *meso*-nivå hvor den aktuelle undervisningen knyttes til undervisning som foregikk for noen dager eller uker siden; Et *mikro*-nivå hvor den aktuelle undervisning knyttes til undervisning som foregikk for minutter siden. Organisering av aktiviteter i klasserommet vil således falle inn under dette nivået. Dette for at det i prosessen skal fremmes kontinuitet slik at elevene gradvis kan utvide sin kunnskap og forståelse i faget ved å utvikle og utvise sine kognitive skjemaer og strukturen de utgjør (Scott et al., 2011).

2.3.1.3 Oppmuntring og engasjement

Den tredje og siste kategorien som presenteres i Scott et al (2011) sin artikkel om pedagogiske koblinger, er koblinger som fremmer følelsesmessig engasjement. Den tar utgangspunkt i at det er forbindelse mellom den følelsesmessige og den kognitive side av vår psykologi, noe som betyr at følelser, holdninger og motivasjon vil kunne fremme eller hindre læring. Selv om dette utvilsomt er et viktig element i begrepsforståelse, er ikke denne kategorien vektlagt i denne studien. Dette fordi observasjoner knyttet lærerens praksis gjorde de utfordrende og observere i hvilken grad undervisningen motiverte elevene.

2.3.2 Elevene må bruke språket

Rammeverket *pedagogiske koblinger* benyttet i denne studien fremhever ulike koblingsstrategier som nødvendig for å legge til rette for at elevene utvikler begrepsforståelse. Scott et al (2011) poengterer at både læreren og elevene må være involvert i disse strategiene ved at læreren legger til rette for at elevene gjør koblingene. Elevenes kognitive koblinger synliggjøres gjennom språket, men andre ord blir elevenes bruk av språket et mål for deres forståelse. Dette representerer noe av essensen i læring sett fra et sosiokulturelt læringsperspektiv.

I de naturvitenskapelige fagene, der i blant kjemi, er vi avhengig av det spesialiserte språket både for å spesifisere vår egen tenkning, samt for å kommunisere med andre. I følge Lemke (1990) og Wellington og Osborne (2001) står lærere for det meste av snakkingen i klasserommene. Elevene må imidlertid få mulighet til å øves i bruken av det vitenskapelige språket, ettersom språk er en forutsetning for læring. Ved å bli gitt muligheten til å bruke språket

kan elevene utvikle sitt naturvitenskaplige vokabular samt deres selvstendig tenkning (Wellington & Osborne, 2001). Følgelig bør det legges opp til læringsaktiviteter som problemløsning, lab-arbeid og prosjekter, fordi det beror på sosial interaksjon mellom elever (Lemke, 1990). I forskningsprosjektet *forskerføtter og leserøtter* fremheves det at begrepsforståelse fremmes ved å legge opp til at elevene skal møte på de samme begrepene gjennom ulike aktiviteter, samt ved å ta i bruk ulike arbeidsmåter som å snakke, lese, skrive i tillegg til praktiske aktiviteter (Ødegaard et al., 2016).

Wellington og Osborne (2001) mener lærere må være bevisste kompleksiteten i fagspråket når de underviser. Videre understreker Ødegaard et al (2016) at lærere bør begrense antall nye ord som introduseres, og at det burde legges opp til at elevene får jobbe over tid med et lite utvalg begreper, framfor å lære seg en mengde ord overfladisk. Wellington og Osborne (2001) anbefaler at det i undervisningssammenheng vies mer tid til samtaler mellom elever. Slike samtaler og diskusjoner mellom vil imidlertid kreve nøye observasjon og støtte (*scaffold*) av læreren (Haug & Ødegaard, 2014; Wellington & Osborne, 2001).

3 Metode

Formålet med studien er å undersøke hvordan en lærer legger til rette for begrepsforståelse i kjemi/naturfagundervisningen. Forskningsdesignet er en casestudie hvor jeg gjennom en kvalitativ videostudie, vil gå i dybden på tre undervisningstimer i naturfag, og belyse hvordan ulike undervisningsstrategier ser ut til å fremme elevenes forståelse av kjemibegreper.

3.1 Forskningsdesign

Casestudier er blant de mest brukte forskningsdesign innenfor utdanningsvitenskaplig forskning (Christoffersen & Johannessen, 2012). Med slike studier foretar forskeren en dyptgående analyse av en eller flere enheter. Enhetene som casestudiene retter seg mot kan, i utdanningsvitenskapelig sammenheng, være en skole, en klasse, en elevgruppe eller en lærer (Skogen, 2018). Casestudier kjennetegnes ved at enhetene som analyseres er kontekstavhengig (Christoffersen & Johannessen, 2012). I denne studien undersøkes hvordan én lærer underviser ulike kjemiske fagbegreper på ungdomstrinnet i løpet av tre undervisningstimer over en periode på noen uker. Studien kan dermed betegnes som en holistisk singel casestudie. Enheten som analyseres i denne casestudien, ble valgt ut på bakgrunn av koderesultater fra videoanalyser utført av forskerne i LISSI-prosjektet. Hensikten med studien er å få en dypere forståelse av hvordan en lærer legger til rette for begrepsforståelse i undervisningen av kjemiske begreper. Dette gjøres ved å benytte to teoretiske rammeverk, et for begrepsundervisning og et for begrepsforståelse, i analysen av enheten. Enheten er med andre ord vurdert ut i fra en beskrivende teori, og studien kan derfor videre betegnes som en beskrivende singel casestudie (Mills, Durepos, & Wiebe, 2009).

3.1.1 Datakilde

Studien er utført i forbindelse med Forskningsprosjektet LISSI (Linking Instruction in Science and Student Impact), et prosjekt som er gjennomført av institutt for lærerutdanning og skoleforskning ved Universitetet i Oslo i samarbeid med Institutt for lærerutdanning og pedagogikk ved UiT Norges arktiske universitet. Hensikten med studien er, gjennom videoobservasjon av naturfagundervisning i 20 klasserom i perioden 2018-2020 kombinert med spørreskjema, fagprøver og intervju med lærere, å danne et forskningsbasert grunnlag for hva som kjennetegner norsk klasseromspraksis, samt hvordan ulike former for undervisning har sammenheng med hvordan elevene lærer i naturfag. Videostudien ble gjennomført i et utvalg på 10 klasser på 4. trinn og 10 klasser på ungdomstrinnet, hovedsakelig 8. trinn, men også klasser med aldersblanding, dvs. 8., 9. og 10.trinn. I denne studien benyttes tre videoer fra det

totale videomaterialet samlet inn gjennom forskningsprosjektet, for å belyse problemstillingen.

3.1.2 Enhet for utvalg

I forskningsprosjektet LISSI er videodata fra 20 ulike klasserom analysert ved hjelp av en observasjonsmanual (Ødegaard et al., 2020). Denne observasjonsmanualen består av 19 ulike kategorier, organisert i 5 dimensjoner av undervisning. Disse dimensjonene er, *utforskning, tilretteleggelse for elevdeltagelse, faglig fordypning, kognitiv aktivering, samt klasseledelse*. Undervisningen ble analysert ved å dele videoene inn i 15 minutters segmenter, og hvor undervisningen i hvert segment vurderes opp mot alle kategoriene, som videre kodes fra 1 til 4. Kode 1 og 2 indikerer lavere undervisningskvalitet, enn kodene 3 og 4, som beskriver en høyere kvalitet av undervisningene (Ødegaard et al., 2020).

Med denne studien har jeg ønsket å få en bedre forståelse av hvordan man som lærer kan fremme elevenes forståelse av kjemifaglige begreper. Videomaterialet er derfor valgt ut på bakgrunn av at videoene inneholdt undervisningstimer som omhandlet kjemidelen av naturfaget, samt at læreren har kodet høy på faglig forståelse i LISSI-prosjektet. Til sammen utgjorde dette videomaterialet seks videoopptak av undervisningstimer med kjemifaglig innhold. Opptakene av disse undervisningstimene var imidlertid utført med ett års mellomrom, det vil si, tre av undervisningstimene var filmet ett år og utgjorde et sammenhengende undervisningsforløp. Det samme gjaldt de tre opptakene som ble gjort det påfølgende året. Videoopptakene fra disse seks undervisningstimene ble først analysert ut i fra et utvalg av kategorier fra observasjonsmanualen utviklet i LISSI-prosjektet. Ettersom fokuset har vært tilretteleggelse av begrepsforståelse, ble relevante kategorier knyttet til dette valgt ut. Som beskrevet i kapittel 2.2 forutsetter læring at undervisningen tar utgangspunkt i elevene tidligere erfaringer og etablert kunnskap. Videre må det, som beskrevet i kapittel 2.3, legges til rette for at elevene kan bruke fagspråket. På bakgrunn av dette ble kategoriene som er presentert i tabell 3, inkludert i analysen av disse videoene. En fullstendig oversikt av hva lave koder (1 og 2) og høye koder (3 og 4) innebærer finnes som vedlegg B i denne oppgaven. Et eksempel på hvordan kodingen ble utført er presentert i tabell 4.

Tabell 3. Kort beskrivelse av kategoriene fra LISSI-manualen (Ødegaard et al., 2020).

kategori	underkategori	beskrivelse
klasseromssamtale	opptak av elevinnspill	I hvilken grad læreren plukker opp elevenes innspill og bygger videre på dem
	mulighet for elevsamtale	I hvilken grad læreren legger til rette for helklassesamtaler og gruppesamtaler
presentasjon av fagstoff		I hvilken grad læreren presenterer fagstoff korrekt og forståelig
faglig dybde	lærerpresentasjon	I hvilken grad læreren presenterer fagstoff med dybde og setter det i en større sammenheng
	elevkunnskap	I hvilken grad elevene viser sin kunnskap
bruk av faglig språk		I hvilken grad læreren bruker og forklarer faglige begreper, og om elevene blir oppmuntret til å bruke dem
kobling til tidligere kunnskap		I hvilken grad læreren knytter elevenes tidligere kunnskaper og erfaringer til ny kunnskap

For å observere lærerens strategier for å fremme begrepsforståelse, var det hensiktsmessig at undervisningstimene som ble valgt ut til videre analyser utgjorde et sammenhengende undervisningsforløp. Dette fordi begrepsutvikling blant annet krever at elevene møter de samme begrepene flere ganger og i ulike settinger, og at et sammenhengende undervisningsforløp muliggjorde en undersøkelse av lærerens kontinuitet i undervisningen av begreper. Koderesultatene viste at timene i det ene tretimersforløpet hadde høyest scores for de utvalgte kategoriene, og ble følgelig valgt ut til videre analyse.

Tabell 4. Eksempel på koding av videomaterialet ved hjelp av LISSI-prosjektets observasjonsmanualen (vedlegg B)

Kategori: Bruk av faglig språk			
Segment	Tid	Kode (1-4)	Kommentar
1	02:00-17:00	4	Elevene i 9. og 10. klasse blir bedt om å forklare begrepet <i>ioner</i> til elevene i 8. klasse.
2	17:00-34:00	4	Gir elevene mulighet til å bruke begreper, både i helklassesamtalen og gruppesamtalen, og i måten hun ber elevene begrunne svarene sine.
3	34:00-44:00	3	Elevene må både bruke begreper under aktiviteten. Repetisjonen av tavla inneholder også flere begrep som understrekes. Utsagnene som leses opp under bingoen inkluderer flere begreper i samme setning. I tillegg er det flere setninger som inneholder de samme begrepene. oppgaven til elevene er å finne mening av disse setningene ved å knytte dem til et grunnstoff.

3.1.3 Beskrivelse av konteksten

Denne studien er basert på tre undervisningstimer i naturfag ved en ungdomsskole i Norge. Læreren, som er deltager i LISSI-prosjektet, har universitetsutdannelse og lang undervisningserfaring.

Klassene som følger denne læreren er aldersblandet og består av ulike sammensetninger av elever fra 8., 9. og 10. trinn. I løpet av de tre timene varierer klassesammensetningen noe. I time 1 er elever fra 9. og 10. trinn tilstede. I time 2 er elever fra 8., 9. og 10. trinn tilstede. I klasserommet er elevene organisert slik det ved hvert bord, sitter en elev fra hvert trinn sammen. Begge disse timene foregår i et klasserom og har mye helklassesamtale. I den 3. timen er elever fra 8. og 9. trinn tilstede. Undervisningstimen foregår på et skolelaboratorium hvor elevene skal gjennomføre et forsøk kjent som «VGG - varmt gul gass», og er utformet av forskningsføtter og leserøtter. Hovedtema for alle de tre undervisningstimene er kjemiske reaksjoner, men rommer et bredt spekter av kjemibegreper.

3.2 Videoobservasjon som metode

I denne casestudien benyttes videoobservasjon, en metode med stadige økende aktualitet som forskningsredskap i klasseromstudier (Brekke & Tiller, 2013; Frøyland, Remmen, Mork, Ødegaard, & Christiansen, 2015). I følge Christoffersen & Johannessen (2012), egner observasjon seg dersom forskeren ønsker direkte tilgang til det som undersøkes. Dette er tilfelle i denne studien, hvor samhandlingen mellom lærerens undervisningsstrategier og elevenes begrepsforståelse undersøkes. Fordelen med videoobservasjon er at videoopptak gjør det mulig å se en situasjon/sekvens flere ganger (Bjørndal, 2017; Blikstad-Balas, 2017). Dette gjør det mulig å få et mer detaljert bilde av en situasjon. I tillegg kan videoobservasjon gi en dypere forståelse av komplekse klasseromssituasjoner ved at den samme situasjonen observeres flere ganger med ulikt fokus hver gang (Bjørndal, 2017). I denne studien er det gjort en strukturert observasjon, noe som skiller seg fra ustrukturert observasjon ved at man forut observasjonen har en ide om hva man ønsker å observere (kilde).

Videomaterialet benyttet i denne studien er samlet inn av forskere og forskningsassistenter i LISSI-prosjektet. Videoopptakene i dette prosjektet er gjort med fullstendig åpenhet, og skiller seg dermed fra skult observasjon ved at deltagerne er klar over at de blir filmet, samt informert om hensikten med videoopptakene (Christoffersen & Johannessen, 2012). Det er gjort opptak med ulike perspektiver ved å benytte to kameraer med fokus på hele klassen, hvor det ene er vinklet mot læreren, og det andre mot elevene. I tillegg bærer to av elevene hodemonterte kameraer. Dette gir en oversikt over settingen, samtidig som det gir mulighet for en grundigere analyse av interaksjonen som foregår under gruppearbeid eller individuelt arbeid, og imøtegår dermed en sentral utfordring med videoopptak hvor en må ta stilling til hva som skal spilles inn, og hva som skal utelates (Blikstad-Balas, 2017). I tillegg til kamera er det tatt opp lyd gjennom en mikrofon midt i klasserommet, samt en myggmikrofon festet til læreren. Oppsettet av kamera og lyd utstyr gir følgelig mulighet til å observere lærerens undervisning i helklasse, samt gi informasjon om elevenes begrepsbruk i gruppesamtaler.

I følge Bjørndal (2013) vil videoobservasjon alltid påvirke en pedagogisk situasjon. Blikstad-Balas (2017) nevner blant annet kameraeffekten som en utfordring flere forbinder med videoobservasjon. Som ordet «kameraeffekt» impliserer, handler denne utfordringen om at kameraet påvirker den «naturlige» settingen man ønsker å observere. Dette kunne man se ved at elevene til tider lot seg distrahere av hodekameraene festet til enkelte av elevene. Blikstad-Balas (2017) argumenterer i middeltid for at denne utfordringen ofte er noe overdrevet fremstilt,

og at ingen forskningsmetode vil være helt uten påvirkning av en eller annen form. Videre har forskere, gjennom å ha utført opptak av skoleklasser i et lengere tidsrom, kommet fram til at kameras påvirkning på datamaterialet avtar over tid ettersom deltagerne blir vant med kamera og opptakssituasjonen (Blikstad-Balas, 2017). For opptakssituasjoner i kortere tidsrom er det likevel grep som kan minimalisere påvirkningen, blant annet ved å la deltagerne venne seg til kameraene forut innspilling, samt avklare bruken av opptakene med deltagerne (Brekke & Tiller, 2013).

3.3 Analysemetode

Strategien for analysen av datamaterialet, kan betegnes som en tematisk analyse. Denne analysemetoden er mye brukt innenfor kvalitativ forskning, og beskrives av Braun og Clarke (2006) som en sekstrinnsprosess, og som videre er presentert av Johannessen, (2018) som en firetrinnsprosess: forberedelse, koding, kategorisering og rapportering.

Som et første trinn i denne analysemetoden ble datamaterialet grundig gjennomgått ved å transkribere videoene, samt gi en detaljert beskrivelse av hva som skjer i timene. Videoopptak gir grundig informasjon om en undervisningssituasjon, og gir dermed mulighet til i ettertid å velge ut det man oppfatter som mest relevant informasjon med tanke på problemstillingen (Brekke & Tiller, 2013). Ettersom problemstillingen i denne oppgaven omhandler hvilke strategier læreren bruker for å fremme begrepsforståelse, ble det i første omgang identifisert kjemifaglige ord som videre ble kategorisert etter Wellington & Osborne (2001) sin taksonomi for naturfaglige ord. Sekvenser hvor læreren formidler kunnskap om disse faglige begrepene til elevene, samt legger til rette for bruk av begrepene i klasseromsamtalen, ble derfor identifisert og kodet, og gjort til gjenstand for videre analyse. Dette svarer til trinn to i Johannessen, (2018) firetrinns presentasjon av metodisk analyse.

Videre ble rammeverket pedagogiske koblinger av Scott et al. (2011) benyttet til å grovkode lærerens bruk av koblingsstrategier ved at lærerens formidling av faglige begreper ble knyttet til de ulike formerne for pedagogiske koblinger. Eksempelvis ble en situasjon hvor læreren henviser til noe som ble gjennomgått i forrige time, kategorisert under kategorien fremme kontinuitet (se tabell 5).

Tabell 5. Eksempel på analyse av koblingsstrategier

Lærerutsagn	Koblingsstrategi
«Snakk med den som sitter ved siden av deg om hva det jeg gjorde på tavle forrige gang var og betydde innenfor kjemisk reaksjon.»	Fremme kontinuitet etter det som betegnes som meso-nivå.

Et annet eksempel fra denne grovkodingen er hvor læreren knytter ulike begreper sammen (se tabell 6).

Tabell 6. Eksempel på analyse av koblingsstrategier.

Lærerutsagn	Koblingsstrategi
«[] ... dere [i 10.klasse] skal kunne balansere reaksjonslikninger og sjekke antall atomer på hver side. Det er jo det samme som energiloven. Vi kan jo aldri plutselig få noen nye [atomer], de bare bytter litt plass fordi bindingene brytes og dannes»	Kobler energiloven til kjemisk reaksjon, og dermed knytter ulike begreper sammen.

Som Scott et al (2011) presiserer må elevene involveres i koblingsprosessen. Dette understrekes videre av Haug & Ødegaard (Haug & Ødegaard). Elevene må bruke begrepene selv for å kunne gjøre koblingene individuelt. Følgelig er det ikke tilstrekkelig at læreren presenterer en kobling. For å ta hensyn til dette ble rammeverket «fra ord til begrep» benyttet for å finkode situasjonene hvor læreren presenterte en kobling. For å undersøke om elevene også gjorde koblingene, ble elevenes responser analysert og kategorisert som aktiv eller passiv begrepsforståelse (se tabell 7).

Tabell 7. Eksempel på analyse av koblingsstrategi og begrepsforståelse.

lærerutsagn	Koblingsstrategi	Elevutsagn	Grad av begrepsforståelse
«hvordan reagerer de [halogenene]?»	Læreren stiller et spørsmål som krever at flere begreper knyttes sammen.	«de tar inn elektroner. Siden bare trenger ett elektron, så reager de lett med alkalimetallene»	Eleven viser en aktiv begrepsforståelse ved kunne knytte ulike begreper sammen i en meningsfull setning.

Rammeverkene bidrar til å kategorisere materialet i mer overordnet tema og svarer dermed til trinn tre i analyseprosessen.

Som et siste trinn i analysen ble eksempler som illustrer analyseresultatene valgt ut og beskrevet og presentert på en hensiktsmessig måte (Cohen, Manion, & Morrison, 2007).

3.4 Validitet og reliabilitet

Validitet

Begrepet *validitet* benyttes om studiens gyldighet/troverdighet. Dette dreier seg om hvorvidt studien gir svar på problemstillingen, samt hvordan forskeren har tolket og analysert datamaterialet (Postholm, Jacobsen, & Søbstad, 2018). I resultatkapittelet er det gitt rike beskrivelser knyttet til begrepene brukt i analysen, noe som synliggjør grunnlaget for tolkningene og analysene av datamaterialet og sammenhengen mellom dem. Ved å gi en slik oversiktlig presentasjon av resultatene, samt redegjøre for strategiene benyttet i utvelgelse av og analyse av datamaterialet minimaliseres risikoene for at studien preges av personlig bias. I tillegg har eksemplene fra videomaterialet blitt diskutert med veileder med den hensikt å redusere personlig bias ytterligere, noe som igjen øker studiens validitet (Postholm et al., 2018).

Denne studien er som nevnt en singel casestudie. Slike studier kjennetegnes ved at de har stor intern validitet, det vil si at resultatene fra studien vil være interessant kunnskap for analyseenheten, som i dette tilfellet vil være læreren og hennes klasse (Postholm et al., 2018). Videre vil det gjennom å være transparent når det gjelder presentasjon av metodene benyttet i analysen av data, og en god presentasjon av data, være rimelig å tro at resultatene fra studien vil være gyldig i en annen kontekst, og dermed ha en ekstern validitet (Postholm et al., 2018).

Begrepet reliabilitet er tett forbundet med begrepet validitet, og i følge (Cohen et al., 2007). studiens reliabilitet en forutsetning for dens validitet.

Reliabilitet

Et annet avgjørende aspekt for å si noe om studiens kvalitet er studiens *reliabilitet*. I forskningslitteraturen benyttes dette begrepet om en studies pålitelighet. I tradisjonell naturvitenskaplig forskning er reliabiliteten definert som forskningsresultatenes reproduserbarhet. Resultatene fra en kvalitativ studie vil derimot være svært vanskelig å reproducere. Dette fordi forskeren og forskningsdeltagerne stadig er i utvikling, i tillegg vil en

hver forsker bringer med seg sin egen subjektivitet inn i forskningsprosessen. I kvalitative studier knyttes derfor begrepet reliabilitet i stede til refleksjon over hvordan undersøkelsen og forskeren kan ha påvirket resultatet (Postholm et al., 2018). Dette fordrer at forskeren gjør forskningsprosessen mest mulig transparent for leseren, i tillegg til reflektere over egen påvirkning på prosessen (Postholm et al., 2018). For styrke denne studiens reliabilitet er derfor beskrivelser av metodene brukt til datainnsamling, beskrivelse av studiens kontekst, samt hvordan analysen er gjennomført i redegjort for i oppgaven. Dette gir dermed leseren mulighet til å vurdere og reflektere over påliteligheten til studien.

3.5 Etiske betraktninger

Denne studien er utført i samarbeid med LISSI-prosjektet (ved prosjektleder Marianne Ødegård). Datamaterialet er innhentet i regi av prosjektet, og inngår følgelig i prosjektets godkjenning fra NSD (Norsk samfunnsvitenskapelige datatjeneste AS). Tilgang til datamaterialet ble gitt ved å undertegne en erklæring for deltagelse i prosjektet, hvor det en forpliktes til å følge personopplysningslovens retningslinjer ved all registrering, lagring og bruk av innsamlede datamateriale. Godkjenning fra NSD finnes som vedlegg A.

I denne studien er det benyttet videoopptak som gjør det mulig å identifisere deltagerne, det vil si elevene og læreren. En rekke etiske hensynene må derfor ivaretas for å imøte gå prinsippet om at forskning ikke skal ha uheldige konsekvenser for prosjektets deltagere (kilde). Christoffersen og Johannesen (2012) sammenfatter disse hensynene i tre punkter: 1) *informantenes rett til selvbestemmelse og autonomi*, 2) *forskerens plikt til å respektere informantenes privatliv*, og 3) *forskernes ansvar for å unngå skade*. Det siste punktet regnes ikke som relevant for denne oppgaven.

Det første punktet handler om hvordan informantene har rett til selv å bestemme om de ønsker å delta i prosjektet. Dette krever at deltagere er informert om forskningsarbeidet, slik at de kan gi et frivillig informert samtykke til å delta. I tillegg innebærer et frivillig informert samtykke at samtykket er avgitt uten ytre press (Christoffersen & Johannesen, 2012; Postholm, 2005). For deltagere under 15 år, er det foresatte som samtykker på vegne av barnet (Christoffersen & Johannesen, 2012). Ved å benytte samtykkeskjema, har både elevene og deres foresatte samtykket til å frivillig delta, i tillegg til å ha mulighet til å trekke sitt samtykke, uten begrunnelse. I tillegg har læreren formidlet invitasjonen om deltagelse i prosjektet til sine elever, og på den måte gitt elevene en reell mulighet til å si sin mening (Ødegård et al., 2020)

Det andre punktet omhandler i følge Christoffersen og Johannesen (2012) ansvaret for å verne om deltagerne personvern. I følge forvaltningsloven er all informasjon som kan tilbakeføres til enkeltpersoner, taushetsbelagt (Christoffersen & Johannessen, 2012). All videomateriell har derfor blitt oppbevart nedlåst, og kun delt og diskutert med veiledere som er deltagere i prosjektet. I presentasjon av data i oppgaven er det, for å sikre læreren og elvenes anonymitet, brukt pseudonymer i stedet for faktiske navn.

I denne studien har det vært rettet oppmerksomhet mot at situasjonen skulle framstilles korrekt og presis. Det har ikke vært en hensikt å kritisere læren som studeres, men snarere å få en forståelse for praksisen hennes.

4 Resultater

I dette kapittelet framstilles resultatene fra analysen. De tre undervisningstimene vil bli presentert i hvert sitt delkapittel. For hver time presenteres et kort innhold av timen. Deretter presenteres eksempler fra undervisningssituasjoner (med beskrivelse og analyse) som illustrerer hvordan læreren legger opp til forståelse av ulike kjemibegreper. Til sist (kapitel 4.1) oppsummeres resultatene med en oversikt over begrepsbruk og koblingsstrategier.

Time 1

Tabell 8. Tidslinje for time 1

Sekvens	1	2	3	4
Tidsintervall	01:00 - 25:00	25:00 - 35:00	35:00 - 44:00	44:00 - 52:00
Tema	Periodesystemet	Kjemisk reaksjon vs. fysisk forandring	Kjemisk forbindelse	Kjemisk reaksjon vs. fysisk forandring
Aktivitet	Begrepsark	Gruppediskusjon og helklassesamtale	Helklassesamtale	Gruppediskusjon og helklassesamtale

I løpet av denne timen var læreren innom flere kjemibegreper (se tabell 8). Timen startet med en repetisjon av begrepene atomnummer, hovedgruppe 1 og gruppenavnet, alkalimetaller, hovedgruppe 7 og gruppenavnet halogener, samt hovedgruppe 8 og gruppenavnet edelgasser (sekvens 1). Elevene fikk utdelt et begrepsark, med blant annet disse begrepene, som de skulle fylle ut. Det foregikk gruppesamtaler hvor elevene skulle diskutere typiske egenskaper for grunnstoffene i de forskjellige gruppene. Deretter foregikk en helklassesamtale om grunnstoffene i hovedgruppe 1 og 7. Timen gikk så over til å omhandle kjemiske reaksjoner, og det foregikk en gruppe- og helklassesamtale om eksempler på kjemiske reaksjoner kjent fra elevens hverdag (sekvens 2). Sekvensen inneholdt hovedsakelig samtaler mellom elever der de i første omgang skulle diskutere i grupper og komme med et eksempel på en kjemisk reaksjon de kjenner til fra hverdagen. Læreren gikk rundt til hver gruppe og hørte hvilke eksempler de hadde kommet fram til. Deretter skulle de diskutere og ta stilling til et eksempel som kom fra en av gruppene, dvs. om en klut som henger til tørk kan være et eksempel på en kjemisk reaksjon. Videre skulle de argumentere for hvorfor det ikke er en kjemisk reaksjon. Diskusjonen om kjemisk reaksjon gikk så over i en diskusjon om molekyler, grunnstoffer og kjemiske forbindelser (sekvens 3). Avslutningsvis inneholdt timen en oppgavesekvens hvor elevene skulle avgjøre om situasjoner

som læreren leste opp, kunne beskrives som en kjemisk reaksjon eller fysiske forandring (sekvens 4).

Eksempel 1. Arbeid med begrepsark om periodesystemet (fra sekvens 1)

Dette eksemplet er fra sekvens 1 i time 1, altså hvor det foregår en dialog omkring et begrepsark elevene skal fylle ut med begrepenes definisjoner. Eksempelet innebærer arbeid i form av en språkfokusert oppgave, og derfor interessant i forbindelse med begrepsutvikling.

Beskrivelse:

Et av begrepene på begrepsarket er hovedgruppe 1. Elevene blir bedt om å komme med eksempler på grunnstoffer fra denne gruppen. Heretter følger en dialog mellom lærer og klassen, hvor læreren stiller spørsmål om alkalimetallenes felles egenskaper, skallmodellen og reaktivitet, og hvor elevene rekker opp hånda for å besvare spørsmålene.

- 1) L: vi ser på alkalimetall, og alle dere nevnte er eksempler på alkalimetaller. Felles for disse er at de har ett elektron i det ytterste skallet, og hvis vi tenker på återegelen. Hva gjør disse grunnstoffene da, vil de ta opp for å fylle skallene sine, eller sparke de bort. Hva tror du? De er litt lik meg, de er litt late.
- 2) E: sparke de bort.
- 3) L: ja, de avgir det ene elektronet.

Senere diskuteres hovedgruppen halogenene. Lærer ber elevene finne eksempler på grunnstoffer fra gruppe 17, hovedgruppe 7.

- 1) E: klor
- 2) L: vi har klor ... hvor har du opplevd lukta av klor?
- 3) E: I bassenget.
- 4) Klor blir brukt til å beskytte oss litt mot bakteriene, så det skal bli bedre og være mange i samme vann.
- 5) L: kjenner dere noe til brom, jod og fluor? Det er ikke noen av dere som har litt kontakt med fluor?
- 6) L: hvor møter du på fluor?
- 7) E: når jeg pusser tennene.

- 8) L: de er faktisk giftig, men når vi tar så lite av dem, så beskytter de oss både i fluor og i svømmehallen, men alle disse stoffene regnes som giftige i en viss mengde. De heter halogener. De er hovedgruppe 7, altså gruppe 17. hvorfor sier jeg hovedgruppe 7? det skal være en liten hjelp for dere.
- 9) E: er det ikke fordi det er 7 elektroner i ytterste skall
- 10) L: møter du på disse halogenene i ren form, så er de giftige. Vi kan tilsette det i vann, også får vi det der som gass, derfor kjenner du det litt på lukta.
- 11) L: hvordan reagerer de [halogenene]?
- 12) E: at de tar inn elektroner. Siden de bare trenger ett elektron, så reager de lett med alkalimetallene.

Analyse:

I dette eksemplet er det flere tilfeller hvor læreren støtter elevene i å se sammenhengen mellom grunnstoffenes plassering i periodesystemet og hvordan og hvorfor de reagerer, forklart ut i fra Bohrs atommodell og åtteregelen (koble begreper sammen). Gjennom en dialogisk tilnærming hjelper hun elevene mot en aktiv begrepsforståelse ved å gjøre periodesystemet logisk meningsfullt, som følge av at de skjønner periodesystemets oppbygning. For eksempel når læreren i sitat 1 kobler plassering i periodesystemet til oktettregelen. I sitat 8 støtter elevene i å reflektere over hvilken informasjon vi kan hente ut fra hovedgruppenummeret, altså plassering i periodesystemet.

Eksemplet viser også at læreren prøve å knytte kjemifaglige begreper til hverdagslige fenomener (koble vitenskapelige forklaringer til fenomener i den virkelige verden). Læreren forsøker å knytte noen grunnstoffer til elevenes erfaringer på makronivå. For eksempel når en elev trekker fram klor som et eksempel på et halogen, knytter læreren dette opp mot elevenes erfaringer av klorlukt i bassenget. Videre trekker hun fram fluor og spør elevene hvor de har erfart fluor, hvorpå en elev svarer at hun forbinder fluor med tannpuss.

Elevene viser aktiv begrepsforståelse ved at de viser forståelse av sammenhengen av ulike begreper og evner og bruke disse i en setning. Elevene bruker generelt korrekte fagbegrep i riktig kontekst. Utgangspunktet for segmentet er at elevene skal kunne definisjonene på ulike begreper (passiv bruk), men samtidig innebærer definisjonene av disse kjemiske begreper at elevene ser ulike begreper i et nettverk, noe som i følge rammeverket til Haug og Ødegård

(2016) indikerer en aktiv begrepsforståelse. I sitat 12 viser eleven en forståelse av hvordan begrepene alkalimetaller og halogenerer henger sammen med henholdsvis ett og syv valenselektroner og hvordan dette igjen henger sammen med oktettregelen. Eleven viser altså en aktiv begrepsforståelse ved at han har forstått hvordan ulike begreper er relatert til hverandre (nettverk av begreper) og samtidig evner å bruke korrekte begreper i riktig kontekst.

I dette eksemplet er det altså blitt identifisert følgende koblingsstrategier:

- Kobling mellom begreper
- Kobling av vitenskapelige forklaringer til fenomener i den virkelige verden

I eksempelet er det vist hvordan enkelte elever viser en aktiv begrepsforståelse ved å gjøre koblingene som læreren legger opp til, og følgelig evner å bruke knytte sammen ulike begreper i en setning som gir mening.

Eksempel 2. Situasjonen med kluten (fra sekvens 2)

Dette eksemplet er fra time 1, sekvens 2. Det foregår en veksling mellom gruppesamtaler og helklassesamtale om eksempler på kjemisk reaksjoner og faseoverganger elevene har erfaring med fra sin hverdag. Eksempelet viser hvordan læreren ved å legge opp til gruppediskusjoner, og ved å oppfordre til argumentasjon, støtter elevene i å gjøre en kobling mellom hverdagsfenomen og vitenskapelig forklaring, både på makronivå og mikronivå.

Beskrivelse:

Etter repetisjonen av begrepene, går timen over i en undervisningssekvens som omhandler kjemiske reaksjoner. Læreren starter denne sekvensen med å be elevene gjøre følgende:

- 1) L: Snakk med den som sitter ved siden av deg om hva det jeg gjorde på tavle forrige gang var og betydde innenfor kjemisk reaksjon. Kom også med et eksempel på en kjemisk reaksjon du kjenner til og hent den fra hverdagen din.

Læreren oppsøker de ulike gruppediskusjonene. Det kommer så fram i en av gruppediskusjonene at en av elevene har en misoppfatning knyttet til kjemisk reaksjon. Elevene gir følgende eksempel på en kjemisk reaksjon:

- 2) Mari: En klut som henger til tork
- 3) Lærer: hva er det som skjer når en våt klut henger til tork?
- 4) Mari: vannet fordamper.
- 5) Lærer: husker dere vi hadde om fasetilstander? Høre med han Erik om han husker noe.
- 6) Lærer: (sier noe til Erik) Husker du hvilket ord Mari kan bruke når hun snakker om når det fordamper? Vi lekte den.
- 7) Mari: kondensering.
- 8) Lærer: ja, kondensering var et ord vi hadde i forbindelse med det, og vi hadde et rollespill hvor det var noen elever som var de her partiklene, og hva var det en illustrasjon på, Mari?
- 9) Mari: Jeg var en partikkel.
- 10) Lærer: Du var en partikkel ja. Ble du noe annerledes i løpet av det rollespillet, eller var du deg hele tiden?
- 11) Mari: ja, først var jeg fast form og da var jeg stille, så ble jeg væske og da ble jeg litt flytende, så ble jeg gass, og da var jeg litt «everywhere».
- 12) Lærer: ja, men du var Mari hele tiden, du ble jo ikke Live og Milla?
- 13) Mari: nei
- 14) Lærer: Så er du da en kjemisk reaksjon når du fikk større fart og ble gass?
- 15) Lærer: Så hva er da den kluten som henger til tork?
- 16) Mari: midlertidig forandring
- 17)

Etter å ha fått tillatelse fra eleven, løfter læreren elevsvaret til en helklassediskusjon:

- 18) Lærer: Mari kom med et eksempel på en kjemisk reaksjon. Hun sier: «Jeg henger opp kluten til tork, også blir den tørr». Da endrer den seg jo. Snakk om det i gruppa. Hva sa Erik og Kari sa til Mari, når hun sa at det har skjedd en kjemisk reaksjon da hun hang kluten ut til trøk.
- 19) Olav: Vi snakka om partikkelmodellen og at det er midlertidig forandring. Det er ikke en kjemisk reaksjon.
- 20) Lærer: hva er det som skjer med vannet i kluten?
- 21) Heidi: Vi mener det er en kjemisk reaksjon fordi vannet fordamper til gass.
- 22) Lærer: så dere er enig med Mari?
- 23) Heidi: Ja
- 24) Lærer: Er det noe, Mari, du har lyst til å si til Heidi og Kjersti nå?

25) Mari: At det ikke er en kjemisk reaksjon.

26) Lærer: Mari har endret mening dere. Det var jo interressent. Hvorfor har Mari endret mening dere? Snakk med den som sitter ved siden av deg og se om dere sammen klarer og bruke fagbegrep fra timen vi hadde forrige gang og har hatt og kan forklare hvorfor Mari har endra mening.

Segmentet avsluttes med en oppsummering om hvorfor eksempelet med klut ikke er en kjemisk reaksjon:

27) Lærer: hva er det Mari kom til å tenke på når hun endra mening i forbindelse med kjemisk reaksjon?

28) Julie: det har bare skifta form, så det har gått over i gassform da det fordampa.

29) Lærer: Ja, et stoff kan være i tre ulike tilstander. Det heter aggregattilstand. Det er samme partikkel hele tiden. Mari kom jo på at hun var jo Mari hele tiden. Selv om hun ble rampe-Mari da hun ble gass, så var hun jo Mari hele tiden.

Analyse:

I sitat 1 henviser læreren til fagstoff gjennomgått i forrige time. Læreren ber elevene snakke sammen i grupper om hva det som ble gjort på tavla forrige time betydde innenfor kjemisk reaksjon. Scott et al (2011) betegner det å henvise til forrige undervisningstime som å *fremme kontinuitet* på meso-nivå. På denne måten aktiverer hun elevenes forkunnskaper, noe som er forutsetning for at elevene ser sammenhengen i undervisningsforløpet. Det blir imidlertid ikke løftet fram i en helklassesamtale hva hun refererer til, og dermed gjør hun overgangen noe mer uklar enn om hun eksplisitt hadde sagt hva hun refererer til. Ved at hun ber elevene komme med et eksempel fra sin hverdag ber hun elevene koble begrepet *kjemisk reaksjon* opp mot personlige erfaringer, dvs. hun prøver å knytte kjemifaglige begreper til hverdagslige fenomener, noe som svarer til *koblingsstrategien å koble vitenskapelige forklaringer til fenomener i den virkelige verden*. Ettersom hun ber elevene diskutere i grupper, gir hun også elevene anledning til å demonstrere sin forståelse for dette konseptet.

Diskusjonen mellom Mari og læreren (sitat 2-16) viser at læreren responderer på en måte som legger til rette for at elevene selv resonnerer og tester sin forståelse. Læreren fortsetter med å stille spørsmål i stedet for å si at svaret er feil eller komme med korrekt svar. I sin respons

henviser hun til modeller og tidligere rollespill av partikkelmodellen for å støtte elevene i sin utvidelse av forståelse. Dette eksemplifiserer hvordan læreren ved å bruke elevenes innspill og henviser til tidligere undervisning, legger til rette for at elevene bygger ut sin begrepsforståelse.

I tillegg viser dette et eksempel på at læreren legger opp til *kobling mellom forklaringer på makro- og mikronivå*. Ved å henviser til et skuespill de har hatt om partikkelmodellen, støtter læreren elevene i å se sammenheng mellom hvordan en klut som tørker, kan forklares ved hjelp av begrepet fordamping, og videre hvordan dette foregår på partikkelnivå. I sitat 10 sier læreren «Du var en partikkel ja. Ble du noe annerledes i løpet av rollespillet, eller var du deg hele tiden?». Læreren kommer på denne måten inn på essensielle karakteristika som skiller fysisk og kjemisk forandring på mikronivå, nemlig at molekylene ikke endrer seg i en faseovergang.

Læreren lar elevene argumentere seg i mellom i klassen i stedet for å gi det riktige svar, og oppfordrer elevene til å bruke fagbegreper i argumentasjonen sin. Hun stiller veiledende spørsmål som bygger videre på elevens utsagn for å fremme elevenes forståelse, samtidig som det gir informasjon om elevens tenkning. Læreren følger opp elevens svar med spørsmål som utfordrer eleven til å vise dypere forståelse. I denne situasjonen støtter læreren elevene i å gjøre koblinger, slik at de blir i stand til å bruke korrekte fagbegreper i riktig kontekst.

I dette eksemplet er det blitt identifisert følgende koblingsstrategier:

- Fremmer kontinuitet på meso-nivå
- Kobling av vitenskapelige forklaringer til fenomener i den virkelige verden
- Kobling mellom det makroskopiske og det mikroskopiske forklaringsnivå

I eksemplet er det vist hvordan enkelte elever viser en aktiv begrepsforståelse ved å gjøre koblingene som læreren legger opp til, og følgelig evner å bruke riktig begrep i riktig kontekst.

Eksempel 3. «er det en kjemisk reaksjon?» (fra sekvens 4)

Dette eksemplet er fra time 1, sekvens 4 hvor elevene skal avgjøre om en rekke situasjoner beskriver en kjemisk reaksjon eller en faseovergang. Eksemplet viser hvordan læreren ber en elev argumentere for hvorfor et eksempel beskriver begrepet kjemisk reaksjon og dermed

synliggjør om eleven er i stand til å trekke ut det som anses som essensielle egenskaper ved begrepet.

Beskrivelse:

Her dreier det seg om en muntlig aktivitet i grupper om forståelsen av begrepene kjemisk reaksjon og faseoverganger. Elevene skal avgjøre om situasjoner som læreren leser opp, er kjemiske reaksjoner eller faseoverganger. Det foregår på den måten at læreren leser opp en situasjon som kan beskrives som enten en kjemisk reaksjon eller en faseovergang, og elevene diskutere så i grupper i ca. 30 sekunder før de må avgi et svar ved å rekke opp to hender i været om de mener eksempelet er kjemisk reaksjon, og én hånd om de mener det er en faseovergang. Læreren leser blant opp følgende «trærne suger til seg vann og lager sukker ved hjelp av fotosyntese». Alle gruppene rekker så opp to hender. Læreren ber en av gruppene begrunne hvorfor de mener det er en kjemisk reaksjon.

- 1) Elev: fordi du har sagt at det er den viktigste kjemiske reaksjonen vi må kunne.
- 2) Lærer: argumentet til navn kan jo ikke være at det er fordi jeg har sagt det. Jeg sier jo mye rart. Hun sier at det er kjemisk reaksjon fordi ... gjenta ...
- 3) Elev: det blir jo laga oksygen og da det blitt danna et stoff du ikke starta med og da må det ha skjedd en kjemisk reaksjon.
- 4) Lærer: ja, hva var produktet vi hadde i fotosyntesen?
- 5) Elev: sukker og oksygen.
- 6) Lærer: Derfor er den jo så viktig. Vi trenger mat og oksygen. Hva er reaktantene i denne reaksjonen, altså det som reagerer?
- 7) Elev: CO_2 og H_2O
- 8) Lærer: CO_2 og H_2O sier hen. Så da har vi noen stoffer og får noen andre. Da er vi trygg på at det er kjemisk reaksjon.

Analyse:

Eksempelet viser hvordan læreren knytter kjemisk reaksjon til andre fagområder (biologi), som fotosyntese (kobling mellom begreper). Hun trekker også inn begreper som reaktant og produkt (sitat 4 og 6). I sitat 1 begrunner en elev svaret sitt om at fotosyntesen er den viktigste kjemiske reaksjonen de må kunne. Det kan dermed tyde på at fotosyntese er noe de har lært om tidligere.

Følgelig skapes det kontinuitet ved at dette eksempelet indirekte knyttes til tidligere undervisning (fremme kontinuitet -makro).

Gjennom denne øvelsen må elevene ta et aktivt valg ved å rekke opp enten én hånd eller to hender. Læreren legger med dette opp til at elevene både får testet og demonstrert sin forståelse av kjemiske reaksjon, altså kjemiske forandringer, og faseoverganger, altså fysiske forandringer, og synliggjør samtidig skillene mellom disse begrepene. Med denne øvelsen legger læreren videre opp til at elevene må kunne anvende riktig begrep i riktig kontekst, og følgelig en aktiv begrepsforståelse. Ved å be om begrunnelse for valget, gir læreren videre elevene anledning til å anvende begrepene, og demonstrere sin forståelse. I dette eksemplet ber læreren elevene utdype svaret sitt og følgelig vise en dypere forståelse. Læreren trekker også inn begrepene reaktant og produkt hvor eleven viser forståelse av disse.

I dette eksemplet er det altså blitt identifisert følgende koblingsstrategier:

- Kobling mellom begreper
- Fremmer kontinuitet på makro-nivå.

I eksempelet er det vist hvordan enkelte elever viser en aktiv begrepsforståelse ved å gjøre koblingene som læreren legger opp til, og følgelig evner å bruke riktig begrep i riktig kontekst.

Time 2

Tabell 9. Tidslinje for time 2.

Sekvens	1	2	3	4	5	6
Tidsintervall	02:00 - 09:00	09:00 - 13:30	13:30 - 24:00	24:00 - 26:30	26:30 - 34:00	34:00 - 44:00
Tema	Kjemisk forbindelse	Ioner	Demo-forsøk	Kjemisk binding og kjemisk reaksjon	Kjemisk vs. fysisk forandring	Periode-systemet
Aktivitet	Helklasse-samtale	Gruppe- og helklasse-samtale	Helklasse-samtale	Tavle-sekvens	Gruppe- og helklasse-samtale	Bingo som gruppe-oppgave

I denne time var elever både fra 8., 9. og 10.klasse tilstede. Elevene ble fordelt så de dannet grupper bestående av elever fra alle alderstrinn. Ut i fra tabell 9, kan man se at timen inneholdt

en stor variasjon av temaer og aktiviteter, og at det ble brukt liten tid på hver av dem. Timen handlet til å begynne med om begrepene kjemisk forbindelse og ioner (sekvens 1). Læreren bad elevene om å diskutere i grupper om O_2 er en kjemisk forbindelse. Til dette gav hun elevene 1,5 minutter. Senere bad hun elevene i 9. og 10. forklare 8. klasseelevne hva ioner er (sekvens 2). Til dette fikk de 2 minutter. Deretter fulgte et demonstrasjonsforsøk med etterfølgende diskusjon (sekvens 3). Det fremkom at det under forsøket ble produsert CO_2 . Læreren understreket viktigheten av å kjenne til dette molekylet og dets sammenheng med fotosyntesen og celleånding. Videre fulgte en tavlesekvans om kjemiske bindinger og kjemisk reaksjon, hvor læreren skrev opp en generell reaksjonslikning med bokstaver, det vil si $A + B \rightarrow C + D$, og gjør et poeng ut av at en kjemisk reaksjon innebærer at det dannes nye stoffer ut i fra utgangsstoffene (sekvens 4). I denne sekvensen nevnte hun også at dette krever at bindinger brytes og nye dannes.

Så fulgte en sekvens som omhandlet kjemisk reaksjoner og fysisk forandring, hvor læreren leste opp noen situasjoner som elevene skulle avgjøre om var en kjemisk reaksjon eller ikke (sekvens 5). Læreren leste opp et eksempel på en situasjon. Deretter fikk elevene 30 sekunder på å bli enig med sidemannen om eksemplet beskrev en kjemisk reaksjon eller ikke. Etter at de 30 sekundene var gått, måtte elevene rekke opp en eller to hender, dersom de var enig eller uenig i påstanden om at eksemplet beskrev en kjemisk reaksjon. Læreren pekte så ut noen til å svare, og disse ble så bedt om å argumentere for svaret sitt.

Til sist la læreren opp til en bingo med periodesystemet, som gikk ut på at læreren leste opp utsagn som passet til et bestemt grunnstoff. Elevgruppene måtte så komme fram til hvilket grunnstoff som passet til beskrivelsen læreren leste opp, og som de deretter krysset av for på et bingo Brett bestående av de 20 første grunnstoffene (sekvens 6).

Eksempel 1. Demonstrasjonsforsøk og binding (fra sekvens 3 og 4)

Dette eksemplet er hentet fra time 2, 3. sekvens. Som det beskrives nedenfor, omhandler denne sekvensen kjemiske reaksjon knyttet opp mot et demonstrasjonsforsøk med bakepulver og eddik. Eksemplet viser hvordan læreren legger opp til at elevene kan få assosiasjoner til begrepet kjemisk reaksjon ved at hun utfører et demonstrasjonsforsøk, og videre hvordan hun kobler forsøket til makroskopiske forklaringer på en kjemisk reaksjon.

Beskrivelse:

Læreren har utført et demonstrasjonsforsøk som ikke er vist på videoen. Etter gjennomføring av forsøket henvender læreren seg til klassen, hvor hun ber elevene sette ord på hva de nettopp har observert. En av elevene svarer at han har sett en kjemisk reaksjon. Læreren spør klassen hvorfor de så en kjemisk reaksjon, og stiller spørsmålet «så du noen nye stoffer?». Noen av elevene nikker bekreftende på dette spørsmålet. Læreren ber så elevene snakke sammen i grupper og begrunne hvorfor de har sett en kjemisk reaksjon ved å be dem svare på følgende spørsmål: «*hvordan kan de nye stoffene være, hva mener du er de nye stoffene, hvorfor sier du det er nye stoffer?*».

- 1) E: det begynte å boble.
- 2) L: hva er tegn på når noe begynner å boble?
- 3) E: det har skjedd en forandring.
- 4) L: det har skjedd en forandring, men hva er det boblene skyldes?
- 5) E2: Det har blitt dannet en gass.
- 6) L: ja, det har blitt dannet en gass sier Mari.

Læreren avslører for elevene at reaktantene som inngikk i reaksjonen var bakepulver og eddik. Hun spør så klassen:

- 7) L: Vi har jo fått dannet en gass. Hvilken gass tror dere det har blitt dannet når dere vet hva jeg har [henviser til bakepulver og eddik]?

En av elevene svarer CO₂, og forteller at hun kom fram til dette ved å lese om det i læreboka. Læreren spør så elevene hva den kjemiske formelen for CO₂ er. Læreren ber elevene snakke sammen i grupper om hvilke andre kjemiske reaksjoner de kjenner til, eller andre områder av faget hvor CO₂-molekylet inngår. I den påfølgende helklassesamtalen kommer det flere innspill fra elevene, hvor både fotosyntese og celleånding nevnes. I tillegg nevnes globaloppvarming.

Etter å ha snakket litt om kjemiske bindinger, skriver læreren opp en generell kjemisk likning bestående av bokstaver, $A+B \rightarrow C+D$.

- 8) L: Kan dere huske å ha sett denne her, at jeg brukte disse bokstavene. Gir de litt mer mening nå? For her har jeg reaktantene [peker på bokstavene A og B], jeg hadde eddik og bakepulver, også fikk jeg noe annet [peker på C og D]. Da vet vi at det har skjedd

en kjemisk reaksjon for vi har brutt noen bindinger, og dannet nye, det viser jeg med nye bokstaver.

- 9) L: ... dere [i 10.klasse] skal kunne balansere reaksjonslikninger og sjekke antall atomer på hver side. Det er jo det samme som energiloven. Vi kan jo aldri plutselig få noen nye [atomer], de bare bytter litt plass fordi bindingene brytes og dannes.

Analyse:

I dette eksemplet har læreren utført et demonstrasjonsforsøk. Hun ber så elevene argumentere for om det de observerte var en kjemisk reaksjon og i så fall hvorfor. Med dette legger læreren opp til at elevene skal koble begrepet kjemisk reaksjon til makroskopiske begreper. Elevene viser evne til å kunne koble observasjonen *brusing/bobling* til *gassdannelse*, dvs. at en kjemisk reaksjon har funnet sted, og følgelig ikke en faseovergang. Læreren legger dermed opp til at elevene gjør en kobling mellom endringene på det makroskopiske nivået og begrepet kjemisk reaksjon.

Ved sitat 7 spør læreren elevene om noe de ikke har forutsetning for at kunne svare på, med mindre de er godt kjent med denne reaksjonen fra tidligere. Det er således et forsøk på å koble makro- med mikronivå. Det at læreren så spør hva den kjemiske formelen for karbondioksid er, viser at hun legger opp til en kobling mellom makronivå og representasjonsnivå og dermed en *kobling mellom representasjonsformer*. Læreren skriver opp en forenklet reaksjonslikning for å forklare prinsippene i kjemisk reaksjon. Hun henviser til at hun har benyttet den samme reaksjonslikningen i tidligere undervisning. En slik ligning blir imidlertid en smule overfladisk ved at den ikke knyttes direkte til reaksjonen fra demonstrasjonsforsøket ettersom hun ikke benytter de kjemiske formlene for stoffene i likningen, men lar bokstavene representere de ulike stoffene. Som Taber (2013) skriver, vil en reaksjonslikning både beskrive reaksjonen på mikronivå, men også på makronivå. Selv om det ikke er forventet at elevene skal kunne skrive en slik likning, ville koblingen mellom mikro- og makronivå et blitt tydelige dersom læreren i stedet for bokstaver hadde skrevet «bakepulver + eddik → karbondioksid og vann, eller $\text{NaHCO}_3 + \text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CH}_3\text{COONa}$. Denne reaksjonslikningen ville også ha illustrert koblingen hun gjør til energiloven (se sitat 9) ettersom elevene ville kunne se at de samme atomene forekommer i samme antall på begge sider av reaksjonspilen.

I dette eksemplet er det altså blitt identifisert følgende koblingsstrategi to ganger:

- Kobling mellom representasjonsformer
- Kobling mellom begreper
- Fremmer kontinuitet på meso-nivå

I eksempelet er det vist hvordan elevene ikke gjør koblingen mellom forklaringen mikronivå og makronivå som læreren legger opp til. Elever viser imidlertid en aktiv begrepsforståelse når det gjelder å koble begreper som beskriver en reaksjon på makronivå, dvs. gassdannelse, til observasjonen de har gjort i forbindelse med forsøket, dvs. det bruser og bobler.

Time 3

Tabell 10. Tidslinje for time 3.

Sekvens	1	2	3	4	5	6
Tidsintervall	00:00 - 12:00	12:00 - 26:30	26:30 - 32:00	32:00 - 35:00	35:00 - 46:30	46:00 - 50:00
Tema	Kjemisk reaksjon	Kjemisk reaksjon	Kjemisk reaksjon	Kjemisk reaksjon	Bindinger i molekyler	Kjemisk reaksjon
Aktivitet	Gruppe- og helklasse-samtale	Lab-øvelse	Oppsummering av øvelse	Gruppe-diskusjon	Molekyl-byggesett	Oppsummering av timen

I denne timen var elever fra 8. og 9.klasse samlet i et skolelaboratorium for å gjøre et “poseforsøk” kalt «varm gul gass». Som man kan se av tabell 10 var temaet i denne timen kjemiske reaksjoner, og elevene skulle utføre en kjemisk reaksjon og øve på å observere og notere observasjonene. Elevene fikk utdelt et ark hvor de skulle notere deres observasjoner (sekvens 1). Det ble gjennomgått hva som skulle skje og hvilke kjemikalier som skulle brukes. Læreren presenterte BTB/indikator, kalsiumklorid og natriumhydrogenkarbonat ved å fortelle hvordan de ser ut (blå veske og hvite pulver). Elevene ble satt til å diskutere hva som kjennetegner en kjemisk reaksjon mens læreren hentet vernebriller. Mens elevene utførte eksperimentet, gikk læreren rundt og gav prosessuelle tilbakemeldinger som gikk på HMS og på hvordan elevene skulle følge oppskriften og huske å notere (sekvens 2). Etter forsøket fulgte en helklassesamtale hvor elevene oppsummerte sine observasjoner i plenum. I denne samtalen kommer det fram at elevene har observert flere kjennetegn på en kjemisk reaksjon, som blant

annet fargeendring og gassdannelse (sekvens 3). Så følger en gruppe diskusjon hvor læreren ønsker at elevene skal diskutere hvilken gass som har blitt dannet (sekvens 4). Etter denne diskusjonen får elevene utdelt et molekylbyggesett. I denne sekvens knyttes antall hull i «kulene» i molekylbyggesettet til antall ledige plasser i de ulike atomenes «ytterste skall». Elevene blir så bedt om å bygge H₂O- og CO₂-molekylet (sekvens 5). I den siste sekvensen oppsummeres timen (sekvens 6).

Eksempel 1 – før forsøk (fra sekvens 1)

Dette eksemplet er hentet fra den 1. sekvensen i time 3, og omhandler oppstarten på timen hvor læreren presenterer forsøket elevene skal gjøre. Dette eksemplet illustrer hvordan læreren aktiverer elevenes forkunnskaper, slik at elevene kan koble forsøket som utføres til deres tidligere kunnskaper om kjemisk reaksjon.

Beskrivelse:

Elevene har tidligere hatt noe om kjemisk reaksjon. Før forsøket ber læreren elevene aktivere sine forkunnskaper gjennom en gruppediskusjon som så blir videreført til en helklassesamtale. «Når vi har en kjemisk reaksjon, kan vi si noe med ord om hva det er? Kan dere fortelle noe i gruppa om kjemisk reaksjon.» Videre sier hun «Hensikten i dag er nemlig å observere kjennetegn på en kjemisk reaksjon og da må dere vite hva en kjemisk reaksjon er. Bli litt enig i gruppa om hva det er, så dere lettere kan observere.»

I en helklassesamtale svarer elevene kort på spørsmålet om hva en kjemisk reaksjon er. Læreren responderer på svarene ved å stille utdypende spørsmål, og det kommer fram at elevene også vet at i en kjemisk reaksjon blir bindinger brutt og dannet, og utgangsstoffene heter reaktanter og de stoffer som dannes heter produkter. Læreren spør også elevene om hvordan energiloven henger sammen med beskrivelsen av en kjemisk reaksjon, og én elev svarer «atomer kan ikke oppstå, så det må være like mange på den ene sida som på den andre».

I likhet med tidligere eksempler bruker læreren en strategi hvor hun først får elevene til å snakke med medelever i mindre grupper, og deretter tilrettelegger for deltagelse i en helklassesamtale hvor hun veileder elevene til en forståelse gjennom å stille oppfølgingsspørsmål som bygger på elevenes svar.

Analyse:

Læreren legger opp til at elevene skal koble den reaksjonen de skal utføre, til det de tidligere vet om kjennetegn på kjemisk reaksjon, for at de skal være forberedt på hva de kan forvente å se, med andre ord hva de skal kikke etter. Ved å hen vise til tidligere undervisning og la elevene demonstrere sin forståelse av kjemisk reaksjon, fremmer læreren kontinuitet.

Helklassesamtalen, hvor gruppenes svar oppsummeres, bærer preg av lukkede spørsmål fra læreren som elevene svarer kort på. Følgelig er det vanskelig knytte elevenes svar til rammeverket for begrepsforståelse.

I dette eksemplet er det altså identifisert følgende koblingsstrategi:

- Fremmer kontinuitet på meso-nivå

I eksempelet er det vist hvordan enkelte elever viser en aktiv begrepsforståelse ved å gjøre koblingene som læreren legger opp til, og følgelig evner å bruke riktig begrep i riktig kontekst, samt koblingen mellom ulike begrep.

Eksempel 2 -etter forsøk (fra sekvens 3)

Dette eksemplet er fra sekvens 3 i time 3. Elevene har akkurat utført et forsøk, og nå følger oppsummering av dette i en helklassesamtale. I dette eksemplet illustreres hvordan elevene klarer å koble sine observasjoner til begrepet kjemisk reaksjon, samt hvor utfordrende det kan være å koble makronivå til mikronivået i forklaringer på en kjemisk reaksjon.

Beskrivelse:

Etter forsøket foregår det en oppsummering av elevens observasjoner i en helklassesamtale. Det er flere elever som deltar i denne samtalen. Elevene har gjennom øvelsen erfart hvordan blanding av to stoffer førte til en rekke forandringer som kjennetegner en kjemisk reaksjon. Av observasjoner elev har gjort seg, nevner de fargeendring, tilstandsending, varmeutvikling, samt gassdannelse. Elevene svarer dermed på hensikten med forsøket, som var nettopp å observere den kjemiske reaksjonen på makronivå. Endringene med stoffene skjer imidlertid på mikronivå, og kan beskrives gjennom den kjemiske reaksjonslikningen. Ettersom dette ikke er en del av formålet med øvelsen, skriver heller ikke læreren opp noen reaksjonslikning. Læreren legger likevel opp til en diskusjon om reaksjonen på mikronivå og representasjonsnivået ved å stille

følgende spørsmål «*hvilken gass tror dere det har blitt dannet? Hvis vi ser på stoffene [peker på formlene til reaktantene]*»

Det følger ingen respons fra klassen. Læreren gir det litt tid før hun spør to av gruppene direkte, uten at heller ikke de kan svare på spørsmålet. I mangel på respons på spørsmålet understreker læreren at å kunne forutse produkter i kjemisk reaksjon er noe elevene skal kunne når de går ut av 10. klasse. Dette spørsmålet forutsetter at elevene må bruke avansert kjemisk kunnskap på mikronivå. Hun ber videre elevene prøve komme fram til gassen ved at de tegner opp utgangsstoffene $\text{CaCl}_2(\text{s})$ og $\text{NaHCO}_3(\text{s})$.

Analyse:

Her virker det som om læreren prøver å koble mikro-makro-representasjon (kobling mellom det makroskopiske og det mikroskopiske forklaringsnivået) med å gå fra observasjoner (makronivå) til reaktantenes og produktenes formler. Hun prøver å få elevene til å bruke de begrepene de har lært om kjemiske reaksjoner til å diskutere forklaringa på hva som skjer på mikronivå.

I sum er det i dette eksemplet altså funnet et forsøk på kobling mellom det makroskopiske og det mikroskopiske forklaringsnivået, men det er ingen indikasjoner på aktiv begrepsforståelse hos elevene.

4.1 Oppsummering

I Analysen av de tre undervisningstimene er det funnet 15 tilfeller av pedagogiske koblinger. En oversikt over disse er vist i 11, og man kan se at det er identifisert flest tilfeller av *kobling mellom begreper*. Det er ikke funnet noen tilfeller av *kobling mellom den hverdagslige måten og den vitenskapelige måten å forklare på* eller *kobling ved bruk av analogier*. I time 1 er det funnet flest tilfeller av koblinger. Det er i denne identifisert 7 pedagogiske koblinger. Til sammenligning er det i time 2 og 3, funnet 4 pedagogiske koblinger i hver av timene.

Tabell 11. Frekvenstabell over koblingsstrategier som ble identifisert.

	Time 1	Time 2	Time 3	sum
Kobling mellom den hverdagslige måten og den vitenskapelige måten å forklare på	0	0	0	0
Kobling mellom begreper	2	1	1	5
Kobling vitenskapelige forklaringer til fenomener i den virkelige verden	2	1	0	3
Kobling mellom representasjonsformer	0	1	1	3
Kobling mellom det makroskopiske og det mikroskopiske forklaringsnivå	1	0	1	2
Kobling ved bruk av analogier	0	0	0	
Fremme kontinuitet	2	1	1	4
Total	7	4	4	15

I tillegg er det telt opp antall forskjellige kjemibegreper som er blitt brukt i de tre undervisningstimene. Disse er vist i tabell 12. Som vi kan se ut fra denne tabellen ble det i løpet av de tre timene identifisert 53 ord knyttet til det kjemifaglige språket. Antall ord brukt i time 1 er 22, antall ord brukt i time 2 er 40 og antall ord brukt i time 3 er 18. Begrepet *begrep* referer til innholdet i ordet, og begrepsforståelse henger således sammen med å utvide sin forståelse av ordet, det vil si å knytte ordet til andre ord i en setning som gir mening (Bravo et al., 2008; Haug & Ødegaard, 2014; Wellington & Osborne, 2001). Følgelig er det en gradvis

overgang mellom det å kjenne til ordet som et navn på et objekt eller en prosess, og det å kjenne til ordet som et begrep. Følgelig er det utfordrende å skille mellom om ordet er navnsetningsord, prosessord eller begrep. Eksempelvis er alkalimetall et felles navn for grunnstoffene i gruppe 1 i periodesystemet. Ved å kjenne til felles egenskaper som gjelder for alkalimetaller, kan det argumenteres for at det også er et begrep. Som Wellington & Osborne (2001) påpekte, kjennetegnes begrepene ved at de betegner prinsipper, forestillingene og ideer som ikke observeres direkte. Fordi en stor del av kjemifaget omhandler prosesser på mikronivået, er kjemispråket rikt på ord som ikke direkte kan observeres, altså abstrakte begreper. I et forsøk på å klassifisere ordene benyttet, er derfor abstraksjonsnivået brukt som en indikasjon på om det kan klassifiseres som et navnsetningsord, prosessord eller begrep. Ordene som er klassifisert som begreper, er markert som gule i tabell 12 og utgjør 35 ord i tabellen. Til sammenligning er det 18 ord som ikke er markert som begreper. Disse ordene utgjør blant annet navn på utstyr som f.eks. begerglass, eller navn på kjemiske forbindelser, som f.eks. kalsiumklorid. Disse ordene har lavere kompleksitet enn begrepene, men vil for de fleste av elevene være helt fremmed, og således oppta en del av elevenes minnekapasitet.

Når det gjelder forskjeller mellom timene, kan man se at antall kjemifaglige ord og begreper er størst i time 2. Her er det brukt 40 ord, hvorav 29 er klassifisert som begreper. Til sammenligning er det i time 1 brukt 22 kjemifaglige ord, hvorav 17 er klassifisert som begreper, og i time 3 er det brukt 18 ord, hvorav 12 er klassifisert som begreper. Ut i fra tabell 12, kan man se at det kun er fem ord som går igjen i samtlige av timene. Disse ordene er *grunnstoff*, *periodesystemet*, *kjemisk reaksjon*, *reaktant* og *produkt*, hvorav *grunnstoff* og *kjemisk reaksjon* er klassifisert som begreper.

Tabell 12. Oversikt over kjemibegreper brukt i de tre timene.

Ord / Begrep	Time 1	Time 2	Time 3
alkalimetall	X	X	
atom	X	X	
atomnummer	X	X	
balansering		X	
begerglass		X	X
blanding	X		
Bohrs atommodell		X	
celleånding		X	
dobbelbinding			X
edelgass	X	X	
elektron	X	X	

endoterm			X
energiloven			X
eksoterm			X
fast stoff		X	X
fotosyntese		X	X
gass		X	X
grunnstoff	X	X	X
gruppe		X	
halogen	X	X	
hovedgruppe	X	X	
hydrogen	X		
indikator			X
ioner		X	
kalsiumklorid			X
karbondioksid		X	
kjemisk binding		X	X
kjemisk forbindelse	X	X	
kjemisk formel		X	X
kjemisk reaksjon	X	X	X
kjemiske symboler		X	
kjerne		X	
kolbe		X	
krystall		X	
molekyl	X	X	
natriumhydrogenkarbonat			X
natriumklorid		X	
nøytron		X	
organisk kjemi			X
partikkelmodell	X		
periode	X	X	
perodesystemet	X	X	X
produkt	X	X	X
proton		X	
reagensrør		X	
reagere		X	
reaktant	X	X	X
reaktive stoffer	X		
salter		X	
skall		X	
tilstand	X		X
ytterste skall	X	X	
åtte-regel	X	X	

5 Diskusjon

Denne oppgave handler om kjemisk språk og om hvordan en lærer formidler ord og begreper i kjemi. Diskusjonsavsnittet vil derfor ta utgangspunkt i hvilke didaktiske strategier læreren tar i bruk i sin undervisning, og hvordan disse strategiene bidrar med å fremme begrepsforståelse. Avslutningsvis i kapittelet vil det være en kommentar knyttet til denne oppgavens begrensninger.

5.1 Diskusjon og argumentasjon i klasserommet

Som tidslinjene i tabell 8, 9 og 10 viser, legger læreren opp til mange diskusjoner, både mellom elever i grupper eller par, men også helklassediskusjoner. For eksempel legger læreren opp til en pardiskusjon og klassediskusjon hvor elevene skal komme med eksempler på kjemiske reaksjoner de har erfaring med fra sin hverdag. På denne måten legger læreren opp til at elevene kan koble essensielle egenskaper ved begrepet kjemisk reaksjon til deres erfaringer, og følgelig bidrar til å gjøre begrepet potensielt meningsfylt for elevene (Ringnes & Hannisdal, 2014; Scott et al., 2011; Taber, 2013). Ved å legge opp til pardiskusjoner aktiveres alle elevene i å praktisere bruk av fagspråket, noe som er avgjørende for å utvikle begrepsforståelse ettersom språkutvikling og faglig forståelse henger sammen (Lemke, 1990; Ødegaard et al., 2016). Vygotsky (1978) hevdet at språket og tanken er uløselig knyttet sammen. Ved å legge opp til elevdiskusjoner hvor elevene skal forklare begrepet til en medelev, synliggjøres samtidig elevenes forståelse av begrepet (Nagy et al., 2000), noe som gir læreren mulighet til å gripe fatt i eventuelle misforståelser. Under diskusjonene ber læreren elevene argumentere for svarene sine. Som eksempel 2 fra time 1 (“en klut som tørker”) viser, får denne strategien flere elever til å endre/utvide sin forståelse av kjemisk reaksjon. Læreren lar hele tiden elevene argumentere for svarene sine. Det å la elevene argumentere for svarene sine, vil samtidig synliggjøre om elevene har forstått begrepet som logisk meningsfullt og psykologisk meningsfullt (Ringnes & Hannisdal, 2014).

Å knytte begrepet kjemisk reaksjon til sine erfaringer fra hverdagen, kan være krevende. Forandringer vi observerer i hverdagen kan både skyldes kjemiske reaksjoner eller fysiske forandringer som tilstandsendringer, og kan for uerfarne være utfordrende å skille mellom.

Begrepsforståelse øker med antall assosiasjoner vi gjør til begrepet. Ved å presentere ulike eksempler og ikke-eksempler, og la elevene angi hvilke eksempler som passer til begrepet, gir læreren elevene mulighet til å trekke ut essensielle egenskaper til begrepet (Hannisdal & Ringnes, 2013; Ringnes & Hannisdal, 2014; Taber, 2015). Forståelse av hva en kjemisk reaksjon er, innebærer følgelig også en forståelse av det ikke er. Å argumentere og forklare hvorfor et eksempel fra hverdagen er en kjemisk reaksjon, krever at elevene både kan gjenkjenne makroskopiske egenskaper ved begreper, men også mikroskopiske egenskaper. Koblingen mellom forklaringen av et fenomen på mikronivå og makronivå er utfordrende for elever i faget, da denne overgangen også er avhengig av det kjemiske språket, dvs. representasjonsnivået. Følgelig krever en slik overgang mye støtte fra en lærer (Taber, 2013).

5.2 Læreren som stillas i elevens læringsprosess

Det å være en støtte for elevene, er ifølge Taber (2013) å gi elevene hjelp og støtte under aktiviteter, for så å minske støtten når elevene begynner å se sammenhengene. På denne måten blir en i utgangspunktet uoverskuelig «kunnskapsbit» delt inn i “spiselige” deler som kan integreres i elevenes kognitive struktur.

Under pardiskusjoner og gruppediskusjonene går læreren rundt og oppsøker alle gruppene. Læreren hjelper elevene i å utdype sine forklaringer og fungerer dermed som stillas for elevene i deres diskusjon. I det samme eksemplet, hvor en elev har foreslått “en klut som tørker” som eksempel på en kjemisk reaksjon, ser man hvordan læreren responderer ved å be eleven argumentere for hvorfor det er en kjemisk reaksjon. Videre tar læreren utgangspunkt i elevsvaret og henter til tidligere undervisning som en strategi for å aktivere elevene sine forkunnskaper ved å si «husker dere vi hadde om faseoverganger?» (sitat 5, eksempel 2 time 1). På denne måter støtter (*scaffolds*) læreren elevene i å utvide sin forståelse av et begrepet faseoverganger ved å fremme kontinuitet i undervisningen (Scott et al., 2011).

Som presisert av Johnstone (1991), er samspillet mellom forklaringer av et fenomen på makronivå og mikronivå en essensiell del av kjemifaget. Koblingen mellom de to nivåene innebærer imidlertid at elevene kobler begrepene som brukes på det mikroskopiske nivået med begrepene som brukes på det makroskopiske nivået (Scott et al., 2011; Taber, 2013). Ved å hjelpe elevene i å koble partikkelmodellen til et fenomen fra hverdag og videre til begrepene

faseovergang og kjemisk reaksjon, støtter læreren dermed elevene i å koble begrepene brukt på det mikroskopiske nivået, til begrepene brukt på makroskopiske nivået. Læreren drar inn elevenes kjennskap om partikkelmodellen som en måte å forklare de mikroskopiske prosessene bak en klut som tørker. Denne strategien benytter læreren også ved å legge opp til aktiviteten «er det en kjemisk reaksjon?» som tabell 8 og 9 viser at hun gjennomfører i både time 1 og 2. Videre er et eksempel på denne aktiviteten presentert i eksempel 3 time 1. I denne aktiviteten formidles begrepet kjemisk reaksjon ved å presentere eksempler og ikke-eksempler som elevene kjenner fra sin hverdag, og videre ved å la elevene angi hvilke eksempler som passer til begrepet. Læreren ber gjennomgående elevene argumentere for svarene sine, og trekker også her inn partikkelmodellen som en måte å støtte elevenes argumenter. På denne måten gir hun elevene mulighet til å trekke ut essensielle egenskaper ved begrepet både på mikronivå og makronivå.

For å illustrere viktigheten med å støtte elevenes overgang mellom de to forklaringsnivåene, mikro og makro, kan man trekke frem eksempel 1 time 2. Dette eksempelet er hentet fra en klasseromsamtale som finner sted etter at læreren har gjennomført et demonstrasjonsforsøk hvor hun blander bakepulver og eddik. Læreren ber elevene argumentere for hvorfor de observerte en kjemisk reaksjon, med andre ord knytte reaksjonen til begreper som beskriver reaksjon på makronivå, som gassdannelse, lukt og fargeendring. Dette mestrer elevene ved å kjenne igjen observerbare kjennetegn på en kjemisk reaksjon som gassutvikling. Men når læreren sier «Vi har jo fått dannet en gass. Hvilken gass tror dere det har blitt dannet når dere vet hva jeg har [henviser til bakepulver og eddik]?» referer hun imidlertid til prosessen på mikronivå. Det synes å være en altfor komplisert øvelse for elever på ungdomstrinnet å kunne forutsi produkter i kjemisk reaksjon basert på kjennskap til reaktantene, samt observasjon av gassdannelse. I følge Taber (2013, 2015) vil en reaksjonslikning kunne beskrive denne overgangen, men å skrive fullstendige reaksjonslikninger er muligens for mye å kreve at elevene på ungdomstrinnet skal være i stand til ikke være i stand. Dersom læreren hadde skrevet opp en reaksjonslikning, kunne imidlertid elevene kjent igjen CO₂ som et av produktene. På denne måten ville læreren ha støttet elevene i overgangen. Selv om det ikke er forventet at elevene skal kunne skrive en slik likning, ville koblingen mellom mikro- og makronivå et blitt tydelige dersom læreren i stedet for bokstaver hadde skrevet «bakepulver + eddik → karbondioksid og vann, eller NaHCO₃ + CH₃COOH → CO₂ + H₂O + CH₃COONa. Denne reaksjonslikningen ville også ha illustrert koblingen hun gjør til energiloven, ettersom elevene ville kunne se at de samme atomene forekommer i samme antall på begge sider av

reaksjonspilen. Og som Hannisdal og Ringnes (2013) har understreket, vil tilstandssymboler bidra til å ytterligere knytte reaksjonslikningen til elevenes observasjoner.

Et annet område hvor det er viktig å gi elevene støtte er i utviklingen av språket, noe som innebærer å kombinere ulike kjemifaglige ord i setninger (Lemke, 1990; Wellington & Osborne, 2001). Begrepet *begrep* referer til innholdet i ordet, og begrepsforståelse henger således sammen med å utvide sin forståelse av ordet, det vil si å knytte ordet til andre ord i en setning som gir mening (Bravo et al., 2008; Haug & Ødegaard, 2014). Eksempel 1 fra time 1 viser hvordan læreren støtter elevene i å formulere setninger om halogener. Læreren stiller spørsmål som får elevene til å komme med eksempler på halogener, og på hva som kjennetegner dem. Lærer stiller også spørsmål som innebærer hvorfor og hvordan disse inngår i kjemiske reaksjoner. Denne dialogiske tilnærmingen innebærer at læreren stiller lukkede spørsmål som elevene responderer kort på. Likevel kan man argumentere for at hun får elevene med på tankegangen bak setningsoppbygningen og følgelig legger opp til at elevene aktivt kobler begrepene framfor at dette presenteres i en lærermonolog. Når hun støtter elevene i å formulere setninger om halogener hjelper hun elevene med å koble ulike begreper sammen, noe som i følge Scott et al (2011) gir dem økt begrepsforståelse.

5.3 Språkbruk og repetisjon av begreper

Flere forskere argumenterer for viktigheten av å eksplisitt undervise språk og utvikle språklige ferdigheter innenfor kjemiundervisningen (Rees et al., 2018; Taber, 2015; Wellington & Osborne, 2001). Resultatene fra denne studien viser at læreren har et tydelig fokus på språket og oppfordrer elevene eksplisitt til å bruke fagbegreper i dialog med elever (se sitat 25 i eksempel 2, time 1 “en klut som tørker”). Hun har også flere språkfokuserte oppgaver som støtter elevene i deres språkutvikling. Eksempler her er bruk av begrepsark (eksempel 1, time 1) og periodesystem-bingo (sekvens 6, time 2) til å arbeide med begreper knyttet til grunnstoffer, ioner og periodesystemet. Kjemifaget er spesielt rikt på nye ord og antall ord øker med utdanningsnivået (Childs et al., 2015). En støtte i elevens læringsprosess kan derfor være å identifisere nye ord som introdusere og lage en ordliste som f.eks. et begrepsark. Dette er imidlertid en passiv aktivitet som er nyttig bare hvis den kommer i tillegg til å bruke ordene ofte i både muntlig og skriftlig form (Childs et al., 2015). Aktiviteter som bingo med periodesystemet vil også kunne gjøre språklæringen lettere og morsommere for elevene (Childs

et al., 2015). I en studie utført av Rees et al. (2018) ble studenters utbytte av språkfokuserte oppgaver undersøkt. Resultatene viste at slike oppgaver er med på å fremme forståelse i kjemi.

Begrepslæring handler om å utvide og utvikle sin forståelse av et ord (Bravo et al., 2008; Wellington & Osborne, 2001; Ødegaard et al., 2016). Dette fordrer at elevene møter ordet gjentatte ganger i ulike settinger etter som forståelse utvikles ved repeterende eksponering for ordet (Lemke, 1990; Rees et al., 2018; Ødegaard et al., 2016). Når begrepene dukker opp i forskjellige settinger, øker antallet av elevenes assosiasjoner til begrepet, og gir dermed begrepet mere innhold. Resultatene i denne studien viser at læreren legger opp til en forståelse av begrepet *kjemisk reaksjon* ved at dette begrepet er i fokus i flere gruppediskusjoner (sekvens 2 og 4 i time 1, og sekvens 4 og 5 i time 2), samt i et demo-forsøk (sekvens 3, time 2) og i et laboratorieforsøk (sekvens 2, time 3). Med denne strategien legger altså læreren opp til at elevene kan bygge ut sine assosiasjoner til begrepet, samtidig som hun fremmer kontinuitet i undervisningen ved å aktivere elevenes forkunnskaper om kjemisk reaksjon før elevene går i gang med laboratorieøvelsen slik det er vist i eksempel 1 time 3. Dette samsvarer med funnene til Haug & Ødegaard (2014) om at kontinuitet mellom ulike aktiviteter er avgjørende for elevenes begrepsforståelse.

I denne casestudien er det gjort en dybdeundersøkelse av en lærers tilretteleggelse av begrepsforståelse på bakgrunn av analyser som viser at læreren bruker mye fagspråk. Som beskrevet i forrige avsnitt er utvikling av begrepsforståelse er prosess som tar tid ved repeterende bruk av ord i ulike kontekster. Læring i kjemi innebærer å lære en mengde nye og abstrakte begrep, og en god lærer er beskrevet som en lærer som bruker ulike strategier for å støtte elevene i å koble ny informasjon til deres eksisterende kognitive struktur (Ausubel, 1963; Ringnes & Hannisdal, 2014; Scott et al., 2011; Taber, 2015). Videre viser forskning at mengden ny informasjon elevene er i stand til å prosessere er begrenset (Miller, 1956; Taber, 2013). For å legge til rette for læring av begreper må en læreren følgelig være oppmerksom på mengden ord som introduseres for elevene, samt ordens kompleksitet (Wellington & Osborne, 2001; Ødegaard et al., 2020). Elevene bør følgelig arbeide med et lite utvalg begreper over tid, gjennom varierte arbeidsmåter. Variasjon i arbeidsmåter er viktig for øke elevenes tilgang til forståelse, ettersom ulike elever lærer på ulike måter (Ødegaard et al., 2020). Resultatene fra denne studien viser at læreren varierer mye i arbeidsmåter, både innad i en undervisningstime, men også mellom hver time. Eksempelvis kan vi se ut fra tabell 9, som beskriver time 2, at læreren veksler mellom diskusjon, demonstrasjonsforsøk og bingo. Imidlertid kan man se fra tabellen at veksling i aktiviteter også innebærer en endring av begrepsfokuset. Følgelig møter

ikke elevene et lite utvalg begreper i flere aktiviteter, men må forholde seg til mange begreper i løpet av time. Som understreket av Scott et al. (2011) er utvikling av begrepsforståelse avhengig av at det fremmes kontinuitet også på kort sikt, ved at timene har en logisk oppbygning. Dette krever at det er en sammenheng mellom de ulike aktivitetene det legges opp til. Et skiftene begrepsfokus, vil således gjøre undervisningen noe ulogisk oppbygd og kan følgelig hindre elevene i å integrere informasjonen til sin tidligere forståelse av begrepet. Som vi ser i tabell 12, brukes det mange ord og begreper i de tre timene. Samtidig gjør det hyppige skiftet i begrepsfokus, som vi ser spesielt i time 2 (se tabell 9) at man står i fare for å overstige elevenes minnekapasitet. Resultatene fra analysen viser at antall kjemifaglige ord og begreper er størst i time 2. Her er det brukt 40 ord, hvorav 29 er klassifisert som begreper. Sammenligner man antallet ord med antallet i de øvrige timene, er dette antallet omtrent dobbelt så stort som antallet ord og begreper brukt i time 1 og 3 (se tabell 12). Videre kan man ved å sammenligne time 1 og 2 i tabell 11, se at det i time 1 er identifisert nesten dobbelt så mange koblingsstrategier som i time 2, det vil si at det er observert at elevene gjør koblingen læreren legger opp til med sine aktiviteter. Dette indikerer at funnene i denne studien er i overensstemmelse med litteraturen om at tiden som vies til arbeid med hvert begrep, og at elevene oppfordres til å bruke begrepet, er avgjørende for at elevene gjør koblinger.

I denne studien er rammeverket «*fra ord til begrep*» benyttet for å si noe om elevene gjør koblingene læreren legger opp til. Resultatene viser at elevene viser en aktiv begrepsforståelse, og dermed gjør koblingene, i situasjoner hvor læreren legger opp til diskusjon og støtter elevene i deres argumentasjoner. Dette stemmer overens med Scott et al (2011) som understreker at begrepslæring krever at læreren må introdusere koblingene mellom elevenes forkunnskaper og ny kunnskap på et sosialt plan, og samtidig legge til rette for at elevene selv gjør koblingene på et psykologisk plan. Eksempelvis viser resultatene at elevene evner å bruke begrepene kjemisk reaksjon og faseoverganger korrekt for å beskrive en rekke fenomener fra deres hverdag. Det øverste nivået i taksonomien «*fra ord til begrep*» er evnen til å bruke begrepet i ulike situasjoner, altså ha en generell forståelse av begrepet som lar seg overføre til nye situasjoner. Følgelig blir det viktig at læreren også fokuserer på de essensielle egenskapene ved begreper, snarere enn å vektlegge det spesifikke eller konkrete (Haug & Ødegaard, 2014). Dette er noe læreren gjør med begrepet *kjemisk reaksjon*, hvor hun ved å bruke begrepet i ulike situasjoner, hjelper elevene i å gjenkjenne sentrale egenskaper ved begrepet. Dette gjør hun, som tidligere beskrevet, ved å knytte makroskopiske kjennetegn til begrepet i de ulike situasjonene samt ved å benytte partikkelmodellen til å forklare de mikroskopiske kjennetegnene til begrepet.

5.4 Studiens begrensinger

Studien har noen begrensinger. I analysen fremgår det at noen av elevene har jobber med flere av de sentrale begrepene i tidligere undervisning. At klassene er aldersblandet medfører videre at elevene har ulik erfaring med begrepene fra tidligere undervisning. Analysene baserer seg på observasjon av tre undervisningstimer og ettersom begrepslæring tar tid, er det vanskelig å si så mye om elevenes utvikling av begrepsforståelse i løpet av disse tre timene. Elevenes begrepsforståelse har heller ikke kunne latt seg dokumentere utenom det som er vist gjennom muntlig aktivitet i timen. At klassene varierer med ulike aldersblandinger gjør det videre utfordrende å si noe om hvilke elever som gjør koblingene og således utvikler begrepsforståelse, eller om enkelte elever opplever en mengde ny informasjon som lite meningsfull.

6 Avslutning

Min hensikt med denne studien har vært å få et innblikk i hvordan jeg som lærer kan legge til rette for forståelse av en rekke kjemiske begreper i min kommende karriere som lærer i kjemi og naturfag, samt å bidra med gode eksempler på undervisningspraksis. I denne studien har jeg benyttet rammeverkene pedagogiske koblinger av Scott et al.(2011) og «fra ord til begrep» av Haug og Ødegaard (2014) i analyse av lærerens undervisningspraksis og for å drøfte problemstillingen «Hvordan kan en lærer fremme læring av kjemifaglige begreper på ungdomstrinnet?»

Hovedfunnene viser at læreren bruker mange fagbegreper. Læreren oppfordrer elevene til å bruke det naturfaglige språket ved å legge opp til mange diskusjoner (både pardiskusjoner og gruppediskusjoner). Under gruppediskusjonene fungerer hun som stilas for elevene ved å gå rundt til alle gruppene og hjelpe dem med deres argumentasjon. Hun understreker også eksplisitt at elevene skal bruke fagbegreper og faguttrykk i sine argumenter. Læreren bruker videre koblingsstrategier for å støtte elevene i å utvikle deres begrepsforståelse. Eksempelvis legger hun til rette for at elevene kan gjøre koblinger mellom grunnstoffers navn og egenskaper til elevenes erfaringer fra hverdagen. Dette gjør hun også med begrepet *kjemiske reaksjoner*. Læreren varierer undervisningen med mange aktiviteter, og bruker blant annet demonstrasjonsforsøk og lab-arbeid for at elevene skal erfare kjemiske reaksjoner på et makroskopisk nivå. Ved å ha mange forskjellige aktiviteter får elevene ulike assosiasjoner til fagbegrepene, noe som øker deres begrepsforståelse. I tillegg bruker læreren også språkfokuserte oppgaver som begrepsark og bingo med periodesystemet. Dette er også vist å fremme begrepsforståelse i kjemi. Man skal imidlertid som lærer, være oppmerksom på å begrense antall begreper for ikke å overstige elevenes minnekapasitet. Videre har eksempler fra denne studien belyst viktigheten med å være oppmerksom på kompleksiteten som ligger i koblingen mellom det makroskopiske og det mikroskopiske forklaringsnivået av et kjemisk fenomen.

Alt dette eksemplifiserer hvordan en lærer kan jobbe med begrepslæring ved hjelp av de ulike tilnæringsstrategiene presentert av Scott et al. (2011). Mitt håp er at resultatene fra denne studien kan være et didaktisk bidrag til hvordan lærere kan jobbe med dybdelæring i kjemi og oppnå en økt forståelse for det kjemiske språket hos elevene.

6.1 Veien videre

Å beherske naturvitenskaplige ord og begreper er avgjørende for forståelse i de naturvitenskaplige fagene. Samtidig viser forskning at dette er noe elevene sliter med. Årsaken er at ordene er fremmed for elevene og at begrepene er ofte abstrakte. Kjemi er et fag av høy kompleksitet fordi det involverer to nivåer, det makroskopiske- og det mikroskopiske nivået, og hvor begreper tilhørende disse nivåene må relateres til hverandre og til observerte fenomener. Disse begrepene kommuniseres ikke bare gjennom et fagspesifikt språk, men også i form av symboler og ulike representasjoner. Videre sier litteraturen at mengden informasjon vi kan prosessere er begrenset, dette må følgelig gjenspeiles i antall begreper som introduseres i undervisning. Denne studien viser at læreren bruker mange begreper, noe som kan tyde på at det å gjøre et utvalg av de absolutte sentrale begrepene, kan være en utfordring. Det kunne derfor interessant å undersøke om mengden begreper brukt i denne studien er representativ for kjemiundervisningen på ungdomstrinnet, og i hvilken grad lærere er overlatt til seg selv når det gjelder utvelgelsen av sentrale begreper.

Videre viser denne studien hvordan kompleksiteten som ligger i å koble forklaringer på mikro- og makro kommer til syne, gjennom at læreren flere ganger oppfordrer elevene til å argumentere for prosesser knyttet til mikronivå, uten at elevene gjør denne koblingen. Resultatene viser at elevene mestrer å koble virkelighetsnære fenomener til makroskopiske egenskaper ved en kjemisk reaksjon. Koblingen til mikronivået uteblir i de fleste forklaringene, med unntak av når partikkelmodellen benyttes i enkelte eksempler. I lys av dette kunne det være interessant å undersøke hvordan en mer kontekstbasert tilnærming i kjemiundervisningen, kunne bidratt til å øke elevenes kjemiforståelse. I en kontekstbasert undervisning vil elevene først ta utgangspunkt i et virkelighetsnært fenomen, for videre gjennom å gradvis øke sin forståelse av ulike kjemifaglige ord og begreper (og symboler), få en dypere forståelse av fenomenet. I kontekstbasert undervisning utgjør fenomenet som undersøkes, rammen for undervisningsinnholdet, og hvor begrepene introduseres som noe nyttig for å forstå konteksten og vil følgelig kunne gi elevene en bedre begrepsforståelse.

Referanser

- Abell, S. K., Appleton, K., & Hanuscin, D. L. (2007). *Handbook of research on science education* (1 ed. Vol. 2). Mahwah, NJ u.a: Mahwah, NJ u.a: Erlbaum.
- Ausubel, D. P. (1963). *The psychology of meaningful verbal learning*. New York: Grune & Stratton.
- Bjørndal, C. R. P. (2013). Videoobservasjon som forsknings- og utviklingsredskap i skolen. In M. Brekke & T. Tiller (Eds.), *Læreren som forsker: Innføring i forskningsarbeid i skolen* (pp. 157-172). Oslo: Universitetsforlaget AS.
- Bjørndal, C. R. P. (2017). *Det vurderende øyet : observasjon, vurdering og utvikling i pedagogisk praksis* (3. utg. ed.). Oslo: Gyldendal akademisk.
- Blikstad-Balas, M. (2017). Key challenges of using video when investigating social practices in education: contextualization, magnification, and representation. *International Journal of Research & Method in Education*, 40(5), 511-523. doi:10.1080/1743727X.2016.1181162
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative research in psychology*, 3(2), 77-101. doi:10.1191/1478088706qp063oa
- Bravo, M. A., Cervetti, G. N., Hiebert, E. H., & Pearson, P. D. (2008). *From passive to active control of science vocabulary*. Paper presented at the the 56th yearbook of the National Reading Conference.
- Brekke, M., & Tiller, T. (2013). *Læreren som forsker : innføring i forskningsarbeid i skolen*. Oslo: Universitetsforl.
- Childs, P. E., Markic, S., & Ryan, M. C. (2015). The role of language in the teaching and learning of chemistry. *Chemistry Education: Best Practices, Opportunities and Trends* (eds J. García-Martínez and E. Serrano-Torregrosa), Wiley-VCH Verlag GmbH and Co. KGaA, Weinheim, Germany.
- Christoffersen, L., & Johannessen, A. (2012). *Forskningsmetode for lærerutdanningene*. Oslo: Abstrakt forl.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. R. B. (2007). *Research Methods in Education*: Routledge.
- Frøyland, M., Remmen, K. B., Mork, S. M., Ødegaard, M., & Christiansen, T. (2015). Researching science learning from students' view – the potential of headcam. *Nordina : Nordic studies in science education*, 11(3), 249-267. doi:10.5617/nordina.1424
- Gabel, D. (2003). Enhancing the Conceptual Understanding of Science. *Educational Horizons*, 81(2), 70-76. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/42925990>
- Hannisdal, M., & Ringnes, V. (2013). *Kjemi for lærere: Naturfag i grunnskolelærerutdanningen 5.-10. trinn* (2. utg.). Oslo: Gyldendal Akademisk.

- Haug, B. S., & Ødegaard, M. (2014). From Words to Concepts: Focusing on Word Knowledge When Teaching for Conceptual Understanding Within an Inquiry-Based Science Setting. *Research in Science Education*, 44(5), 777-800. doi:10.1007/s11165-014-9402-5
- Holt, A., Voll, L. O., & Øyehaug, A. B. (2019). *Dybdeløring i naturfag*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Holt, A., & Øyehaug, A. B. (2019). Dybdeløring av fysiske og kjemiske endringer. In L. O. Voll, A. B. Øyehaug, & A. Holt (Eds.), *Dybdeløring i naturfag* (pp. 85-111). Oslo: Universitetsforlaget AS.
- Johannessen, L. E. (2018). *Hvordan bruke teori?: nyttige verktøy i kvalitativ analyse*: Universitetsforl.
- Johnstone, A. H. (1991). Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *Journal of computer assisted learning*, 7(2), 75-83.
- Lemke, J. L. (1990). *Talking science : language, learning, and values*. Norwood, N.J.: Ablex Pub. Corp.
- Lyngsnes, K. M., & Rismark, M. (2014). *Didaktisk arbeid* (3. utg. ed.). Oslo: Gyldendal akademisk.
- Miller, G. A. (1956). The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. *Psychological review*, 63(2), 81.
- Mills, A. J., Durepos, G., & Wiebe, E. (2009). *Encyclopedia of Case Study Research*. Thousand Oaks: Thousand Oaks: SAGE Publications.
- Mork, S. M., & Erlien, W. (2017). *Språk, tekst og kommunikasjon i naturfag* (2. utg. ed.). Oslo: Universitetsforlaget.
- Nagy, W., Scott, J., Kamil, M., Mosenthal, P., Pearson, P., & Barr, R. (2000). Vocabulary processes. *Handbook of reading research*, 3.
- Postholm, M. B. (2005). *Kvalitativ metode : en innføring med fokus på fenomenologi, etnografi og kasusstudier*. Oslo: Universitetsforl.
- Postholm, M. B., Jacobsen, D. I., & Søbstad, R. (2018). *Forskningsmetode for masterstudenter i lærerutdanningen*. Oslo: Cappelen Damm akademisk.
- Rees, S. W., Kind, V., & Newton, D. (2018). Can language focussed activities improve understanding of chemical language in non-traditional students? *Chemistry Education Research and Practice*, 19(3), 755-766.
- Ringnes, V., & Hannisdal, M. (2014). *Kjemi fagdidaktikk : kjemi i skolen* (3. utg. ed.). Oslo: Cappelen Damm akademisk.

- Scott, P., Mortimer, E., & Ametller, J. (2011). Pedagogical link - making: a fundamental aspect of teaching and learning scientific conceptual knowledge. *Studies in Science Education*, 47(1), 3-36. doi:10.1080/03057267.2011.549619
- Sjøberg, S. (2009). *Naturfag som allmenndannelse : en kritisk fagdidaktikk* (3. utg. ed.). Oslo: Gyldendal akademisk.
- Skogen, K. (2018). Caseforskning. In M. Krogtuft & J. Sjøvoll (Eds.), *Masteroppgaven i lærerutdanninga: Temavalg, forskningsplan, metoder* (pp. 79-91). Oslo: Cappelen Damm AS.
- Taber, K. S. (2013). Revisiting the chemistry triplet: drawing upon the nature of chemical knowledge and the psychology of learning to inform chemistry education. *Chem. Educ. Res. Pract*, 14(2), 156-168. doi:10.1039/c3rp00012e
- Taber, K. S. (2015). Exploring the language(s) of chemistry education. *Chemistry Education Research and Practice*, 16(2), 193-197. doi:10.1039/c5rp90003d
- Treagust, D., Chittleborough, G., & Mamiala, T. (2003). The role of submicroscopic and symbolic representations in chemical explanations. *International Journal of Science Education*, 25(11), 1353-1368. doi:10.1080/0950069032000070306
- Utdanningsdirektoratet. (2019, 13. mars). Dybdeløring. Hentet 04.10.2021 fra <https://www.udir.no/laring-og-trivsel/dybdelaring/>
- Utdanningsdirektoratet. (2020). *Læreplan i naturfag*. (NAT01-04). Hentet 12.08.2021 fra <https://data.udir.no/k106/v201906/laereplaner-1k20/NAT01-04.pdf?lang=nob>
- Vygotsky, L. S. (1978). Mind in society: The development of higher mental processes (E. Rice, Ed. & Trans.). In: Cambridge, MA: Harvard University Press.(Original work published 1930, 1933
- Wellington, J., & Osborne, J. (2001). *Language and Literacy in Science Education*. Philadelphia: Open University Press.
- White, R. T. (1988). *Learning science*: Basil Blackwell.
- Ødegaard, M., Haug, B. S., Mork, S. M., & Sørvik, G. O. (2016). *På forskerføtter i naturfag*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Ødegaard, M., Kjærnsli, M., Karlsen, S., Kersting, M., Lunde, M. L. S., Olufsen, M., & Sæleset, J. (2020). Tett på naturfag i klasserommet (Linking Instruction in Science & Students Impact). doi:https://www.uv.uio.no/ils/forskning/prosjekter/lissi-laring-naturfag/lissi_kortrapport.pdf

Vedlegg A - Godkjenning fra Norsk senter for forskningsdata



Universitetet i Oslo
Att: Marianne Ødegaard
marianne.odegaard@ils.uio.no

Vår dato: 17.09.2018

Vår ref: 61288/LAR/LR

Deres dato:

Deres ref:

VURDERING AV BEHANDLING AV ALMINNELIGE PERSONOPPLYSNINGER I PROSJEKTET «LISSI-LINKING INSTRUCTION IN SCIENCE AND STUDENT IMPACT»

NSD – Norsk senter for forskningsdata AS viser til meldeskjema innsendt 25.06.2018. Meldingen gjelder behandling av personopplysninger til forskningsformål.

Etter avtale med den behandlingsansvarlige, Universitetet i Oslo, har NSD foretatt en vurdering av om den planlagte behandlingen er i samsvar med personvernlovgivningen.

Resultat av NSDs vurdering:

NSD vurderer at det vil bli behandlet alminnelige personopplysninger frem til 01.08.2028.

NSDs vurdering er at behandlingen vil være i samsvar med personvernlovgivningen, og at lovlig grunnlag for behandlingen er samtykke.

Vår vurdering forutsetter at prosjektansvarlig behandler personopplysninger i tråd med

- opplysninger gitt i meldeskjema og øvrig dokumentasjon
- dialog med NSD, og vår vurdering (se nedenfor)
- Universitetet i Oslo sine retningslinjer for datasikkerhet, herunder regler om hvilke tekniske hjelpemidler det er tillatt å bruke

Nærmere begrunnelse for NSDs vurdering:

1. Beskrivelse av den planlagte behandlingen av personopplysninger

Hensikten med forskningsprosjektet LISSI (Linking Instruction in Science and Student Impact), er å utvikle et mer solid kunnskapsgrunnlag for bedre å forstå hva som kjennetegner norsk klasseromspraksis og hvordan ulike former for undervisning har sammenheng med elevers læring i naturfag.

Prosjektet er en nasjonal samarbeidsstudie der Universitetet i Oslo er behandlingsansvarlig. I tillegg inngår forskere fra UiT Norges arktiske universitet. Vi forutsetter at ansvaret for behandlingen er

Vedlegg B - Utvalgte kategorier fra LISSI-prosjektets observasjonsmanual benyttet i denne studien

Elevdeltakelse	
<p>Kategorien fokuserer på elevenes deltakelse i aktiviteter: I hvilken grad elever er aktive eller passive, i hvilken grad elever deltar i flere aktiviteter, og hvor mange elever som er aktive. Aktiviteter kan være elevøvelser, diskusjoner og andre oppgaver.</p> <p>Undervisning der elevene stort sett er passive, kodes lavt. Undervisning gis høy kode dersom elevene er aktive i sin læring.</p> <p>Ref.: EQUIP (Horton et al., 2009).</p>	
Kode 1	Elever er gjennomgående passive i sin læring (de tar notater, leser). Elever er bare mottakere uten å delta aktivt.
Kode 2	Elever er i liten grad aktive i sin læring. De er aktive i korte stunder eller i liten grad gjennom segmentet.
Kode 3	Elever er aktive i sin læring. De er involvert i diskusjoner, undersøkelser eller andre aktiviteter, men ikke gjennomgående og tydelig fokusert.
Kode 4	Elever er gjennomgående aktive i sin læring. De er svært aktive flere ganger gjennom segmentet og tydelig fokusert på oppgaven.

Klasseromssamtale

Kategorien fokuserer på elevenes muligheter for utvidete naturfaglige samtaler med lærer eller med medelever, og i hvilken grad lærer og elever plukker opp, bygger videre på og avklarer hverandres ideer.

Klasseromssamtale kodes lavt når læreren snakker mesteparten av tiden. *Klasseromssamtale* kodes også lavt dersom lærer eller elever responderer sjelden eller kort på elevinnspill. I slik klasseromssamtale bygger ikke lærer og elever på hverandres innspill. *Klasseromssamtale* kodes på høyt nivå når elevene er engasjert i utdypende, sammenhengende og fokuserte diskusjoner hvor lærer og elever bygger på hverandres bidrag og oppfordrer hverandre til å forklare og beskrive sine ideer nærmere.

Ref.: PLATO (Grossman et al., 2013).

Underkategorier	Opptak av elevinnspill	Mulighet for elevsamtale
Kode 1	Lærer eller elever responderer sjelden eller aldri på elevers innspill om naturfaglig innhold.	Det er få eller ingen muligheter for elever å ha samtaler knyttet til naturfag. Lærer snakker, gir en lang introduksjon til en oppgave/aktivitet, eller lukket diskusjon i mindre enn 5 minutter.
Kode 2	Lærer eller elever responderer kort og overflatisk på elevers innspill, og responsen bidrar ikke til å utdype eller utvikle innspillene (f.eks. gjentar uten bruk av faglig språk, kun uttalelser som «Jeg er enig/uenig», som ikke refererer spesifikt til et tidligere innspill). Alternativt responderer lærer i hovedsak kort og overflatisk på elevinnspill, ispedd enkelte tilfeller av opptak på høyere nivå.	Det finnes enkelte muligheter for korte naturfaglige elevsamtaler, men disse er lærerstyrte. For eksempel lukket diskusjon i mer enn 5 minutter, eller åpen diskusjon (i hel klasse, grupper, par) i mindre enn 5 minutter.
Kode 3	Lærer eller elevers bidrag har likevekt mellom korte responser og minimum 2 tilfeller med opptak på høyt nivå (f.eks. gjentagelse med faglig språk, spør etter forklaring, utdyping eller bevis). Det er mange tilfeller hvor lærer eller elever tar opp elevers innspill.	Lærer gir mulighet for minst 5 minutter naturfaglig samtale mellom lærer og elever og/eller mellom elever. Noen elever deltar i samtalen og/eller lytter aktivt, men det er kun 2-3 elever som primært er deltakende. Det kan fortsatt være overvekt av lærerstyrt samtale med noen åpne spørsmål. Elevstyrte samtaler som etter hvert sporer av hører også til dette nivået.
Kode 4	Lærer eller elever gjør gjennomgående opptak av elevenes innspill ved å respondere på måter som bygger ut elevenes ideer, eller legge til rette for at elever utvider, forklarer og spesifiserer tenkningen sin.	Lærer gir mulighet for minst 5 minutter naturfaglig samtale mellom lærer og elever og/eller mellom elever. Flesteparten av elevene deltar i samtalen og/eller lytter aktivt, og elevene responderer på hverandres utsagn/ideer, selv om det fortsatt er læreren som styrer samtalen. Spørsmålene som styrer samtalen er hovedsakelig åpne, og samtalen er fokusert og på rett spor.

Faglig dybde

Kategorien er todelt og består av lærerpresentasjon og elevkunnskap. Lærerpresentasjon fokuserer på om læreren presenterer fagstoffet med dybde, og om det settes i en større sammenheng. Elevkunnskap fokuserer på hvordan elever viser sin kunnskap.

Lærerpresentasjon gis lav kode når fagstoffet presenteres overfladisk. Dersom læreren presenterer fagstoffet med dybde og i sammenheng, kan det gis en høy kode. Elevkunnskap gis en lav kode når elevene viser lite eller overfladisk kunnskap. Høy kode for elevkunnskap kan gis når elevene viser forståelse for begreper i sammenheng.

Ref.: EQUIP (Horton et al., 2009); Bravo, Cervetti, Hiebert & Pearson (2008); Haug & Ødegaard (2014b).

Underkategorier	Lærerpresentasjon	Elevkunnskap
Kode 1	Fagstoffet presenteres bare overfladisk.	Elevene viser kunnskap om hvordan begreper høres eller ser ut. Fagbegreper uttrykkes ikke nødvendigvis av elever.
Kode 2	Læreren presenterer til en viss grad faglig dybde, men setter ikke fagstoffet i en større sammenheng.	Elevene viser at de kjenner til eller kan definere naturfaglige begreper på et generelt nivå. Elevene viser liten forståelse for hva begrepene betyr.
Kode 3	Læreren presenterer faglig dybde og setter fagstoffet delvis i en større sammenheng.	Elevene viser forståelse for sammenhengen mellom det aktuelle begrepet og andre ord og begreper. Eller: Elevene er i stand til å velge korrekte begreper i en kontekst. De kan bruke fagbegreper i ulike setninger.
Kode 4	Læreren presenterer faglig dybde og setter fagstoffet klart og tydelig i en større sammenheng.	Minst to elever bruker begreper i en kontekst når de arbeider utforskende. De setter begrepene i sammenheng med empiriske data og/eller en større sammenheng. Eller: Minst to elever bruker fagbegreper som viser at de har begynnende forståelser for fenomenet det undervises i. De kan løse problemer i nye situasjoner ved å ta i bruk ervervet kunnskap.

Bruk av faglig språk

Kategorien fokuserer på hvordan læreren bruker naturfagbegreper i segmentet, om begrepene forklares og i hvilken grad elever oppfordres til å bruke relevante fagbegreper.

Undervisning gis høy kode dersom lærer gjennomgående bruker og forklarer fagbegreper, og elever får anledning til å bruke disse. Undervisning gis lav kode dersom fagspråk ikke blir brukt, eller ikke blir forklart.

Modifisert etter PLATO (Grossman et al., 2013).

Kode 1	Læreren verken introduserer, definerer eller ber elever bruke fagbegreper.
Kode 2	Læreren introduserer/definerer sjelden fagbegreper. Læreren og elevene bruker ikke fagbegreper i klasseromsdiskusjonen. Eller: Læreren bruker fagbegreper uten å forklare hva de betyr.
Kode 3	Læreren introduserer, fremkaller, inkluderer og understreker fagbegreper ofte.
Kode 4	Læreren introduserer, fremkaller, inkluderer og understreker fagbegreper regelmessig og gjennomgående i timen. Læreren gir elevene mange muligheter til å bruke begrepene.

Kobling til tidligere kunnskap

Kategorien har fokus på i hvilken grad og hvordan læreren knytter elevenes tidligere fagkunnskap og personlige erfaringer til ny kunnskap i segmentet. Her er kunnskap og erfaringer både i og utenfor klasserommet inkludert. Forskning tyder på at det å knytte sammen ny kunnskap med det elevene tidligere har lært vil øke mulighetene for en dypere forståelse av fagstoffet, i tillegg til at elevene selv danner forbindelser mellom ny og tidligere kunnskap.

Koblinger til tidligere kunnskap som ikke settes tydelig i sammenheng med dagens undervisningsøkt, gis lav kode. Undervisning gis høy kode dersom læreren bygger på tidligere kunnskap for å videreutvikle kunnskaper og ferdigheter, i tråd med målet for timen.

Ref.: PLATO (Grossman et al., 2013).

Kode 1	Verken lærer eller elever refererer til tidligere undervisning. Læreren fremkaller ikke elevenes forkunnskaper.
Kode 2	Læreren eller elevene kan referere kort eller overfladisk til tidligere undervisning, eller læreren forsøker å fremkalle elevenes forkunnskaper. Forbindelser mellom tidligere kunnskap og dagens undervisningsøkt er ikke tydelige.
Kode 3	Læreren fremkaller eller refererer til elevenes tidligere akademiske kunnskap eller personlige erfaringer flere ganger. Forbindelser mellom tidligere kunnskap og dagens økt er tydelige nok til å kunne bidra til at elevene forstår det nye fagstoffet.
Kode 4	Læreren eller elevene refererer eksplisitt til tidligere undervisning og/eller fremkaller elevenes tidligere kunnskap (ett eller flere klare eksempler). Forbindelser mellom tidligere kunnskap og nye naturfaglige begreper eller oppgaver er tydelige, eksplisitte og spesifikt knyttet til det nye lærestoffet.

