

Fakultet for lærerutdanning og pedagogikk

Nanna Ovesen

## **Masteroppgave**

### **Hvordan viser ungdomsskoleelever forståelse i naturfag**

How do lower secondary school students express  
understanding in science

Grunnskolelærerutdanning 5.-10. trinn

2022



## Forord

Denne masteroppgaven er en avslutning på min 5-årige Grunnskolelærerutdanning 5-10 ved Høgskolen i Innlandet, avdeling Hamar. Arbeidet med å skrive en masteroppgave har tatt tid og har til tider vært stressende, og jeg har flere å takke for at jeg nå kan levere oppgaven.

Jeg vil starte med å takke mine veiledere Lisa Lunde og Cato Tandberg for deres hjelp og konstruktive tilbakemeldinger i arbeidet med denne masteroppgaven.

Videre vil jeg takke læreren og skolen som lot meg bruke klassen deres til tross for travle tider med evalueringer før jul. Jeg vil også takke elevene som lot meg bruke deres forklaringer og tegninger til denne masteroppgaven.

I tillegg vil jeg takke mine medstudenter med å holde humøret og motivasjonen oppe når ting har vært mindre motiverende og ting har føltes håpløst.

Til slutt vil jeg takke mamma og pappa som har hjulpet med motiverende ord og at jeg fikk flytte hjem for å fokusere på arbeidet med masteroppgaven. I tillegg vil jeg takke mine søsken for at de alltid sjekket hvordan det har gått med meg og arbeidet med oppgaven igjennom denne tiden.

Nanna Ovesen, mai 2022.

---

## Sammendrag

Denne masteroppgaven handler om hvordan ungdomsskoleelever uttrykker forståelse om et hverdagslig naturvitenskapelig fenomen i naturfag, innenfor kjemi. Det hverdagslige fenomenet om ungdomsskoleelevene undersøker er hva som skjer når koksalt (natriumklorid/NaCl) blandes i vann. Oppgavens problemstilling tar for seg hvordan elevene uttrykker forståelse om dette fenomenet, og det første forskningsspørsmålet er rettet mot hvilke måter elevene uttrykker forståelse, mens det andre forskningsspørsmålet ser på hvilke elementer elevenes tegninger består av når de skal uttrykke forståelse om NaCl blandet i vann.

Studien er en kvalitativ studie som studerer ungdomsskoleelever skriftlige forklaringer og tegninger om hva som skjer når man blander NaCl i vann, og hvorfor NaCl løser seg raskere i varmt vann, enn i kaldt vann. Datamaterialet består av 10 elevsvar som er tolket, analysert og kategorisert til hvordan de uttrykker forståelse, hvilke ord og begreper som forekommer i forklaringene, og hvilke elementer tegningene består av.

Resultatene viser at majoriteten av elevene uttrykker en forståelse på makronivå når de skriftlig skal forklare hva som skjer når man blander NaCl i vann. Elevenes tegninger består for det meste av de synlige elementene som kunne observeres i forsøket de gjennomførte, og elevenes uttrykte forståelse i tegning domineres av en uttrykt forståelse på makronivå.

Konklusjonen i denne studien er at ungdomsskoleelever uttrykker en forståelse på makronivå når de skal forklare hva som skjer når NaCl blandes i vann, mens de uttrykker en forståelse på makro til delvis mikronivå når de skal forklare hvorfor NaCl løser seg raskere opp i varmt vann, enn i kaldt vann. I tillegg domineres elevenes tegninger av de synlige elementene i forsøket, og uttrykker en forståelse på makronivå.

---

## Abstract

This master thesis addresses how lower secondary school students express understanding of an everyday scientific phenomenon. The everyday scientific phenomenon the students investigate is what happens when salt (sodium chloride/NaCl) is mixed in water. The thesis investigates how the students express understanding about this phenomenon. The first research question is aimed at which ways the students express understanding, while the second research question addresses which elements student drawings consist of when they express understanding about NaCl mixed in water.

The study is a qualitative study that investigates lower secondary school students' written explanations and drawings of what happens when you mix NaCl in water, and why NaCl dissolves faster in hot water, than in cold water. The data consists of 10 student answers that are interpreted, analysed, and categorized in how they express understanding, which words and concepts that appear in the explanations, in addition to which elements the drawings consist of.

The results in this study show that most of the students express an understanding at the macro level when they describe what happens when NaCl is mixed in water. The students' drawings mostly consist of the visible elements that could be observed in the experiment they carried out. The drawings also consisted of an expressed level at the macro level.

This thesis concludes with students expressing an understanding at the macro level when they are asked to explain what happens when mixing NaCl in water. While the students express an understanding at the macro to partial micro level when asked to explain why NaCl dissolves faster in hot water, than in cold water. In addition, the students' drawings are dominated by the visible elements that could be observed, and the drawings express an understanding at the macro level.

---

# Innholdsfortegnelse

<b>Forord</b> .....	<b>2</b>
<b>Sammendrag</b> .....	<b>3</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>4</b>
<b>Innholdsfortegnelse</b> .....	<b>5</b>
<b>1. Innledning</b> .....	<b>8</b>
<b>1.1 Tema og begrunnelse</b> .....	<b>8</b>
<b>1.2 Introduksjon</b> .....	<b>8</b>
<b>1.3 Problemområde</b> .....	<b>10</b>
1.3.1 Problemstilling .....	10
1.3.2 Forsknings spørsmål.....	11
<b>1.4 Oppgavens oppbygning</b> .....	<b>11</b>
<b>1.5 Begrepsavklaring</b> .....	<b>11</b>
<b>2. Teori og tidligere forskning</b> .....	<b>14</b>
<b>2.1 Forståelse</b> .....	<b>14</b>
2.1.1 Konstruktivisme og kognitivismen .....	14
2.1.2 Kjemiens tre dimensjoner .....	15
2.1.3 Misoppfatninger og alternative forestillinger .....	16
<b>2.2 Forklaringer</b> .....	<b>18</b>
2.2.1 Å skrive i naturfag.....	18
2.2.2 Typer av forklaringer .....	19
2.2.3 Forklare naturvitenskapelig fenomener.....	22
<b>2.3 Representasjoner</b> .....	<b>25</b>
2.3.1 Representasjoner på mikronivå .....	26
2.3.2 Modeller .....	27
2.3.3 Tegninger .....	28
<b>3. Metode</b> .....	<b>31</b>
<b>3.1 Kvalitativ forskningsmetode</b> .....	<b>31</b>
3.1.1 Tekstanalyse og innholdsanalyse .....	31
3.1.2 Problemer ved innholdsanalyse .....	32

---

<b>3.2</b>	<b>Datainnsamling .....</b>	<b>33</b>
3.2.1	Utvalg .....	33
<b>3.3</b>	<b>Kvalitetsvurdering .....</b>	<b>33</b>
3.3.1	Validitet .....	33
3.3.2	Reaktivitet .....	33
3.3.3	Reliabilitet .....	34
3.3.4	Etiske hensyn.....	34
<b>3.4</b>	<b>Beskrivelse av datainnsamlingen .....</b>	<b>35</b>
3.4.1	Beskrivelse av modeller brukt i undervisning.....	36
3.4.2	Undervisning .....	36
3.4.3	Forbedringer av metoden .....	39
3.4.4	Oppgavetekstens ordlyd .....	40
3.4.5	Studiens kvalitetsvurdering.....	40
<b>4.</b>	<b>Analyse .....</b>	<b>42</b>
<b>4.1</b>	<b>Databehandling og analyse.....</b>	<b>42</b>
4.1.1	Tolkningsprosessen .....	42
4.1.2	Analysestrategier .....	42
4.1.3	Elevenes forklaringer og tegninger .....	43
<b>4.2</b>	<b>Elevenes forklaringer og tegninger.....</b>	<b>43</b>
4.2.1	Kategorisering av elevenes forklaringer.....	44
4.2.2	Ord og begreper .....	46
4.2.3	Kategorisering av tegningene til elevene .....	47
4.2.4	Elementer i tegningene .....	49
<b>5.</b>	<b>Resultat.....</b>	<b>51</b>
5.1.1	Ord og begreper .....	51
5.1.2	Synlige og usynlige elementer.....	51
5.1.3	Makronivå og mikronivå.....	52
<b>5.2</b>	<b>Elevenes forklaringer .....</b>	<b>52</b>
5.2.1	Ord og begreper i forklaringene.....	53
5.2.2	Forklaringer – uttrykt forståelse.....	54
<b>5.3</b>	<b>Elevenes tegninger .....</b>	<b>58</b>
5.3.1	Elementer i tegningene .....	58
5.3.2	Tegningene – uttrykt forståelse .....	60
<b>5.4</b>	<b>Noen elevsvar.....</b>	<b>64</b>

---

5.4.1	Elev x – Oppgave A .....	65
5.4.2	Elev y – Oppgave A .....	66
<b>5.5</b>	<b>Misoppfatninger i elevenes forklaringer og tegninger .....</b>	<b>67</b>
<b>6.</b>	<b><i>Diskusjon</i> .....</b>	<b>68</b>
<b>6.1</b>	<b>Uttrykt forståelse .....</b>	<b>68</b>
6.1.1	Makronivå .....	68
6.1.2	Mikronivå .....	69
6.1.3	Misoppfatninger .....	71
<b>6.2</b>	<b>Å forklare hva vs å forklare hvorfor .....</b>	<b>72</b>
6.2.1	Typer forklaringer .....	72
6.2.2	Forklaringer og kontekst .....	73
<b>6.3</b>	<b>Tegninger og elementer .....</b>	<b>76</b>
6.3.1	Mentale modeller .....	76
6.3.2	Elementer .....	78
6.3.3	Modeller .....	79
<b>7.</b>	<b><i>Konklusjon</i> .....</b>	<b>81</b>
<b>7.1</b>	<b>Svar på problemområde .....</b>	<b>81</b>
<b>7.2</b>	<b>Begrensninger ved resultatene og videre forskning .....</b>	<b>84</b>
7.2.1	Begrensninger ved resultater .....	84
7.2.2	Videre forskning .....	84
	<b><i>Litteraturliste</i> .....</b>	<b>86</b>
	<b><i>Vedlegg 1</i> .....</b>	<b>91</b>



---

# 1. Innledning

## 1.1 Tema og begrunnelse

Temaet for denne masteroppgaven er *Hvordan viser ungdomsskoleelever forståelse i naturfag*, nærmere bestemt i kjemi. Jeg synes dette temaet er interessant fordi elever ofte kan ha utfordringer med å forstå sentrale naturfaglige prosesser, og kan for eksempel ha forestillinger om at luft er ingenting. Mange elever kan også ha ufullstendig forståelse for kjemiske reaksjoner og andre prosesser som foregår på mikronivå. Det å forstå naturfaglige prosesser på mikronivå opplevde jeg som utfordrende da jeg var elev, og jeg har som lærer fått erfare at elever ofte kan ha utfordringer med å forstå de underliggende prosessene som ikke kan observeres på makronivå, men som finnes på mikronivå. Ringnes og Hannisdal (2014) påpeker at forskning viser at elever har oppfatninger som ikke samstemmer med naturvitenskapen og de mener at disse oppfatningene i kjemi kan ha en sammenheng med at kjemien som undervises på skolen inkluderer abstrakte prosesser på mikronivå. På bakgrunn av min erfaring som elev, som lærer og det Ringnes og Hannisdal (2014) påpeker, er jeg derfor interessert i å se på hvordan elevers uttrykker forståelse i naturfag og kjemi. Jeg ønsker å se på elevenes forklaringer av et hverdagslig fenomen og på hvilke måter de uttrykker sin forståelse i skriftlige beskrivelser og tegninger av fenomenet.

## 1.2 Introduksjon

I 2020 ble det innført ny læreplan og Kunnskapsløftet 2020 ble delvis innført samme høst. I overordnet del og kompetanse i fagene blir det poengtert at elevene skal ha kunnskap som innebærer det å kjenne til og forstå fakta, ideer, begreper, sammenhenger og teorier i innenfor ulike temaer. I tillegg til denne kunnskapen skal elevene ha ferdigheter som betyr at de skal beherske handlinger eller prosedyrer for å utføre oppgaver eller problemer og omfatter praktiske, kognitive, motoriske, språklige og kreative ferdigheter. Elevene skal også ha forståelse og evnen til å resonnerer og tenke kritisk. Disse evnene er viktig for å forstå teoretiske resonnementer og for å utføre praktiske oppgaver (Kunnskapsdepartementet, 2017). Når det kommer til læreplan i naturfag og fagets relevans og verdier, beskrives faget som et sentralt fag for å beskrive og forstå hvordan vår fysiske verden er bygget opp (Utdanningsdirektoratet, 2020). Læreplanens kjerneelement om energi og materie poengterer at elevene skal forstå hvordan vi bruker sentrale teorier, lover og modeller for å forstå vår fysiske verden, og hvordan

---

begreper om energi, partikler og stoffer er sentrale for å forstå dette (Utdanningsdirektoratet, 2020). Elevene skal anvende kunnskapen om energi og materie for å forstå naturfenomener og se sammenhenger i naturfaget. Denne kunnskapen går på å se på naturfenomener fra det konkrete til det abstrakte, og elever behøver øvelse i dette for å mestre, se og beskrive disse sammenhengene mellom det abstrakte og det konkrete.

Det å skrive i naturfag er en grunnleggende ferdighet og i læreplanen i naturfag (Utdanningsdirektoratet, 2020) og det påpekes at elevene skal skrive forklaringer basert på evidens, som vil si at de skal beskrive observasjoner og erfaringer. Når det kommer til utviklingen av skriveferdigheter i naturfag, går det fra å bruke tegninger og tekst til å gradvis ta i bruk mer presist språk med bruk av figurer og symboler. Elevene som deltok i datainnsamlingen til denne studien fikk i oppgave og først skrive forklaring og deretter tegne en forklaring. Ved å gjøre dette kan det ha gitt elevene erfaringer med det å utvikle sine skriveferdigheter med å anvende sin kunnskap om fenomenet til å produsere skriftlige forklaringer og tegnet forklaringen. Samt anvende de observasjonene de gjorde i gjennomføringen av forsøket som evidens til forklaringene.

I naturfag skal elever lære om mange ulike fenomener i naturvitenskapen som både kan observeres og ikke observeres. Og den første av de ti *big ideas* innenfor vitenskapen er at alt i universet består og er lagd av veldig små partikler (Harlen, 2010). Vi kan for eksempel observere nordlyset på himmelen, at det dannes rust på oksidert jern og at salt og sukker blir borte hvis vi blander det i vann. Det disse fenomenene har til felles er at vi kan se og observere de på et makronivå, og vi kan forklare de observasjonene vi gjør. Men disse fenomenene kan observeres på grunn av det som skjer på et ikke-observerbart nivå, mikronivå. Fenomenene må forklares med elementer og begreper innenfor naturfaget som vi ikke kan observere. Det å forklare og forstå et abstrakt naturvitenskapelig fenomen på mikronivå, kan ofte være utfordrende. Dette er fordi de består av en del elementer som ikke kan observeres, og derfor kan være vanskelig å få en tilstrekkelig forståelse for disse abstrakte fenomenene.

Naturvitenskapelige forklaringer om naturvitenskapelige fenomener involverer slike elementer på mikronivå, og inneholder begreper som atomer, ioner, molekyler og krefter, samt underliggende prosesser eller vitenskapelige teorier som kreves for å redegjøre for fenomenet (Braaten & Windschitl, 2011). Studier viser at når elever skal forklare et naturvitenskapelig fenomen forklarer de fleste elever på makronivå, mens et mindre antall elever forklarer på mikronivå (Brosnan & Reynolds, 2001; Ebenezer & Erickson, 1996; Sequeira & Leite, 1990).

---

Representasjoner er også sentralt når det gjelder forklaringer, og er en viktig del av naturfaget for å få en tilstrekkelig forståelse av et fenomen. Representasjoner på mikronivå er et viktig element i prosessen med å evaluere elevers forståelse av fenomenet (Devetak et al., 2009; Gilbert, 2010). I denne studien blir elevers tegninger analysert og ser på den uttrykte forståelsen elevenes tegninger gir, og tegningene blir sett på som elevenes representasjon av det abstrakte fenomenet.

Denne masteroppgaven handler om elevers uttrykte forståelse om det hverdagslige naturvitenskapelige fenomenet å blande koksalt (NaCl) og vann. I oppgaven ser jeg på om forklaringene til elevene uttrykker forståelse på et makronivå eller mikronivå. Oppgaven tar også for seg teori om ulike typer forklaringer og hvilken type forklaring som går igjen i elevenes besvarelser i oppgavens datamateriale. En annen sentral del ved masteroppgaven er elevenes tegninger det samme hverdagslige fenomener, om oppløsningen NaCl og vann. I tegningene ser jeg på hvilke elementer de består av. I likhet med forklaringene, blir også den uttrykte forståelsen i tegningene sett på. Det blir sett på om tegningene uttrykker en forståelse på makronivå eller mikronivå, og hva disse tegningene sier om deres mentale modeller om det abstrakte fenomenet.

## 1.3 Problemområde

Denne oppgaven tar for seg elevers uttrykte forståelse på makro- og/eller mikronivå i forklaringer om hva som skjer når NaCl blandes i vann. For å finne ut av dette blir elevers forklaringer hva som skjer når NaCl og vann blandes og om hvorfor NaCl løses raskere i varmt vann enn i kaldt vann, analysert. Oppgaven tar i tillegg for seg elevers tegninger om det samme hverdagslige fenomenet som i forklaringene. I tegningene blir det sett på hvilke elementer fra forsøket elevene gjennomførte, og hvilke av disse elementene som forekommer oftest og elevene fokuserer på i sine tegninger. Ved å se på forekomsten av elementene i tegningene, kan det gi et innblikk i deres mentale modeller om det abstrakte naturvitenskapelige fenomenet om NaCl løst i vann.

### 1.3.1 Problemstilling

Hvordan forståelse uttrykker elever når de skal forklare et naturvitenskapelig hverdagslig fenomen?

### 1.3.2 Forskningsspørsmål

På hvilke måter uttrykker ungdomsskoleelever sin forståelse om hva som skjer når man blander NaCl i vann?

Hva velger ungdomsskoleelever å fokusere på i sine tegninger om NaCl blandet i vann?

## 1.4 Oppgavens oppbygning

Denne oppgaven består av syv kapitler. Det første kapittelet som nå blir gjennomgått består av studiens tema og begrunnelse av tema og videre en introduksjon av oppgaven som presenterer problemområde og problemstilling i tillegg til forskningsspørsmål som danner grunnlaget i studien. I innledningen finner vi også en begrepsavklaring. I kapittel 2 blir teori og tidligere forskning presentert. I kapittel 3 redegjøres det for de metodiske tilnærmingene som er benyttet i denne oppgaven, mens i kapittel 4 blir analysen beskrevet. Kapittel 5 tar for seg presentasjon av resultatene, mens i kapittel 6 blir studiens resultater diskutert opp mot teori og tidligere forskning fra kapittel 2. Oppgaven avsluttes med kapittel 7 som tar for seg en oppsummering av problemstilling og forskningsspørsmål, konklusjon og til slutt begrensninger ved studiens resultater og forslag til videre forskning.

## 1.5 Begrepsavklaring

I dette delkapittelet blir begreper som går igjen i oppgaven bli presentert og forklart. Dette gjelder både fagbegreper i naturfag og begreper som kan ha ulike betydninger innenfor forskjellige temaer, og det vil derfor bli presisert i hvilken sammenheng disse begrepene brukes i denne masteroppgaven.

Tabell 1 Begrepsavklaring

Begrep	Definisjon
Abstrakt	I denne oppgaven brukes begrepet abstrakt om et fenomen som ikke kan observeres direkte, men som må forklares på mikronivå. Abstrakt vil si noe som ikke har direkte forbindelse med virkeligheten (Nilstun, 2020).

Fenomen	I denne oppgaven vil begrepet fenomen bli brukt om hverdagslige naturvitenskapelige fenomener.
Forklaring	I denne oppgaven brukes begrepet forklaring om naturvitenskapelige forklaringer.  Forklaringer i naturfag er redegjørelser som vektlegger prosesser og har en høyere andel verb som tar for seg handling, og formålet er at leseren skal forstå et fenomen eller en teori (Knain & Kolstø, 2011; Mork & Erlien, 2017).
Forståelse	I denne oppgaven brukes begrepet forståelse om elevens evne til å uttrykke sin kunnskap om salt og vann løst i vann.  Forståelse betyr å gripe mening om noe (Sletnes, 2021).
Makroskopisk (makro)	I denne oppgaven vil begrepet makroskopisk nå (makro) bli brukt til forklaringer og tegninger som viser til det som kan observeres  Det vi kan observere (se), ta på og lukte (Barke, 2015)
Mental modell	I denne oppgaven omtales mentale modeller om det elever tegner for å uttrykke det de forstår.  Hovedrollen til en modell er å tillate personen å forklare og danne antagelser om det fysiske systemet det representerer, og det må være funksjonelt for personen som konstruerer den mentale modellen (Greca & Moreira, 2000)
Mikroskopisk (mikro)	I denne oppgaven vil begrepet mikroskopisk (mikro) bli brukt til forklaringer og tegninger som viser til det som ikke kan observeres  Det vi ikke kan observere – ioner, atomer, molekyler og kjemiske strukturer (Barke, 2015)
Modell	I denne oppgaven blir begrepet modell brukt om vitenskapelige modeller, nærmere bestemt illustrasjonsmodeller der tegninger skal illustrere natriumklorid oppløst i vann.  I naturfagene brukes modeller for å beskrive og forklare sammenhenger i en komplisert virkelighet, og brukes til å representere en virkelighet som kan være et objekt, en prosess eller et system (Ringnes & Hannisdal, 2014).
Naturvitenskapelig forklaring	Involverer ofte elementer som ikke kan observeres, som atomer og molekyler, underliggende prosesser, eller vitenskapelige

---

	teorier for å redegjøre for naturlige fenomener (Braaten & Windschitl, 2011).
Observere	Det å observere er å bruke sansene, altså at vi ser, hører, føler og smaker (Hannisdal & Ringnes, 2013). I denne oppgaven brukes begrepet å observere om det man kan se.
Oppløsningen natriumklorid i vann	Når salt løses i vann, brytes ionebindingene og ionene frigjøres i vannet (Ringnes & Hannisdal, 2014).
Representasjon	I denne oppgaven blir begrepet representasjon brukt om elevers tegninger og hva de representerer om elevers forståelse.  Naturfagets fenomener kan representeres på ulike måter og vi har ulike representasjonsformer. En av representasjonsformene er billedlige/visuelle illustrasjoner som tar for seg bilder, diagrammer, tegninger, grafer og tabeller (Knain & Hugo, 2007)
Salt/natriumklorid/NaCl	I undervisningen ble ordet salt brukt om natriumklorid da elevene gjennomførte forsøket, og derfor brukes ordet salt i tekstoppgaven elevene fikk. Igjennom denne oppgaven derimot blir natriumklorid/NaCl brukt istedenfor salt. Natriumklorid er består av klor- og natriumioner.

---

## 2. Teori og tidligere forskning

I dette kapittelet vil relevant teori og tidligere forskning bli presentert. Innholdet handler om forståelse på makro- og mikronivå i tillegg til læringsteorier og misoppfatninger. Teori og forskning om forklaringer og forklaringsmodeller blir presentert og videre på representasjoner, modeller og tegninger.

### 2.1 Forståelse

Lipton (2009) påpeker at det er en tett sammenheng mellom det å forstå hvorfor og det å forklare hvorfor, og at det er fristende å identifisere forståelse med å ha en forklaring. Når det kommer til å forståelse, deler Skemp (1976) det inn i to nivåer. Det ene nivået er instrumental forståelse, som vil si å vite hvordan og eleven kan en regel og er i stand til å bruke den, mens det andre nivået er relasjonell forståelse, som vil si å vite hvorfor og reflekterer meningsfylt læring der eleven vet hva den skal gjøre og hvorfor den gjør det (D. Treagust et al., 2003).

#### 2.1.1 Konstruktivisme og kognitivism

Den sosiale konstruktivismen går ut på at både læring og kunnskap på sees på i sammenheng med kulturen, språket og fellesskapet individet tilhører (Imsen, 2020). Konstruktivisme tar utgangspunkt i teori om kunnskap og hva det vil si å tilegne seg kunnskap (Imsen, 2020). Glaserfeld (1995) påpekte at mennesker som tenkende vesener ikke har noe annet alternativ enn selv å konstruere vår egen kunnskap ut ifra våre egne erfaringer. Det er samspillet mellom det å gjøre noe og de hva handlingen førte til som danner grunnlaget for erfaringer. Og det er disse erfaringene og når individet forstår sammenhengen til dette samspillet at en lærer noe (Imsen, 2020). Læring blir på denne måten noe eleven bidrar til gjennom aktivitet og handling. Kognitiv konstruktivisme vektlegger hva som skjer med individets mentale strukturer under læringen. Læringen blir derfor en sak mellom enkeltindividet og verden rundt, og selve konstruksjonen av læring skjer hos den som lærer og blir først og fremst noe privat for enkeltindividet (Imsen, 2020). Når det gjelder kognitiv konstruktivisme tar teorien i liten grad i betraktning at læring foregår i samhandling med andre, og at kunnskapen er sosialt konstruert (Imsen, 2020).

Imsen (2020) påpeker at kognitive læringsteorier har til felles at de vektlegger de indre tankeprosessene hos enkeltindividet, og de delene som inngår i læringsprosessen. Begrepet

---

kognitiv brukes om det å tilegne seg og å kunne bruke kunnskap. I tillegg kan begrepet brukes om blant annet om forståelse, hukommelse og læring (Manger et al., 2015). Evnen til å tenke, huske, løse oppgaver og å kunne sette seg inn i egne tanker handler om enkeltindividets kognitive funksjon. Innenfor kognitiv læringsteori er hukommelse og læring sentralt (Imsen, 2020). Hukommelsen er ikke for å lagre informasjon, men å gjengi informasjon, og man lærer ved å danne assosiasjoner.

Når det kommer til å danne assosiasjoner så kommer man inn på interferenseffekten. Interferenseffekten går ut på at man glemmer noe man har lært på grunn av proaktiv hemming eller på grunn av retroaktiv hemming (Imsen, 2020). Interferenseffekten er altså størst hvis læringsaktivitetene er forholdsvis like og når det er kort tid mellom læringsaktivitetene. Repetisjon og arbeidsminne er sentrale innenfor kognitiv læringsteori (Imsen, 2020) og når man skal lære noe er det derfor viktig å repetere kodingen i arbeidsminnet så mange ganger at lagringen i langtidsminnet blir forsterket. Elever vil ofte ha ulik kunnskap fra det forskere har, og lærere må være klar over at man ikke kan forvente at elever kan gi den samme forklaringen som en ekspert kan og dette da spesielt i undervisning der emnene er spredd utover og de er lite koblet til hverandre (Taber, 2015). Men med dette kan man da se et problem ved den pedagogiske logikken der standarden er å undervise emnene på tvers av trinn og perioder, som elevene kan oppleve som en fullstendig frakopling og går videre til noe annet og ikke ser sammenhengene. Kjemi bygger på en rekke konsepter og prinsipper som er grunnleggende i faget og for å lære faget (Taber, 2015), og lærere må derfor arbeide med hva som er grunnleggende og hvordan annet stoff passer rundt den konseptuelle kjernen.

### **2.1.2 Kjemiens tre dimensjoner**

I boken *Kjemifagdidaktikk* viser Ringnes og Hannisdal (2014) en modell av de tre dimensjonene i kjemien. Disse dimensjonene er makro-, mikro- og representasjonsnivå (representasjonsnivå blir også omtalt som symbolnivå). Makroskopisk nivå (makronivå) representerer stoffer og deres egenskaper og reaksjoner, mens vi tolker det som skjer med stoffene på mikroskopisk nivå (mikronivå) ut fra partiklene de er bygd opp av og partiklenes organisering (Ringnes & Hannisdal, 2014). Mikronivået viser de atomene, ionene, molekylene og kjemiske strukturene som er involvert, mens representasjonsnivået viser formler, symboler, ligninger, og lignende. Når det kommer til det å forstå kjemi, påpekes det at kjemi er vanskelig å forstå hvis man går rett fra makro nivå til representativt nivå med formler og symboler (Taber, 2015). Dette blir begrunnet med at elever memorerer formler og ligninger, men har



---

ikke sjans til å forstå det. Elevene må introduseres for fenomenet på det mikroskopiske nivået for å få en forståelse av hvilke partikler som inngår i det makroskopiske fenomenet. Det er ut ifra endringer på mikronivået man prøver å forklare de observasjonene man gjør om stoffenes egenskaper og reaksjoner på makronivået (Ringnes & Hannisdal, 2014).

Taber (2015) mener konseptuell integrasjon bør være et klart mål i naturfagundervisningen og bør ha en høyere profil i forskning om elevforståelse i naturfag. En av de beste måtene å fastslå om elever har konseptuell forståelse i kjemi er å se på i hvilken grad elevene korrekt kan uttrykke deres mentale modeller om et relativt komplekst kjemisk problem. Konsepter er mentale aspekter hos enkeltindividet som utgjør hvordan man forstår verden, og mentale modeller hjelper elever å organisere deres erfaringer inn i meningsfulle kognitive strukturer som tillater dem å velge ut og transformere informasjon og forme hypoteser (Suits, 2015). Konseptuell forståelse i kjemi krever anskaffelse og integrasjon av flere representasjoner på tre ulike nivåer. Suits (2015) beskriver de tre nivåene og hvordan de er koblet sammen som en skala fra konkret til abstrakt, der makronivå er det høyeste nivået på skalaen og er konkret, mikronivået er midt på skalaen mellom konkret og abstrakt, og til slutt representasjonsnivået er det nivået som er mest abstrakt. Kjemilærere mener at elever kan forstå kjemi bare hvis de klarer å bruke disse nivåene av representasjoner og når de klarer å se sammenhengene mellom dem (Suits, 2015). Når det kommer til mikronivået og de prosessene som foregår på dette nivået, har elever ofte vanskeligheter med å forstå (Teichert et al., 2008).

### **2.1.3 Misoppfatninger og alternative forestillinger**

Lærere bruker ofte metaforer og analogier når de underviser om abstrakte temaer (Taber, 2015), og dette gjøres i stor grad for å gjøre det ukjente fagstoffet mer kjent for elevene. Men Taber påpeker at når lærere bruker metaforer og analogier for å menneskeliggjøre atomer og molekyler for elever, kan dette tilby en kjent måte å tenke på det mikronivået som mange elever lett tar til seg. Men denne menneskeligjøringen kan for elever også være vanskelig å komme seg videre fra, som igjen kan skape og danne misoppfatninger hos elevene som tilegner seg disse metaforene og analogiene som blir brukt.

Sjøberg skriver boken *Naturfag som allmenndannelse* (2009) at vi alltid er aktive i å konstruere vår egen virkelighet, og at den aktive konstruksjonen av mening skjer som en prosess i en sosial, historisk, språklig og kulturell sammenheng hos hvert enkelt individ. Men når mennesker skal konstruere sine oppfatninger av verden, hender det ofte at disse

---

oppfatningene er annerledes enn virkeligheten (Sjøberg, 2009). Misoppfatninger er forestillinger og oppfatninger som ikke tilsvarer fagkunnskapen, og som deles av mange elever og benyttes i ulike sammenhenger (Ringnes & Hannisdal, 2014). Til forskjell fra hverdagsforestillinger er ikke misoppfatninger like varige, og elever kan skifte ut de gamle misoppfatningene ved å foreta nye konstruksjoner og skape ny forståelse. Ringnes og Hannisdal (2014) forklarer at en vanlig misoppfatning elever har når det gjelder natriumklorid, er at ett natrium-ion er bundet til ett klorion som en enhet, og ikke som en saltkrystall som er koblet sammen av flere natrium- og klorioner i et ionegitter som er koblet sammen med sterke ionebindinger. I tillegg oppfatter mange elever det faste stoffet NaCl er bygget opp av frie «NaCl-molekyler». Grunnen til disse misoppfatningene peker de spesielt på måten å introdusere reaksjonen mellom natrium og klor som elektronoverføring. De mener også at skrivemåten NaCl er uheldige ved at de ikke viser at saltet består av ioner i et nettverk (Ringnes & Hannisdal, 2014).

Noen utfordringer elever har med å forstå i kjemi, inkluderer aspekter i kjemien som handler om forklaringer om observasjoner om løsninger og reaksjoner. Teichert et al. (2008) påpeker at noen vanlige misoppfatninger i litteraturen er at ioniske forbindelser eksisterer som molekyler eller at de bryter opp i nøytrale atomer i løsningen, fremfor de enkelte ionene de ioniske forbindelsene består av, som også Ringnes og Hannisdal (2014) påpekte. En annen misoppfatning er at oppløste forbindelser danner kjemiske bindinger med vann, og at oppløste forbindelser går gjennom andre kjemiske reaksjoner med vann. I studien fant de at selv om elevene var i stand til å forstå natriumklorid oppløst i vann som atskilte ioner i den sammenheng med evnen saltet har til å lede strøm, men de var mindre i stand til å gjøre den samme assosiasjonen da de like etter skulle gjøre det samme, men denne gangen bare i kokende vann. Det viste det seg at konteksten var en avhengig faktor for elevenes evne til å koble det mikroskopiske nivået til det makroskopiske fenomenet (Teichert et al., 2008).

Taber (2015) mener at en vanlig ting som skjer i naturfagundervisningen er at elever vil mislykkes i å gjøre de koblingene læreren håper at de skal utrette. Til og med koblinger som lærere kan mene er åpenbare. Han påpeker at konteksten kan være en avgjørende faktor for hvor lett elever tar koblingene og bruker den kunnskapen de har tilegnet seg (Taber, 2015). Videre påpeker Taber (2015) at en elev kan ha god konseptuell kunnskap i kjemi uten at konseptet samsvarer med den vitenskapelige kunnskapen, og at elever ofte kan ha isolerte alternative forestillinger. I tillegg kan elever ha godt integrerte teoretiske rammer rundt de alternative forestillingene, som for eksempel de teoretiske rammene rundt forklaringen av

---

prinsippet at atomer «trenger/vil ha» åtte elektroner i ytterste skall og at kjemiske prosesser skjer slik at dette behovet møtes. Slike nettverk består vanligvis av en blanding av alternative forestillinger og mer akseptable konsepter. Tan og Treagust (1999) undersøkte hvorfor mange elever ikke forstår sammenhengen mellom ioneforbindelser og ionegitter. De beskriver i sine resultater at en grunn til at elever har en molekylær forståelse for ioneforbindelser er på grunn av måten det blir presentert i undervisningen. De forklarer at når lærere underviser om ioneforbindelser, tegnes det en overføring av et elektron fra et natrium atom til et klor atom for å danne et positivt natrium ion og et negativt klor ion. Deretter viser de til at det er dannet et ionepar og at natrium og klor tiltrekkes av sterke elektrostatiske krefter. Dermed vil elevene danne et bilde av at natriumklorid er én enhet, og at mange elever ikke vil forstå sammenhengen mellom ioneforbindelser og ionegitter (Tan & Treagust, 1999). De alternative forestillingene elevene innehar begrenser ofte den teoretiske progresjonen innenfor vitenskapelig forståelse (D. F. Treagust & Duit, 2008).

Mange elever har alternative konsepter som er vanskelige å endre (Taber, 2015), og en av grunnene til dette er utvikling av konsepter som baserer seg eller bygger på andre konsepter. Disse konseptene går ofte ikke ut på det samme som det konseptet de skal ha kunnskap om. Med dette menes det for eksempel når elever lærer om prosesser, er det vanlig at de tenker på disse feil i forhold til stoffer. Elevene kan tenke på dette feil ved at de for eksempel ser på prosessen oppvarming som et stoff istedenfor en prosess. Konsepter er preget av et assosiativt aspekt, hvor forståelsen til en person for et gitt konsept avhenger av hvordan dette er forstått i sammenheng med andre konsepter. Med dette menes, hvis en persons konsept av «element» er koblet til deres konsept for «stoff» fordi de forstår et element som en type stoff, vil deres forståelse av element være tett koblet til hvordan de forstår begrepet stoff.

## 2.2 Forklaringer

### 2.2.1 Å skrive i naturfag

Knain (2005) påpeker i artikkelen om skriving i naturfag at gjennom å skrive og forklare innenfor naturfagets problemområder kan elever lære begreper, teorier og klassifiseringer som er viktige i faget. Han diskuterer videre at det er den virkelighetsbeskrivende vi klarest forbinder med naturfaget, der virkeligheten kan være idealisert, fiktiv og abstrakt. Det som ofte skaper utfordringer for læring, er læring av begreper ettersom noen kan være veldig

---

abstrakte (Mork & Erlien, 2017). De er utfordrende fordi de ofte ikke kan forstås isolert, men tilhører et nettverk av ord som er relatert til hverandre og forståelsen av begreper bygger på tidligere erfaringer med, og forståelsen av andre begreper (Mork & Erlien, 2017).

J.D. Herron (1996) definerer ordet begrep slik (oversatt i Ringnes & Hannisdal (2014, s. 52):

*Et begrep er et sett av spesifikke objekter, symboler eller hendelser som grupperes sammen på basis av felles karakteristika, og som kan omtales med et bestemt navn eller tegn (Ringnes & Hannisdal, 2014, s. 52)*

Ringnes og Hannisdal har ut ifra denne definisjonen inndelt begreper i kjemien i tre grupper: Objekter, symboler og hendelser. Begreper innenfor objekter vil si metall, væske og syre. Mens symboler vil si begreper som inneholder den kjemiske formelen til stoffene som for eksempel NO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, O<sub>2</sub>. Og hendelser vil si begreper som sier noe om prosessene som oppstår som smelting, felling og reduksjon (Ringnes & Hannisdal, 2014)

## 2.2.2 Typer av forklaringer

Gilbert (1998) viser til Martin (1985) som påpeker at ordet *forklaring* blir brukt til å referere til ulike ting innenfor vitenskapen, og viser til fem betydninger om *en forklaring* i vitenskap og naturvitenskapelig utdanning kan ha:

1. en avklaring om hva en setning betyr i en naturvitenskapelig kontekst
2. en begrunnelse for en tro eller handling
3. en enkel beskrivelse om en tilstand, hendelse eller prosess
4. en teoretisk avledning til lover
5. funksjonelle beretninger om organer og institusjoner

Martin (1985) viser i tillegg til fem typer av forklaringer: intensjonell, beskrivende, tolkende, kausativ og prediktiv forklaring. Hvor de fem betydningene av en forklaring som er nevnt ovenfor går derfor innenfor disse fem typene av forklaringer. Betydning 1 går innenfor deskriptiv forklaring ettersom det er en avklaring av mening og går innenfor vitenskapelige forklaringer ettersom den avklarer hva setningen betyr i en naturvitenskapelig kontekst. Betydning 3 går innenfor årsakende forklaring ettersom det går inn på årsakssammenhengen og forklaringen beskriver hva, hvordan og hvorfor. Det er betydning 1 og 3 som er relevante når det gjelder naturvitenskapelige forklaringer.

I artikkelen om forståelse uten forklaring påpeker Lipton (2009) at forklaringer kan gi informasjon om årsaken til fenomenet, hvordan fenomenet oppstår eller hvordan det kan

---

oppstå, og forklaringer kan vise hvordan fenomenet passer inn i et større omfang. Det å forstå hvorfor et fenomen oppstår mener Lipton (2009) er en kognitiv handling og en større kognitiv handling enn å vite at fenomenet oppstår. Ettersom det er en ting å vite at noe skjer, mens det er noe annet å forstå hvorfor. Han mener at med en forklaring er det mer naturlig å identifisere forståelse med de kognitive fordelene forklaringen gir, enn forklaringen i seg selv. Lipton (2009) påpeker også at man kan skape rom for muligheten til at forståelse kan oppstå på andre måter, ved å skille forklaringer fra forståelsen de gir. Det å forstå hvorfor et fenomen oppstår er mer enn å vite at det oppstår, ettersom det er mer kunnskap i å forstå enn i det å vite. Forklaringer gir oss denne kunnskapen, men kunnskapen kan også bli anskaffet på andre måter. Lipton (2009) påpeker at det er fire kognitive fordeler med forklaring: årsakende, nødvendig, mulig og enhetlig. Han skriver i sin konklusjon at bilder og modeller kan gi årsakende informasjon, at tankeeksperimenter kan vise nødvendighet, falske forklaringer kan gi informasjon om forklaringens mulighet og eksempler eller teorier som forklaringen støtter kan gi enhetlig forening. Lipton (2009) mener at disse fire kognitive fordelene kan produsere en «aha» følelse.

Naturvitenskapelige forklaringer om naturlige fenomener involverer ofte elementer som ikke kan observeres, som atomer og molekyler, krefter, underliggende prosesser eller vitenskapelige teorier for å gjøre rede for naturlige fenomener (Braaten & Windschitl, 2011). Hempel og Oppenheims forklaringsmodell, deduktiv-nomologisk modell, i de Andrade et al (2019) beskriver en definisjon om naturvitenskapelige forklaringer som tar for seg at forklaringer er suksessfulle hvis de er logisk trukket fra tidligere teorier og lover. Slike forklaringer er f.eks. at man forklarer lengden på skyggen til en flaggstang ved å se det fra et fakta-perspektiv om optikk (de Andrade et al., 2019). Braaten og Windschitl (2011) tar i sin artikkel om naturvitenskapelige forklaringer for seg fem forklaringsmodeller for naturvitenskapelige forklaringer.

Den første forklaringsmodellen Braaten og Windschitl (2011) beskriver er lovdekkende («Covering Law») som opprinnelig kommer fra deduktiv-nomologisk forklaring. Lovdekkende forklaringsmodell er en modell om hendelser som kan bli «dekket» av en lov. Forklaringer inne for denne forklaringsmodellen karakteriseres av deduktive argumenter som beskriver hendelser som et resultat av logiske og naturlige lover. Et problem med denne modellen er at det kan fostre en algoritmisk tankegang, men elever får ikke utviklet en dypere forståelse da de ikke trenger å engasjere seg i resonnementet for å bruke loven (Braaten & Windschitl, 2011). Mens den andre forklaringsmodellen er statistisk/probabilistisk modell som tar for seg

---

naturvitenskapelige forklaringer om hendelser for fenomener som ikke er «dekket» av lover, (Braaten & Windschitl, 2011). Forklaringsmodellen engasjerer elever i å forklare ut ifra store datasett, men det tar oppmerksomheten bort fra fenomenet og «begraver» årsaken til hendelsen.

Den tredje forklaringsmodellen er årsaksforklaringsmodell og modellen tar for seg forklaringer som fokuserer på arten av forklaringen og betrakter verdien av å se på de underliggende prosessene ved fenomenet for å forstå hvordan og hvorfor et fenomen oppfører seg som det gjør forklaringer. Innenfor denne modellen karakteriseres forklaringer av innføringer av mønstre, men søker bestemt etter de underliggende årsakene til hendelsen og forklaringer varierer ut ifra hvilken hensikt, formål og kontekst forklaringene skal gi svar på (Braaten & Windschitl, 2011; de Andrade et al., 2019; Gilbert et al., 1998), og elever engasjeres til å teoretisere de uobserverbare årsakene i observerbare hendelser. Videre på den tredje forklaringsmodellen er på pragmatisk modell (Braaten & Windschitl, 2011). Forklaringer som er innenfor denne modellen karakteriseres av at de avhenger av en delt enighet om «hvorfor»-spørsmålet og elevene oppmuntres til å kommunisere om normer og meninger for forklaringer som skaper mening. Den siste forklaringsmodellen Braaten og Windschitl (2011) tar for seg er enhetlig forklaringsmodell, og forklaringer innenfor denne modellen karakteriseres av at forklaringer om enkelte hendelser knyttes sammen ved å bruke sentrale teorier i naturvitenskapen. Enhetlig forklaringsmodell avhenger av *big ideas* innen naturvitenskapen for å gi et enhetlig rammeverk for å forstå flere relaterte fenomener (Braaten & Windschitl, 2011; de Andrade et al., 2019).

de Andrade, Freire og Baptistas (2019) artikkel om det å konstruere vitenskapelige forklaringer tar for seg en analyse som har mål om å karakterisere 8. trinns elevs vitenskapelige forklaringer. I studien har de tatt for seg to av de fem forklaringsmodellene for vitenskapelige forklaringer, årsaksforklaringsmodell og enhetlig forklaringsmodell (de Andrade et al., 2019). de Andrade et al (2019) påpeker i artikkelen at forklaringsmodellene er viktige i naturfag og at de ikke utelukker hverandre. Men at forklaringsmodellene kan brukes sammen fordi enhetsmodellen gir det teoretiske grunnlaget for forklaringen og forsøker å forklare fenomenet med så få naturvitenskapelige ideer som mulig, mens årsaksforklaringsmodellen gir sekvenser av informasjon om prosesser og sammenhenger hos fenomenet ettersom de skal identifisere årsakssammenhenger. de Andrade et al. (2019) understreker derfor at begge modellene gir elever en god forståelse av den logiske strukturen av naturvitenskapelige forklaringer. Denne ideen av naturvitenskapelige forklaringer har mye

---

til felles med Braaten og Windchitls (2011) teoretiske rammeverk der de påpeker at en forklaring inkluderer konstruksjonen av beskrivelser som gir fenomenet mening ved å beskrive hva som skjer. De bruker også big ideas i naturvitenskapen for å vise til teori om hvorfor og hvordan fenomenet oppstår/skjer.

Når det kommer til elevers forklaringer, vil de være enklere enn naturvitenskapelige forklaringer (Braaten & Windschitl, 2011; de Andrade et al., 2019). de Andrade et al. (2019) påpeker at studiens resultater viser at et fåtall elever presenterte en naturvitenskapelig forklaring på et høyt nivå, som vil si at de ga en årsakssammenhengende forklaring på hvorfor og hvordan et spesifikt fenomen oppstod. Dette gjorde de ved å bruke big ideas og etablerte et system av årsakssammenhenger. Resultatene viser at de fleste elevene ga forklaringer som beskrev hva som skjedde, men uten å gå mer inn på de underliggende prosessene. Eller så var forklaringene bare en presentasjon av informasjon (de Andrade et al., 2019). Elevene hadde en tendens til å redusere kompleksiteten av informasjonen og fokusere på et begrenset antall årsaker eller å fylle inn forklaringene med fragmenter av informasjon og ideer basert på sunn fornuft. De fant dessuten at det var tendenser på at elevene forsøkte å forenkle årsakene til fenomenet ved å forklare enkelte prosesser uten å forklare årsaken. Resultatene styrker ideen om at elever ofte forstår teoretiske konsepter og kan bruke de, som vil si at de forstår *hva* uten å forstå fenomenet i seg selv, altså uten å forstå *hvorfor* og *hvordan* (de Andrade et al., 2019).

Når elever skal skrive sine forklaringer påpeker Gilbert et al. (1998) at det er et viktig mønster mellom spørsmålene om stilles, og forklaringene de fremkaller. En forklaring er passende hvis forklaringen møter behovene til den som stiller spørsmålet som blir spurt. Verdien til en forklaring blir ofte beskrevet ut ifra dens nivå, makt eller omfang. Verdien bedømmes ut ifra fire kriterier. Det første kriteriet er forklaringen er sannsynlig å løse problemer som kan komme og om det passer det vi allerede vet (plausibilitet), det andre er hvor få konsepter som trengs i forklaringen (sparsomhet). Det tredje kriteriet er kontekster forklaringen kan brukes til (generaliserbarhet), og det fjerde er hvor mange antagelser forklaringen støtter (fruktbarhet) (Gilbert et al., 1998).

### **2.2.3 Forklare naturvitenskapelig fenomener**

Brosnan og Reynolds (2001) undersøkte mønstre i elevers naturvitenskapelige tenkning på tvers av fire ulike naturvitenskapelige fenomener, og fokuserte på endring med alder. I studien deltok det elever i tre aldersgrupper (11-12 år, 13-15 år, 16-17 år), og de fire

---

naturvitenskapelige fenomenene de så på var smelting, sukker løst i vann, forbrenning og rusting. Elevene ble vist forklaringer til fenomenene og ble spurt om forklaringene ga mening. Setningene ble satt sammen for å synliggjøre gode vitenskapelige forklaringer, vanlige misoppfatninger, og grunnleggende beskrivende og kausale kategorier knyttet til den fysiske verden (Brosnan & Reynolds, 2001). Forskerne kategoriserte elevenes svar til å være enten på makro-, mikro- eller innenfor mikronivå. Resultatene viser at elever de kategoriserer innenfor makronivå ignorerte begrepene molekyl og atom selv om begrepene ble nevnt, mens elever på mikronivå godtok setninger som beskrev endringer på atomnivå som bare mulig på molekylært nivå og brukte begrepene atom og molekyl i spontane kommentarer. Når det gjaldt aldersgruppen 13-15 år var en større andel av elevenes forklaringer på enten makronivå eller ikke klassifiserte. Brosnan og Reynolds (2001) fant i sin studie at det var få tegn som viste at elevene følte seg trygge med å forklare naturvitenskapelige forklaringer på mikronivå før de fylte 17 år. .

Når det kommer til elevers bruk av partikkelmodellen, gjennomførte Sequeira og Leite (1990) en studie om elevers bruk av partikkelmodellen til å forklare noen naturvitenskapelige hverdagsfenomener. Studien skulle identifisere ideene om partikler som ble brukt i elevenes forklaringer på mikronivå og for å få innsikt i deres tenkning når de forklarte fenomener som observeres på makronivå. Disse fenomenene kunne bli tolket av partikkelteorien på mikronivå. Studiens datamateriale ble innhentet med et spørreskjema som inneholdt seks problemer som handlet om hverdagssituasjoner, som bestod av fysiske fenomener som kan forklares med bruk av vitenskapelige teorier om partikler. Ett av de seks problemene elevene svarte på, var *hvis du putter en skje med salt i et glass fylt med vann, og etter en stund smaker vannet salt, forklar hvorfor dette skjer* (Sequeira & Leite, 1990). Elevenes svar ble deretter kategorisert inn kategoriene korrekt mikroskopisk, korrekt makroskopisk, beskrivende, tomrom i materie, bruk av alternative ideer, feil/alternative makroskopisk, uklassifisert og vet ikke. Resultatene fra studien konkluderte med at nesten alle elevene var ute av stand til, eller ikke føler nytten av å bruke partikkelmodellen til å forklare fenomenet. Studiens resultater viste at en mange elever hadde korrekt forklaring på makronivå, og Sequeira og Leite (1990) påpeker at en mulig grunn til at det var en høyere prosentandel av korrekt makroskopisk forklaring fremfor korrekt mikroskopisk forklaring, kan være på grunn av elevenes argumenter om at det å bruke partikkelmodellen i forklaringene «ville gjort ting med komplisert».

Studien til Sequeira og Leite (1990) hadde resultater som også viste at en stor andel av elevene ga beskrivende forklaringer og at de identifiserte det fysiske fenomenet som var involvert i



---

problemet, men elevene ga ikke noe mer forklaring til problemet. Det viste seg også at selv om elevene klarte å navngi fenomenet betydde ikke at de var i stand til å forklare det korrekt. Sequeira og Leite (1990) påpeker at på grunn av at elevene ikke var i stand til å forklare i detalj, var elevene de beste svarene for elevene var å navngi fenomenet og identifisere tilstandene i hver «overgang», og dette var alt de visste om fenomenet. Resultatene fra studien viste også at det var en lav prosentdel av elevene som hadde alternative mikroskopiske svar, og de argumenterer for at det kan tyde på at elevene ikke vet eller klarer å bruke konsepter og vitenskapelige teorier om partikler og ioniske forbindelser i forklaringene sine. Artikkelforfatterne konkluderte med at majoriteten av elevene som deltok i undersøkelsen brukte ikke spontant partikkelteori når de skulle forklare hverdagslige fenomener og de elevene som brukte partikkelmodellen sjeldent lyktes i forsøket. Funnene viser at noen elever ikke finner partikkelmodellen mer nyttig enn sin egen modell og bruker den derfor ikke (Sequeira & Leite, 1990).

Når elever skal forklare løsninger viser studien til Ebenezer og Erickson (1996) at elever sine forklaringer baserer seg på en kombinasjon av de hverdagslige erfaringene de har med løsninger og eksperimenter de har gjort på skolen. Studiens resultater viser at elevene hadde en tendens til å bruke deres hverdagslige erfaringer fremfor det de har lært på skolen. Elevene brukte for det meste de visuelle elementene i kjemiske endringer i sine resonnementer. De trekker også frem at elevene hadde en tendens til å fokusere på det de observerte og det som var synlig, fremfor det usynlige (Ebenezer & Erickson, 1996). Forklaringene som skulle ta for seg hva som skjedde på mikronivå lignet mer på noe de kunne observere og det som skjer på makronivå, fremfor å bruke molekyl- eller atommodeller i forklaringene. En oppløsnings-situasjon Ebenezer og Erickson (1996) så på var elevenes forklaringer om oppløsningen av sukker i vann. Resultatene om dette fenomenet viste at elevene konkluderte med at fast sukker ble omdannet til flytende sukker, da vann og sukker ble blandet. Denne oppløsningen har likheter med oppløsningen av NaCl i vann, ettersom man etter hvert ikke kan observere sukkeret og det blir løst opp i vannet ettersom vannmolekylene er polare og som gjør at de lett trekker på atomene sukkeret består av og derfor er sukker også lettøselig i vann.

Hesse og Anderson (1992) påpeker at selv om elevene bruker faguttrykket reaksjon i forklaringene sine om et naturlig fenomen, forstod de ikke at en kjemisk reaksjon involverte omorganiseringen av atomer, i tillegg hadde elevenes svar om enkle fenomen en tendens til å mangle sentrale kjemiske ideer. Det viser seg at elever bruker vitenskapelige faguttrykk på et generelt nivå og elevers forklaringer er ofte basert på intuisjon fremfor vitenskapelige

---

forklaringer de blir lært på skolen, og forklaringene inneholder ikke begreper som atomer og molekyler til tross for at elevene viste å forstå konseptet med en forbindelse etter at de forstod atommodellen (Athee & Varjola, 1998; Hesse & Anderson, 1992).

Studien til Athee og Varjola (1998) tar for seg blant annet ungdomsskoleelevers beskrivelse av begrepet kjemisk reaksjon, i tillegg til elevenes tanker om hva som indikerer at det har skjedd en kjemisk reaksjon. Studien så derfor på elevenes forståelse av hva en kjemisk reaksjon er, som går innenfor forståelse i kjemi. Athee og Varjola (1998) så på resultatene ut i fra om elevene hadde god eller dårlig forståelse. Resultatene viser at de fant at en mindre andel av elevene på ungdomsskolen ga svar som inkluderte elementer som indikerte god forståelse, og elever bruker fagbegreper på et generelt nivå. De mente at elevene hadde god forståelse for kjemiske reaksjoner hvis svarene elevene ga inkluderte elementer som handler om reorganisering av atomer, at bindinger brytes eller dannes, eller endringer av fysiske eller kjemiske tilstander (Athee & Varjola, 1998). Disse elementene er nesten alle prosesser som skjer på mikronivå, mens endringer på fysiske tilstander er et element på makronivå.

## 2.3 Representasjoner

Representasjoner er sentrale i prosessen når man skal lære noe fordi det er enhetene som all tenkning anses å finne sted i (Gilbert, 2010). Representasjoner er derfor en viktig del av det å lære naturvitenskap ettersom de er sentrale i det å gi forklaringer av naturvitenskapelige fenomener som baserer seg på evidens. Gilbert (2010) påpeker at representasjoner finnes i to grunnleggende former: intern og ekstern representasjon. Men at i all læring i naturvitenskapen så vil enkeltindividet danne tre nivåer av interne representasjoner: makronivå, mikronivå og symbolsk/representasjon nivå. Det å få en full forståelse av et gitt naturvitenskapelig fenomen krever at en klarer å produsere slike representasjoner og at man i tillegg klarer å bevege seg mentalt mellom dem (Gilbert, 2010; D. Treagust et al., 2003). Den evnen man skaper for å klare og koble disse mentale representasjonsnivåene sammen har blitt beskrevet som metavisualisering.

Tekster i naturfag er ikke kun satt sammen av ord, men de er multimodale ved at de inneholder representasjoner som for eksempel illustrasjoner. Illustrasjoner kan være bilder, tegninger, diagrammer, grafer og tabeller (Knain, 2005; Knain & Hugo, 2007), og ulike representasjoner har sine unike styrker for meningskaping, samtidig som tekstens mening realiseres også i

---

hvordan de ulike representasjonene virker sammen. En tekst mening kan for eksempel forståes bedre hvis man i tillegg til teksten kan lese av en modell som representerer tekstens innhold.

### **2.3.1 Representasjoner på mikronivå**

Devetak, Vogrinc og Glazar (2009) mener at representasjoner på mikronivå kan være et viktig element i prosessen med å evaluere elevens forståelse i tillegg til når man skal identifisere misoppfatninger innenfor kjemi. For å finne ut av dette utførte de en studie som undersøkte nivået av elevens forståelse av løsninger og prosessen oppløsning av ioniske og molekylære forbindelser på partikkelnivå (mikronivå). De var også interessert i å identifisere mulige misoppfatninger om oppløsningen av ioniske og molekylære forbindelser. I studien deltok elever på ca. 16 år, og studien er utarbeidet rundt forskningsspørsmål som handler om elevens prestasjoner om mikroskopiske problemer, hvordan elevene illustrerer sin forståelse om konsepter (løsninger, hydratisering, oppløsninger) på mikronivå med å bruke representasjoner på mikronivå og hva som er hyppigst av feilaktige eller ufullstendige tegninger som skulle representere mikronivå (Devetak et al., 2009).

Resultatene i studien til Devetak et al. (2009) peker på at elever har mest problemer med å representere løsningen av ioniske og molekylære forbindelser i vann på partikkelnivå. Studiens resultater presenterer også at det er svak elevforståelse når det kommer til oppløsningen av faste stoffer på mikronivå. Elevene har vanskeligheter med å tegne og forklare på mikronivå for å forklare spesifikke elementer i oppløsningen av ioniske og molekylære forbindelser i vann. Det viste seg også at elevene har dårlige evner når de skal bruke kunnskapen i nye situasjoner (Devetak et al., 2009). I tillegg hadde elevene misoppfatninger om ordningen av partiklene i løsningen og elevene tegnet ofte partiklene i løsningen i ordnet struktur enn tilfeldig (Devetak et al., 2009). Studiens siste forskningsspørsmål handlet som nevnt om forekomsten av feilaktige eller ufullstendige tegninger og er relatert til vanlige misoppfatninger om oppløsning av ioniske og molekylære forbindelser på mikronivå. Resultatene viser at den vanligste misoppfatningen om ioniske stoffer var at det ble skrevet molekyl istedenfor de enkelte ionene de ioniske forbindelsene bestod. De viste også til misoppfatninger som handlet om at størrelsen og/eller avstanden mellom partiklene i representasjoner på mikronivå ikke stemte (Devetak et al., 2009).

Treagust, Ghittleborough og Mamiala (2003) undersøkte rollen representasjoner på mikronivå har i kjemiske forklaringer og spesielt hvordan de gir mening. De var spesielt interessert i å se

---

på utviklingen av elevenes nivå av forståelse, og deres oppfattelse av det å «vite hvordan» og det å «vite hvorfor» som et resultat av å bruke ulike representasjoner som forklaringer i undervisningen (D. Treagust et al., 2003). Studiens resultater indikerer at effektiv læring på et å «vite hvorfor» nivå av forståelse krever bruk av flere representasjoner på mikronivå samtidig når man skal i forklaringer i kjemi. Men resultatene de kommer også frem til at elever ikke alltid forstår rollen til representasjoner (D. Treagust et al., 2003). Funnene i studien tyder på at når elevene kjenner til hvert representasjonsnivå (makro-, mikro- og symbol/representasjonsnivå) kan dette øke elevenes forståelse og deres evne til å forklare et konsept eller fenomen. Derfor kan denne utviklingen av elevenes forståelse på et «vite hvorfor» nivå bli koblet til deres erfaringer stoffer på et makronivå med representasjoner på mikronivå. Ettersom kjemien er så abstrakt av natur påpeker D. Treagust et al. (2003) at det krever bruk av representasjoner av det mikronivået for at elever skal utvikle en personlig forståelse av materie og stoffer, og de påpeker at til tross for lærerens innsats i å undervise, er det ikke nødvendigvis sikkert elever forstår rollen til representasjoner på mikronivå.

### 2.3.2 Modeller

Når det kommer til kjemi innenfor naturfag, finnes det mange modeller. Dette er på grunn av at kjemi har en spesiell plass innenfor naturvitenskapen ved at det er få observasjoner på makronivå som kan forstås uten å bruke modeller eller representasjoner som tar for seg de prosessene som skjer på mikronivået (Coll & Treagust, 2003). Når man skal nærme seg det ukjente i lys av det kjente, står modeller sentralt (Sjøberg, 2009). Modeller kan være fysiske etterligninger av det virkelige objektet, som for eksempel skalamodeller som er en modell laget i en annen størrelse enn det virkelige objektet. Men når en modell skal representere noe vi ikke kan se eller sanse, kan det bli komplisert, ettersom modellen ikke fanger alle egenskapene ved objektet og prosessen (Sjøberg, 2009). Modellen gir oss et språk å snakke i, og har en heuristisk og pedagogisk verdi ved å kunne sammenligne det usynlige med det synlige.

Modeller kan være av ideer, objekter, hendelser, systemer eller prosesser (Gilbert et al., 1998), og er en essensiell del av vitenskapen ettersom modeller og modellering står sentralt i hvordan forskere jobber (Bamberger & Davis, 2013). Modeller har en nøkkelrolle når det kommer til forklaringer innenfor vitenskapen (Gilbert et al., 1998). Dette er fordi modeller kan gi grunnlaget til alle fem typer av naturvitenskapelige forklaringer: intensjonell, beskrivende, fortolkende, kausativ og prediktiv. Modeller kan gi grunnlaget til forklaringene enten alene

---

eller i kombinasjon av forklaringer. I tillegg kan modeller maksimere nyttigheten av enhver forklaring ved å passe til den forklaringen som trengs til et spesifikt spørsmål. Ved å la elever bruke og konstruere egne modeller i undervisningen, kan det gi elever muligheten til å reflektere sine tanker og bruke de til å uttrykke mening og ideer om fenomenet som modellen skal representere (Bamberger & Davis, 2013).

Hovedrollen til en modell er å tillate personen å forklare og danne antagelser om det fysiske systemet det representerer, og det må være funksjonelt for personen som konstruerer den mentale modellen (Greca & Moreira, 2000). Coll og Treagust (2003) påpeker at enkeltindividet konstruerer mentale modeller for å tolke egne erfaringer og for å gi mening til deres fysiske verden.

### 2.3.3 Tegninger

*Drawings are often used to obtain an idea of children's conceptions.* (Ehrlén, 2009, s. 41)

Menneskers tegneferdigheter kan reflektere den kognitive kompetanse hos enkeltindividet, og man kan se på tegninger som et slags språk og som et verktøy for å dele sine kunnskaper og ferdigheter (Brooks, 2009). Vi kan derfor se på hvordan tegninger kan bidra til å formulere tanker og meninger, og tegninger kan være en representasjon for elevers tenkning om fenomener. Brooks (2009) mener at tegninger kan tjene et formål med å gi elever en eksperimentell forståelse ved at de engasjeres i det som skal tegnes. Når elever skal skape tegninger og engasjere seg i det som skal tegnes, krever det en kombinasjon av minne, erfaringer, fantasi og observasjon (Brooks, 2009).

Brooks (2009) henviser i sin artikkel til figurer som viser en illustrasjon om koblingen mellom tale og tegning, og at denne koblingen utvikler en visuell tanke som igjen skaper mening (Brooks, 2009). Figuren i artikkelen viser en overlappning av tanken eleven har og tegningen eleven konstruerer, som i overlappingen resulterer i en visuell tanke som skaper mening. Illustrasjonen viser at man kan se at på tegning som et viktig verktøy for å koble tenkning, og å skape mening. Tegning kan spille en viktig rolle når det kommer til å fokusere barns oppmerksomhet på spontane tanker, og å se sammenhenger mellom tankene ettersom en tegning ofte vil inneholde og synliggjøre essensen av en ide eller en tanke (Brooks, 2009). Når disse tankene eksisterer utenfor barnet, kan barnet arbeide med ideen sammen med andre ideer.

---

På denne måten kan tegninger derfor bli brukt som et utvekslingsmedium som kan danne en dynamisk funksjon og skape en utdyping av en ide og definisjonen av et konsept. Brooks (2009) påpeker at når barn tegner, vil tegningen involvere alle barnets tidligere og nåværende erfaringer, samt fantasi og fremvoksende tenkning. Når et barn har fått kompetanse innenfor et kulturelt verktøy som tegning, kan kommunikasjon mellom konsepter og ideer bli mulig gjennom kognitiv dialog med tegning, på denne måten blir tegninger et metakognitivt verktøy. Denne prosessen fra kognitiv dialog, til en kognitiv dialog med tegninger kan bli sett på som en del av loven om utvikling av høyere mentale funksjoner (Brooks, 2009).

Det sies at det er forskjellige metoder av representasjoner i barns tegninger (Ehrlén, 2009; Luquet & Costall, 2001). Det vil si at tegninger kan vise visuelt realistiske bilder som er gjengitt fra ett perspektiv, og tegninger kan vise intellektuelt realistiske bilder som får frem de viktigste egenskapene og de ulike teknikkene hos objektet. Piaget et al. (1979) beskrev barns representasjoner som en semiotisk funksjon, altså den kapasiteten til å representere noe grunnleggende med hjelp av et meningsinnhold. Dette kan enten være symboler som har en kobling til det de skal representere eller det kan være en figur eller modell som et barn konstruerer. Meningsinnholdet kan også være tegn som kan være vilkårlige og ha et kontroversielt forhold til det de skal representere, som er generelle og alminnelige. Tegninger blir ofte brukt for å få en ide av elevers oppfatninger, og når man i tillegg har elevenes forklaring av sin oppfatning av objektet, gir dette en funksjon som gir et formål å diskutere (Ehrlén, 2009). Dette er ettersom man da har både tegningen eleven har konstruert av et objekt eller fenomen, i tillegg til elevens oppfatning eller mening om det samme objektet eller fenomenet.

Willats (2005) beskriver i boken *Making sense of childrens drawings* de fire stadier i elevers tegninger. De fire stadiene er tilfeldig realisme, feilet realisme, intellektuell realisme og visuell realisme. I boken beskrives intellektuell realisme som stadiet der barn er i stand til å innse intensjonen med tegningen, men at barnets ide av realisme er annerledes enn en voksens. Tegninger innenfor dette stadiet inneholder blandinger av perspektiver, transparente og karakteristiske former (objektet er brettet ned). I tillegg til de fire stadiene blir det beskrevet et en alternativ beskrivelse av intellektuell realisme som kalles den interne modellen (Willats, 2005). Den interne modellen er barnets mentale representasjon av hele objektet, og ifølge denne tegner barn det de vet ut ifra den kunnskapen om et objekt uavhengig av et bestemt synspunkt. Det er derfor viktig at man må gjøre et skille mellom kompetanse og ytelse i tegninger. Dette skillet er viktig å gjøre ettersom tegninger barn konstruerer ikke nødvendigvis

---

gjenspeiler elevens kompetanse direkte, men kan i likhet med språket vise mange feil, avvik, endringer og lignende (Willats, 2005)

Ehrlén (2009) gjennomførte en studie for å få kunnskap om koblingen mellom elevers forestillinger og deres representasjoner av disse forestillingene i tegninger. For å finne ut av dette ble 18 elever intervjuet samtidig som de tegnet jorden. Resultatene i denne studien indikerer at barns tegninger kan bli brukt for å fange barnets forestilling om objektet, men bare ved å vurdere forklaringen barna selv gir til sine tegninger. Dette er fordi tegningen alene ikke kan si noe om forestillingen eleven har om objektet, men sammen med barnets forklaring kan man si noe om elevens forestilling.

En annen studie som tar for seg elevers tegninger var Adbo og Tabers (2009) longitudinelle studie av svenske videregående elevers utvikling av sentrale kjemiske konsepter. Målet med denne studien var å undersøke de mentale modellene elever utvikler om stoffer på mikronivå. I studien deltok 18 elever og de ble intervjuet om tegningene de hadde tegnet av atom, i tillegg til tegninger av stoffer i faste, væske og gass form (faseoverganger/partikkelmodellen). Intervjuene ble analysert for å identifisere mønstre i datamaterialet som ga innsyn i aspekter ved elevenes forståelse. Resultatene indikerer at modellen som ble brukt i undervisningen om atomer (Bohrs atommodell) gir elever et bilde av en uforholdsmessig stor og ubevegelig kjerne. Denne oppfatningen av atommodellen som gir en planetarisk modell av atomet som videre gir opphav til en logikk som fører til en immobilitet i faststoffet og som igjen fører til feil i forståelsen av faseoverganger. Resultatene indikerte også at endringer i undervisningsmetoder er nødvendig for å støtte elevers utvikling av mentale modeller som gjenspeiler det man ønsker at eleven skal oppnå av kunnskap. Studien til Adbo og Taber (2009) tar for seg kjemiske forbindelser, men det at elever har misoppfatninger om størrelser og avstand kan man også se i misoppfatninger om oppløsningen av ioniske forbindelser.

---

## 3. Metode

I det foregående kapittelet ble teori og tidligere forskning om elevers forståelse, forklaringer og tegninger presentert. Teori og tidligere forskning handlet om elevers forståelse på makro- og mikronivå, samt misoppfatninger i elevers forståelse som handlet om oppløsningen av ioniske forbindelser. I tillegg ble det presentert ulike typer forklaringer og forklaringsmodeller vi har i naturvitenskapen og forskning på hvordan elever forklarer naturvitenskapelige fenomener, og ble avsluttet med teori og forskning om tegninger og mentale modeller i naturfag.

I dette kapittelet beskriver jeg de metodiske valgene jeg har tatt for å besvare problemområdet om elevers forståelse for kjemi, når det kom til ioneforbindelser og oppløsningen av NaCl i vann. Kapittelet begynner med å beskrive kvalitativ forskningsmetode og forskningsdesign for studien. Videre begrunner jeg valgene som er tatt angående gjennomføringen av datainnsamlingen. Til slutt i kapittelet redegjøres det for forbedringer ved metoden, etiske betraktninger og forskningens kvalitet i studien.

### 3.1 Kvalitativ forskningsmetode

Kvalitative forskningsmetoder preges av et mangfold i typer data og analytiske fremgangsmåter (Thagaard, 2013), og har tradisjonelt blitt forbundet med forskning som innebærer nær kontakt mellom forsker og det som studeres, som ved deltakende observasjon og intervju. I tillegg omfatter kvalitative forskningsmetoder også analyser av verbale og visuelle uttrykksformer (Silverman, 2014; Thagaard, 2013). Thagaard (2013) påpeker at et fellestrekk ved kvalitative forskningsmetoder er at datamaterialet forskeren analyserer, uttrykkes i form av tekst og kan beskrive personers handlinger, utsagn, intensjoner eller perspektiver. Når det gjelder kategorien analyser av foreliggende tekster blir dette ofte brukt som et supplement til intervju og observasjon, og kan både være offentlige og private dokumenter (Thagaard, 2013)

#### 3.1.1 Tekstanalyse og innholdsanalyse

Den kvalitative analysen har som mål at en leser av forskningen skal ha mulighet til å få økt kunnskap om området som forskes på, uten å gå gjennom datamaterialet fra prosjektet (Tjora, 2021).



---

Tekstanalyse er et samlebegrep for ulike måter å nærme seg tekster og datamateriale på (Brottveit, 2018), og handler om å studere mening og å identifisere betydningsmønstre i tekster. Tradisjonell tekstanalyse forholder seg til det som sies i teksten, og hva den helt konkret representerer. Det som er sentralt i en tekstanalyse er tekstens bokstavelige betydning og dens allmenne forståelsesmåte.

Kvalitativ og kvantitativ innholdsanalyse baserer seg på en systematisk gjennomgang av teksters innhold. Kvalitativ innholdsanalyse gjennomføres av forskeren og går ut på å gå gjennom dokumenter med utgangspunkt i å kategorisere og registrere relevant innhold for problemstillingen. Ett av kjennetegnene Grønmo (2015) trekker frem ved kvalitativ innholdsanalyse er fleksibilitet, men at forskeren må avklare fokuset for undersøkelsen og datainnsamlingen i forkant av gjennomføringen av datainnsamlingen.

### **3.1.2 Problemer ved innholdsanalyse**

Grønmo (2015) beskriver ulike problemer som er knyttet til kvalitativ innholdsanalyse. Et av problemene han trekker frem er at innholdsanalyse kan bli utsatt for reaktivitet, at forskeren ber om at tekstene utformes, som når elever blir bedt om å skrive tekster om et tema. Dette kan føre til at utformingen av tekstene blir påvirket av forfatterens kjennskap til at innholdet skal bli analysert av forskeren. For å redusere denne påvirkningen påpeker Grønmo (2015) at deltakerne bør få god informasjon av forskeren om hvordan tekstene skal brukes i studien.

Et annet problem Grønmo (2015) beskriver er forskerens kontekstuelle forståelse, og at denne er begrenset. Med dette menes det at forskeren kan tolke innholdet av tekstene feil og har ikke vurdert godt nok hvem teksten er representativ for eller hvilken betydning teksten har. Grønmo (2015) påpeker derfor at forskeren må vektlegge det å forstå innholdet i teksten ut i fra den konkrete situasjonen tekstene er utformet og formidlet i. Tekstene må også forstås i lys av forfatterens antatte intensjoner, sosiale funksjon og lesernes mulige persepsjoner (Grønmo, 2015).

Det største problemet Grønmo (2015) er forskerens perspektiv, og at dette kan påvirke utvelgelsen og tolkningen av tekstene som er samlet inn. Han påpeker at et for snevert perspektiv kan føre til en skjev utvelgelse av tekster og at tekster som er relevante for problemstillingen kan bli oversett. Dette kan gjøre at tolkningen av innholdet blir ensidig (Grønmo, 2015), og kan gjøre at tolkningsmuligheter som er interessante og viktige kanskje ikke blir oppdaget eller drøftet.

---

## 3.2 Datainnsamling

Datainnsamling er en sentral del innenfor forskning, og man vil sitte igjen med data i fysisk form som tekster, intervjuer eller spørreskjemaer. Data blir skapt og utgjør koblingen mellom virkeligheten, analysen og tolkningen av virkeligheten (Christoffersen & Johannessen, 2012). Oppgavens datainnsamling blir presentert i underkategorien om utførelsen av datainnsamlingen.

### 3.2.1 Utvalg

Christoffersen og Johannessen (2012) påpeker at i all samfunnsforskning, både i kvantitative og i kvalitative undersøkelser, er å velge ut hvem som deltar en viktig del. Når man gjennomfører en kvalitativ undersøkelse blir informantene valgt ved strategisk utvalg og tar utgangspunkt i hensiktsmessighet, altså en utvelgelse som tar utgangspunkt i målgruppen som må delta for å få samlet inn nødvendig data (Christoffersen & Johannessen, 2012).

## 3.3 Kvalitetsvurdering

Kvaliteten til samfunnsvitenskapelige data må sees i sammenheng med hva datamaterialet skal brukes til (Grønmo, 2015). Kvaliteten i det samme datamaterialet kan variere og er avhengig av problemstillingen i studien, og datamaterialets kvalitet er høyere desto mer velegnet det er til å belyse problemstillingen.

### 3.3.1 Validitet

Når det kommer til validitet gir det er uttrykk for hvor godt datamaterialet svarer til forskerens intensjoner med datainnsamlingen og går det ut på datamaterialets gyldighet for problemstillingen som skal belyses (Grønmo, 2015). Validiteten er høy dersom datainnsamlingen og undersøkelsen resulterer i data som er relevante for problemstillingen, og validiteten viser i hvilken grad undersøkelsen egner seg til å samle inn data som er relevant i studien.

### 3.3.2 Reaktivitet

Grønmo (2015) påpeker at innholdsanalyse av og til kan bli utsatt for reaktivitet, og at dette er tilfellet hvis forskeren ber om at tekstene blir utformet. Som for eksempel når elever blir

---

bedt om å skrive stiler om et bestemt emne (Grønmo, 2015), og utformingen av disse tekstene kan bli påvirket av at elevene vet at forskeren skal analysere innholdet til tekstene. Denne påvirkningen kan bli kontrollert ved at deltakerne får god informasjon fra forskeren om hvordan tekstene skal brukes i studien, og at informasjonen bør være mest mulig lik til alle deltakerne i studien (Grønmo, 2015).

### **3.3.3 Reliabilitet**

Reliabiliteten viser hvor pålitelig datamaterialet er, og defineres som graden av samsvar mellom ulike innsamlinger av data om samme fenomen (Grønmo, 2015). Skilbrei (2019) påpeker at begreper reliabilitet handler om at man har skapt et materiale på en pålitelig måte, og at leseren kan stole på at resultatene ikke skyldes feil eller skjevheter. Grønmo (2015) skiller mellom to hovedtyper av reliabilitet. Den første er stabilitet, som vil si graden av samsvar mellom data om samme fenomen samlet inn med samme undersøkelsesopplegg på ulike tidspunkter. Reliabiliteten er høy hvis det er stort samsvar mellom datainnsamlingene på de ulike tidspunktene, i den forstand at det fungerer på samme måte på ulike tidspunkter. Den andre er ekvivalens, som er basert på samsvar mellom felles uavhengige datainnsamlinger på samme tidspunkt. Dalland (2020) påpeker at reliabilitet handler om pålitelighet og at målinger utføres riktig og at feilmarginer oppgis. Ved å redegjøre for hvordan man har samlet inn data til studien og hvilke feilkilder som kan ha påvirket resultatet får leseren mulighet til å vurdere påliteligheten til studien (Dalland, 2020)

### **3.3.4 Etiske hensyn**

I arbeidet med forskning har forskeren et etisk ansvar og må derfor ta for seg flere etiske vurderinger. Christoffersen og Johannessen (2012) refererer til tre typer hensyn der det første er tar for seg deltakerens rett til selvbestemmelse og autonomi som innebærer at deltakeren bestemmer over egen deltakelse og skal samtykke til å delta og kan når som helst trekke seg uten å måtte begrunne det. Det andre hensynet handler om forskerens plikt til å respektere deltakerens privatliv, og innebærer at deltakeren kan nekte forskeren adgang til opplysninger om seg selv og at forskeren må ivareta deltakerens konfidensialitet og ikke bruker opplysninger i studien som kan identifisere deltakeren (Christoffersen & Johannessen, 2012). Det tredje hensynet handler om at forskeren har et ansvar for å unngå skade, og innebærer vurderinger knyttet til datainnsamlingen og om den kan være til skade for deltakeren (Christoffersen & Johannessen, 2012).

---

### 3.4 Beskrivelse av datainnsamlingen

I denne studien er jeg interessert i å se på elever på ungdomsskolen sin forståelse innenfor kjemi. For å finne ut av dette måtte jeg ta utgangspunkt i ungdomsskoleelever som deltakere i min undersøkelse for å få nødvendige data til å besvare problemstillingen denne masteroppgaven bygger på. Innenfor kjemi er det da forståelsen for ioniske forbindelser og oppløsninger når man blander natriumklorid og vann, som er av interesse å se på. For å få tilgang til deltakere på ungdomsskoletrinn ble snøballmetoden benyttet. Snøballmetoden går ut på at forskeren forhører seg med aktuelle personer som har videre kan gi tilgang til deltakere som er aktuelle for undersøkelsen (Christoffersen & Johannessen, 2012). Jeg tok kontakt med læreren jeg hadde hatt på en praksisskole og hørte om det var muligheter for om elevene i denne klassen på den aktuelle skolen kunne delta i undersøkelsen. Deltakerne i undersøkelsen består av elever på 9. trinn hos en ungdomsskole på Østlandet. Klassen jeg hadde datainnsamlingen hos hadde i denne perioden en 90 minutter undervisningstime i naturfag i uka. Undersøkelsen ble utført ved at jeg gjennomførte et undervisningsopplegg som gikk ut på repetisjonstime om atomer, ioner, NaCl og bindinger og deretter utførte elevene et forsøk med å blande NaCl i vann, i to ulike temperaturer. En kopp med kaldt vann og en med varmt vann (undervisningstimen er forklart i delkapittel 3.4.1).

Det er usikkert om hvor mye elevene har jobbet med å tegne forklaringer i tidligere undervisning, men de skal ha litt kjennskap til å beskrive naturvitenskapelige fenomener. Elevene fikk i forkant utdelt et samtykkeskjema som inneholdt informasjon om denne masteroppgaven og hva jeg ønsket å finne ut av, samt informasjon om at det var frivillig å delta. Elevene fikk i tillegg til dette samtykkeskjemaet beskjed i starten av undervisningen om at det var frivillig å delta, men at alle elevene skulle være med i undervisningen. De fikk også informasjon om at de når som helst kunne trekke seg, og å si i fra om at jeg ikke fikk bruke tekst og tegning likevel i denne masteroppgaven.

To måneder i forkant av dette undervisningsopplegget hadde jeg og to medstudenter undervist om teamet grunnstoffer og atomer, og om bruk av modeller og modellens rolle i naturvitenskapen, i praksis. Det vil si at elevene hadde derfor kjennskap til temaet i repetisjonsopplegget som er forklart nedenfor. I tillegg skal klassen ha tidligere erfaringer om emnet fra undervisning om grunnstoffer og atomer på 8. trinn. Ungdomsskolen er en skole som består av elever som kommer fra ulike barneskoler, og elevene i denne studien kan derfor ha et ulikt grunnlag av forkunnskaper fra tidligere undervisning på barneskolen. I alt ble det

---

samlet inn 23 elevsvar, men utvalget i denne studien består av 10 elevsvar, 5 jenter og 5 gutter, men denne studien ser ikke på forskjeller på kjønnene. Grunnen til at bare 10 elevsvar blir brukt i denne studien, er på grunn av godkjenning og samtykke fra foresatte til elevene.

### 3.4.1 Beskrivelse av modeller brukt i undervisning

#### Modell av natriumklorid (NaCl) på mikronivå

I undervisningen ble elevene vist en modell av NaCl og hvordan det er bygd opp av natrium-ioner og klor-ioner. I modellen var disse var arrangert i et ionegitter der natrium-ionene hadde en farge, og klor-ionene hadde en annen farge, dette var for å presisere at det er to forskjellige ioner som danner NaCl. Modellen viste også ionebindingene mellom ionene, ved at det var en strek mellom kulene som representerte ionene og denne streken representerte ionebindingen.

#### Modell av oppløsningen av NaCl i vann på mikronivå

Når det kom til beskrivelsen om oppløsningen av NaCl i vann fikk elevene se en modell av oppløsningen samtidig som gjennomgangen. Modellen var utformet slik at de viste hvordan NaCl var samlet sammen i en saltkrystall i det ene hjørnet av modellen, der det var kuler i to ulike farger som representerte de to natrium-ioner og klor-ioner. Modellen viser at vannmolekyler trekker natrium-ioner og klor-ioner fra saltkrystallen, og at vannmolekylene omringer ionene. Modellen viser også tydelig hvilke atomer i vannmolekylene som trekker på de to ulike ionene, ved at de viste at to hydrogenatomer i vannmolekylet trekker på klor-ionet og at ett oksygenatom trekker på natrium-ion.

### 3.4.2 Undervisning

Repetisjonstimen ble gjennomført på en fredag i midten av desember ca. to måneder etter sist undervisningstime om salter, grunnstoffer og atomer. Undervisningstimen var i dagens første økt og varte i 90 minutter uten friminutt. Undervisningen var som nevnt en repetisjonstime som handlet om salt, ionebindinger og bindinger, og læringsmålene for timen var disse: *Jeg skal kunne forklare hva som skjer når salt og vann blandes, Jeg skal kunne gjennomføre et forsøk med salt og vann og Jeg skal kunne reflektere over hva forskjellen på temperatur gjør.* Det var 23 elever som deltok i undervisningen denne timen. Elevene satt enten i grupper på tre, eller to og to, i klasserommet. Det var ca. 45-50 minutter som gikk til teoretisk undervisning om temaet, mens ca. 15 minutter gikk til gjennomføring av forsøk. Den tiden

---

som var igjen etter gjennomføringen av forsøket, gikk til at elevene forklarte muntlig til hverandre og deretter til oppgaven med å skrive og tegne forklaringene, dette var ca. 30 til 35 minutter. Dette er bare et ca. anslag på hvor lang tid som gikk til de ulike delene av undervisningen.

Undervisningen startet med at elevene snakket sammen med sidekameraten eller de i nærheten om hva som var temaet sist jeg hadde undervisning med klassen, og om hva de husket om temaet. Etter og ha fått i gang litt forkunnskaper om atomer, ioner og bindinger hos elevene delte elevene hva de hadde snakket om sammen, i plenum (tenk-par-del). Etter at elevene hadde fått koblet på litt forkunnskaper hadde jeg tavleundervisning som handlet om ioner, hvordan ioner dannes og er bygd opp, her ble det vist modeller av NaCl og periodesystemet. Videre handlet undervisningen om kjemiske bindinger, hvor det ble gått igjennom ionebindinger og elektronparbindinger ettersom det er dette NaCl og vannmolekyler består av. Deretter forklarte jeg NaCl oppløst i vann og forklarte at ionebindingene brytes, at NaCl blir delt opp i de enkelte ionene det består av, og hvilke deler av vannmolekylet som trekker på delene av natriumkloridet (vannmolekylets hydrogen trekker på klor-ionet, oksygen trekker på natrium-ionet, vannmolekylene vil omringe de enkelte ionene). Da dette ble gått igjennom, ble det forklart med hjelp av en modell av oppløsningen. Deretter ble det gjennomgått hvorfor vannets temperatur har noe å si på hvor fort NaCl løses opp fortere i varmt vann, og elevene fikk tildelt en grubletegning som tok for seg tre påstander om oppløsningen av NaCl i vann som de skulle diskutere med sidekameraten før vi tok det i plenum.

Gjennom hele undervisningen var det flere avbrekk der elevene skulle enten repetere det som ble gått gjennom til hverandre eller de fikk i oppgave å snakke om f.eks. hvorfor vannets temperatur hadde noe å si, før jeg forklarte det. Det var fokus på elevaktivitet i løpet av timen, selv om undervisningen bestod av mye tavleundervisning. Hensikten med undervisningen var å gi elevene grunnlag for å gjennomføre forsøket og kunne forklarte hvorfor natriumkloridet løste seg opp. Etter gjennomgangen utførte elevene forsøket.

Forsøket ble gjennomført ved at elevene ble satt sammen i grupper på 3-4 elever, slik at de var minst tre elever per gruppe. Elevene fikk ikke utdelt ark med instruksjoner og utstysliste, men denne ble vist på skjermen fremst i klasserommet slik at alle så den. Utstyret elevene trengte for å gjennomføre forsøket (koksalt (NaCl), kopper, skjeer, varmt og kaldt vann) ble satt fremst i klasserommet og elevene måtte fordele arbeidsoppgaver seg i mellom, slik at elevene fikk hentet det de trengte før de satt i gang med forsøket. At elevene måtte fordele

---

arbeidsoppgaver og at alle på gruppa gjorde noe, var så alle elevene i gruppa fikk delta, som også er grunnen til at gruppene var på 3-4 elever. Når alt utstyret var funnet og de hadde lest instruksjonen på hva som skulle gjøres, i hvilken rekkefølge og hvor mye av hver variabel (koksalt og vann, viktig at det var ca. like mye i hvert glass), fikk elevene gjennomføre forsøket.

Etter gjennomførelsen forklarte elevene i grupper hva som skjedde da de blandet NaCl i vannet, og hvorfor natriumkloridet ble løst raskere opp i varmt vann enn i kaldt vann. Videre skrev elevene ned forklaringer på et utgitt ark, samt tegnet tegninger til forklaringene sine.

Etter forsøket forklarte elevene som nevnt hva de observerte til hverandre og elevene ble oppfordret til å forklare det som ikke kan observeres og som ble gjennomgått tidligere i undervisningstimen. I tillegg til dette forklarte elevene til hverandre NaCl saltet løste seg opp fortere i varmt enn i kaldt vann. Mens elevene forklarte til hverandre, gikk jeg rundt og hørte på de muntlige forklaringene de ga til hverandre. Deretter fikk elevene utdelt et ark (vedlegg 1) der de skulle skrive forklaringer på hva som skjedde i forsøket, samt tegne tegninger til forklaringene. Det elevene skulle skrive og tegne forklaringer til var:

Oppgave A:

- *Forklar hva som skjer når vi blander salt og vann*
- *Tegn hva som skjer når vi blander salt og vann*

Oppgave B

- *Forklar hvorfor saltet løste seg opp raskere i varmt vann, enn i kaldt vann*
- *Tegn og forklar hva som skjer når vi blander salt i kaldt vann og i varmt vann*

Oppgaveteksten la til rette for at elevene skulle kunne uttrykke sin forståelse. Men selv om det ikke stod i oppgaveteksten, ble elevene oppfordret til å forklare så detaljert de kunne, samt å bruke de samme elementene og begrepene som de brukte i de muntlige forklaringene elevene ga til hverandre da de forklarte etter forsøket. Elevene ble i tillegg muntlig oppfordret til å tegne slik de så for seg løsningen og elementene som spilte en rolle, og tegne så detaljert de klarte.

Da elevene skrev disse tekstene gikk jeg rundt i klasserommet og motiverte de elevene som trengte litt ekstra motivasjon for å skrive forklaringer og tegne, i tillegg oppfordret jeg alle elevene til å skrive det de kunne og visste for å få frem sin kunnskap. Når det gjaldt tegningene

---

oppfordret jeg elevene til å tegne slik de så for seg at løsningen skjedde. Til slutt samlet jeg inn alle tekstene, og i datamaterialet er det bare blitt brukt elevenes tekster og ikke elevenes muntlige forklaringer.

Alle elevene produserte individuelle elevsvar, men elevene ble ikke bedt om å sette seg fra hverandre mens de skrev og tegnet forklaringene. Det vil si at elevene satt i de gruppene (3-4 elever) de gjennomførte forsøket med, og da de skrev forklaringer og tegnet tegninger. Det vil si at dette kan ha hatt en innvirkning på elevenes innsats i å skrive og tegne forklaringene til forøket. Det kan også ha påvirket hva elevene har forklart.

### **3.4.3 Forbedringer av metoden**

Da jeg satt i gang med analysen av elevenes forklaringer og tegninger, merket jeg fort hva som kunne blitt gjort annerledes og som kunne gitt meg et «bredere» datamateriale å jobbe med. Det første jeg kunne tenkt meg å endre på er oppgaveteksten. Den skulle jeg gjerne ha omformulert slik at det hadde vært tydelig for elevene hva jeg var ute etter i forklaringene de skrev (se 3.4.4)

En annen ting jeg kunne tenkt meg og endret på, er at jeg skulle hatt bedre tid til datainnsamlingen. 90 minutter ble litt i det minste laget og jeg følte på et tidspres for å rekke gjennom alt. Dette tidspreset kan ha påvirket elevenes læringsutbytte ettersom jeg ikke fikk tatt meg så god tid til gjennomgang og læringsøvelser som kunne styrket læringsutbyttet. Derfor kunne jeg tenkt meg og hatt bedre tid til gjennomgang av stoffet. Dette kunne igjen ha gitt bedre beskrivelser av forsøket, men ikke nødvendigvis sikkert at elevene hadde forklart bedre.

En tredje ting jeg kunne tenkt meg og forbedret er metoden. Jeg kunne tenkt meg og hatt med observasjon i tillegg. Da kunne jeg tatt opp lyd av elevenes samtaler da de skulle forklare oppløsningen til hverandre, og kunne analysert de muntlige forklaringene. Dette er noe jeg kunne tenkt meg og hatt med ettersom jeg oppfattet at elevene synes det var enklere å forklare muntlig fremfor å skrive ned forklaringen, og jeg observerte at flere elever brukte fagbegreper på mikronivå til å forklare da jeg gjennomførte datainnsamlingen.

Analysen av elevens forklaringer kunne også blitt gjort annerledes, ved at forklaring A og forklaring B ettersom de har ulike spørreord.



---

### 3.4.4 Oppgavetekstens ordlyd

Elevenes tekstopp-gaver var å forklare hva som skjedde når salt og vann blandes og deretter å forklare hvorfor saltet løste seg raskere opp i varmt vann enn i kaldt vann (oppgaveteksten er beskrevet i 3.5.5). Det vil si at ordlyden på oppgaven gjør oppgaveteksten åpen, og jeg ba elevene forklare *hva* som skjer når man blander salt og vann. Dette åpner opp for at besvarelsene blir beskrivende. Man kan se på det som at elevene da kunne velge hvordan de ville svare på oppgaven. Om de forklarte det de observerte, eller om de gikk inn i detalj. Dette kan sees i tråd med Gilbert et al (1998) som i kapittelet om teori og forskning påpekte at forklaringer er passende hvis de møter behovene til den som spør. I dette tilfellet var det jeg som spurte elevene om å forklare løsningen NaCl og vann, og jeg hadde en forventning og et behov om at forklaringene til elevene skulle gi meg en oppfatning av hvilken forståelse elevene uttrykte på mikronivå i sine forklaringer. Her kan man da se på om spørsmålene møter dette behovet, og om spørsmålene som ble stilt tilfredsstilte de intensjonelle behov og forventninger som lå til grunn. Ettersom spørsmålene var åpne og korte, og i oppgave A ble elevene bedt om å forklare *hva* som skjer, er det derfor forventet at svarene som spørsmålene produserte også er beskrivende og korte. Dette er derfor i tråd med at det er et mønster mellom spørsmålene som blir stilt, og svarene de produserer (Gilbert et al., 1998). Men det behovet i intensjonen med å stille spørsmålene og svarene som ble produsert, ble ikke tilfredsstilt ettersom intensjonen var å se på hvordan elevene brukte kunnskapen de hadde om hva som skjedde på et mikronivå for å si noe om deres uttrykte forståelse. Sett i ettertid, skulle oppgavetekstene vært formulert annerledes slik at forklaringene kunne imøtekommet de intensjonelle behovene. Og ettersom jeg valgte å bare se på de skriftlige forklaringene og ikke på observasjonene som ble gjort da jeg gjennomførte datainnsamlingen, kan jeg ikke bruke det elevene sa muntlig i denne analysen om deres uttrykte forståelse på marko- eller mikronivå om fenomenet.

### 3.4.5 Studiens kvalitetsvurdering

Denne studiens metodiske valg har blitt presentert tidligere i metodekapittelet. Forbedringer av metoden og påvirkningen oppgavetekstens ordlyd kan ha hatt på forklaringene, er også blitt redegjort for. I tillegg er det gjort rede for hvordan jeg har gått frem for å undersøke temaet og samlet inn data som kan gi svar til problemstilling og forskningsspørsmål. Dette styrker studiens reliabilitet.

---

Formålet med denne studien er å undersøke elevers forståelse i naturfag, nærmere bestemt å se på hvordan og hvilken forståelse ungdomsskoleelever uttrykker når de skal forklare et naturvitenskapelig hverdagslig fenomen. For å undersøke dette har jeg samlet inn et datamateriale som består av forklaringer og tegninger om hva som skjer i løsningen NaCl og vann, som elever på 9. trinn har produsert. Disse forklaringene og tegningene blir tolket og analysert ut ifra om de uttrykker en makroskopisk eller mikroskopisk forståelse, og gir meg data som er relevant til studiens tema og problemområde *hvordan viser ungdomsskoleelever forståelse i naturfag*. Intensjonen med denne studien er å få svar på hvilken forståelse elever uttrykker i forklaringer og tegninger om et naturvitenskapelig hverdagslig fenomen. Validiteten til en studie er høy dersom undersøkelsesopplegget egner seg til å samle inn data som er relevant for studiens problemstilling (Grønmo, 2015). Validiteten i denne studien er derfor høy ettersom datamaterialet som består av elevers forklaringer og tegninger uttrykker forståelse, og resultatene gir svar på hvordan og hvilken forståelse elever uttrykker.

Forklaringene og tegningene til elevene er autentiske, ettersom de kommer rett fra elevene. Men man kan derimot sette spørsmål ved troverdigheten til forklaringene og tegningene, ettersom det ikke er visst om elevene har gjort sitt beste i arbeidet med å produsere forklaringene og tegningene, eller om de er blitt påvirket av medelever. Det elevene har skrevet og tegnet kan også ha blitt påvirket av at de visste at det skulle bli analysert ut fra forståelsen de uttrykte. Dette kan derfor ha ført til at oppgaven kan ha blitt utsatt for reaktivitet (Grønmo, 2015). Elevene i denne studien fikk før undervisningen og datainnsamlingen startet, god informasjon om hva forklaringene og tegningene skulle brukes til. De fikk beskjed om at tekstene skulle analyseres for at å få en oversikt over deres uttrykte forståelse på makro- og/eller mikronivå, og at tegningene deres skulle analyseres til den samme problemstillingen.

Datamaterialet er blitt tolket ut ifra valgte ord og begreper i kjemi (se tabell 3) i analysekapittelet) som jeg mener er sentrale for gode forklaringer når det gjelder uttrykt forståelse om oppløsningen av NaCl i vann i kjemi. i tillegg er tegningene tolket ut ifra synlige og usynlige elementer som forsøket inneholdt. Et annet ledd i fortolkningsrammen er at datamaterialet tolkes i lys av funn fra tidligere forskning om samme fenomen, og datamaterialet er tolket ut ifra analyseverktøyet som er utarbeidet fra Øyehaug og Holt (Smith et al., 2006; Øyehaug & Holt, 2013) sitt analyseverktøy som tar for seg uttrykt forståelse på makroskopisk og mikroskopisk nivå når det kommer til kjemiske reaksjoner, og har derfor en grad av samsvar med denne innsamlingen av data og fenomenet forståelse.

---

## 4. Analyse

### 4.1 Databehandling og analyse

I denne oppgaven har jeg valgt å presentere metode og analyse i hver sine kapitler. Dette er for å skille mellom teori om metode og mine beskrivelser av undervisningsopplegget og datainnsamlingen fra beskrivelsen av analyseverktøyet som er utarbeidet for å analysere elevenes forklaringer og tegninger. I det foregående kapitlet ble de metodiske valgene presentert, samt en beskrivelse av datainnsamlingens undervisningsopplegg.

Denne masteroppgavens analyseverktøy er utarbeidet fra Øyehaug og Holts (2013) longitudinell studie som tok for seg å få et innsyn i hvordan elever forstår stoffer og kjemiske reaksjoner over tid og hvordan kunnskapsstrukturer rekonstrueres. Datamaterialet består av gruppeintervju og de har analysert transkribert intervju fra fire elever, og datamaterialet ble analysert ut ifra uttrykt forståelse på makro- og mikronivå. Resultatene viste at to av elevenes nivå av forståelse om kjemiske reaksjoner økte, mens de to andres nivå av forståelse var stabil. Øyehaug og Holts (2013) analyseverktøy er basert på Smith (2006), og jeg har i denne oppgaven revidert analyseverktøyet til å passe til analysen av datamaterialet som er grunnlaget for denne oppgaven. Analyseverktøyet blir presentert i dette kapitlet.

#### 4.1.1 Tolkningsprosessen

Når datamaterialet er samlet inn må forskeren ta stilling til hva datamaterialet forteller (Skilbrei, 2019). Et ledd i tolkningsprosessen er å redegjøre for fortolkningsrammen, og fortolkningsrammen utgjør det som er førende for hvordan forskeren tolker dataene sine. Fortolkningsrammen skal utgjøre hvordan forskeren forstår materialet ut ifra egne erfaringer og meninger om andre.

#### 4.1.2 Analysestrategier

Når man utfører en kvalitativ studie forsøker man å forstå en større sammenheng via studier av mindre grupper individer eller tekster (Skilbrei, 2019). Analyse har som mål å besvare en problemstilling, og handler om å forstå og forklare de tolkede funnene som har blitt gjort. Målet med denne analysen er å besvare problemstillingen om elevers forståelse i naturfag, og tolke funnene som har kommet fra elevproduserte forklaringer og tegninger om løsningen NaCl og vann.

---

Diskursanalyse er for samfunnsvitere fokuset ofte på meningsuttrykk og meningssammenheng i tekster, med en antakelse om at hva individer sier og skriver uttrykker en kollektiv tankestil (Skilbrei, 2019). Samfunnsvitere som analyserer tekst vil undersøke utover teksten i retning mot de kognitive strukturene som gir tekstene mening (Bratberg, 2021; Skilbrei, 2019).

### 4.1.3 Elevenes forklaringer og tegninger

Grønmo (2015) påpeker at det er viktig å gå gjennom tekstene systematisk med sikte på kildekritiske og kontekstuelle vurderinger, utvelging, registrering og kategorisering av relevant innhold. Når det kommer til kildekritiske vurderinger inneholder det at tolkningen av tekstene kan bli påvirket, og forskeren kan basere seg på tekster som ikke er autentiske eller troverdige. Derfor må forskeren se på tekstene i lys av andre kilder og foreliggende kunnskap, om forhold som har betydning for tekstforfatterens bakgrunn, utforming og opprinnelse. Grønmo (2015) påpeker at ved kontekstuelle vurderinger studerer man tekstens innhold i lys av konteksten de ble skrevet i, og da kan man vurdere om teksten er troverdig og autentisk.

## 4.2 Elevenes forklaringer og tegninger

I dette delkapittelet presenteres hvordan elevenes forklaringer og tegninger om hva som skjer når man blander NaCl og vann, analyseres. Analysen skal hjelpe med å finne ut hva datainnsamlingen har å fortelle (Dalland, 2020), og i tolkningen søkes det etter meningen.

Arbeidet med å analysere forklaringene og tegningene startet med å få oversikt over forklaringene og tegningene elevene hadde produsert. Dette var for å få en oversikt over hvordan de hadde formulert forklaringene sine, og hvordan tegningene viste det de hadde skrevet i forklaringene, og hvilke elementer som tegningene både bestod av og ikke bestod av. Analysen startet ved å se på hvilke begreper og ord i kjemi (Ringnes & Hannisdal, 2014) elevene hadde brukt i forklaringene sine. Dette ga en oversikt som jeg videre kunne bruke til å analysere ut ifra om forklaringen representerte forståelse på makro- eller mikronivå. Forklaringer på makroskopisk nivå representerte forklaringer som gikk ut på hva elevene observerte da de gjorde eksperimentet, mens forklaringer på mikronivå besto av forklaringer som inneholdt ioner, molekyler, bindinger, og lignende. Dette kan sees i sammenheng med Grønmos (2015) utvelging og registrering av relevant innhold. Videre ble forklaringene fordelt på om de representerte en forståelse på makro- eller mikronivå ved å tolke og analysere tekstene med et analyseverktøy som tar utgangspunkt i Øyehaug og Holts (Smith et al., 2006;

---

Øyehaug & Holt, 2013) analyseverktøy. Dette analyseverktøyet analyserer elevenes forståelse ut ifra makro- og mikronivå.

Analysen blir kategorisert ut ifra uttrykt forståelse på makro- eller mikronivå, og innenfor kjemi er en makroskopisk forklaring som en beskrivelse av det man kan observere og se, mens en mikroskopisk forklaring blir beskrevet med å bruke stoffer og reaksjoner ved hjelp av ioner, atomer og molekyler (Barke, 2015).

### **4.2.1 Kategorisering av elevenes forklaringer**

Analyseverktøyet som brukes til å analysere elevenes forklaringer for hva som skjer når man blander NaCl og vann sammen er utarbeidet ut ifra Øyehaug og Holts (2013) kategorisering av elevens uttrykte forståelse, som de utarbeidet fra Smith et al. (2006) læringsprogresjon og læreplan i naturfag.

Når det kommer til kategorisering av elevenes forklaringer, ble de analysert ut ifra den uttrykte forståelsen forklaringene ble tolket til. De ble kategorisert til enten ingen makro eller mikronivå (1), bare makro (2), delvis kobling mellom makro- og mikronivå (3) og til slutt klarer å koble makro- og mikronivå (4). Disse kategoriene er nærmere forklart i tabell 2.

Tabell 2 viser kategoriene som ble utarbeidet for å bestemme nivået av forståelse som elevene uttrykte i forklaringene om hvordan NaCl løstes opp i vann (nivå 1-4).

Tabell 2 Kategorier som beskriver nivå av elevenes forståelse

Nivå	Kategori – uttrykksnivå	Beskrivelse	Eksempel forklaring A	Eksempel forklaring B
1	Ingen makro- eller mikronivå	Eleven viser ingen forståelse på hverken makroskopisk eller mikroskopisk nivå.	<i>Vet ikke / uforståelig forklaring</i>	<i>Vet ikke/ uforståelig forklaring</i>
2	Bare makronivå	Eleven viser forståelse hvor eleven kan forklare på et makroskopisk nivå, men ikke har noen kobling til mikroskopisk	<i>Saltet løser seg opp</i>	<i>Det beveger seg raskere i varmt vann</i>
3	Delvis kobling mellom makro- og mikronivå	Eleven viser forståelse hvor eleven kan forklare på makroskopisk nivå, og har delvis kobling til mikroskopisk nivå ved å nevne atomer, ioner og bindinger	<i>Saltet løser seg opp i vannet. Fordi ionebindinger brytes</i>	<i>Fordi vannmolekylene beveger seg raskere</i>
4	Klarer å koble makro- og mikro nivå	Eleven viser forståelse hvor eleven kan forklare på makroskopisk nivå og kobler det til mikroskopisk nivå ved å forklare med bruk av atomer, ioner og bindinger	<i>Saltet løser seg opp i vannet. Ionebindingene brytes fordi vannmolekylets positive del, hydrogenet, vil tiltrekke saltets negative ioner, klor. Og vannmolekylets negative del, oksygenet, vil tiltrekke saltets positive ioner, natrium.</i>	<i>Saltet løser seg raskere i varmt vann enn i kaldt vann på grunn av temperaturen. Når temperaturen øker vil vannmolekylene få en høyere hastighet og omringe NaCl raskere som gjør at saltet løser seg opp raskere ettersom vannmolekylene bryter ionebindingene og NaCl blir til de enkelte ionene det består av</i>

---

Nivå 1-4 innebærer et økende nivå av elevers uttrykte forståelse om løsningen NaCl og vann. De økende nivåene går fra 1 ingen uttrykt forståelse, til 4 en forståelse som tar for seg både makro- og mikroskopisk forståelse.

Nivåene for uttrykt forståelse er definert slik: nivå 1 tar for seg ingen uttrykt forståelse på hverken makro- eller mikro nivå. Innenfor dette nivået uttrykker ikke eleven noen form for forståelse, og har enten ikke forklart noe eller har en forklaring som ikke har noen sammenheng med temaet. Nivå 2 tar for seg en uttrykt forståelse hvor eleven kan forklare på et makronivå, men ikke har noen kobling til mikronivå. Her klarer da eleven å forklare det den observerer, men det mangler ord og begreper som viser til et mikronivå. Nivå 3 tar for seg uttrykt forståelse hvor eleven kan forklare på makro nivå, og har en delvis kobling til mikro nivå ved å nevne eller bruke begreper som atomer, ioner og bindinger. Her klarer eleven å produsere en forklaring hvor eleven beskriver det den har observert, og i tillegg bruker begreper og ord som viser til en delvis mikroskopisk forståelse. Nivå 4 tar for seg uttrykt forståelse hvor eleven kan forklare på makroskopisk nivå og kobler det til mikroskopisk nivå ved å forklare med bruk av begreper som atomer, ioner og bindinger. Her klarer eleven å forklare det den har observert i tillegg til å koble det til det mikroskopiske ved å bruke ord og begreper som er sentrale i kjemien og som gir en god forklaring på hva som skjer i løsningen NaCl og vann.

#### **4.2.2 Ord og begreper**

For å få en dypere analyse når det kommer til uttrykt makro- og mikroskopisk forståelse er forklaringene blitt analysert ut ifra sentrale ord og begreper i kjemi (Ringnes & Hannisdal, 2014) som viser til om forklaringen uttrykker en makro- eller mikroskopisk forståelse. Som nevnt i teorikapittelet (2.2.1) deler Ringnes og Hannisdal (2014) begreper inn i tre grupper: objekter, symboler og hendelser. Ut ifra dette har jeg utarbeidet tabell 3 og analysert forklaringene, og bare brukt to av tre grupper i analysen (objekter og hendelse). Men jeg har valgt å kalle det Ringnes og Hannisdal (2014) refererer til som eksempler til et begrep, som begreper. Forklaringene er analysert og tolket ut ifra de følgende ord og begrepene i tabell 3, hvor det blir sett på forekomsten av ord og begreper.

Tabell 3 kategorisering av forklaringer

Gruppe	Begrep	Forklaring A	Forklaring B
<b>Objekter</b>	Vannmolekyl		
	Ion		
	Atom		
	Ionebinding		
	Natriumklorid		
	Oksygen		
	Hydrogen		
	Molekyl		
	<b>Hendelse</b>	Løse(s/r) opp	
Bindinger brytes			
Bevegelse			

Ved å analysere elevenes forklaringer ut ifra og se på forekomsten av disse begrepene, vil det gi et grunnlag til analyseverktøyet som tar for seg analysen av forklaringene. Analysen av forklaringene tar for seg hvilken uttrykt forståelse elevene har (tabell 2).

### 4.2.3 Kategorisering av tegningene til elevene

Analysen av tegningene til elevene ble analysert ut ifra uttrykt makroskopisk- og mikroskopisk forståelse, i likhet med forklaringene. Analyseverktøyet er utarbeidet på samme måte som analysen av elevenes forklaringer, men i analysen av tegningene er kategoriene nivådelt ut ifra abstrakthet. Det vil si at de er analysert ut ifra hvilke elementer tegningen viser, altså om tegningen viser synlige og/eller usynlige elementer. Derfor er nivå 1 og 2 litt annerledes formulert i kategoriseringen av tegningene, og disse nivåene tar for seg om tegningene viser en forståelse uttrykt til bare makronivå eller bare mikronivå. Mens nivå 3 og 4 har samme kategorinavn som analyseverktøyet som brukes til analysen av forklaringene og tar for seg om tegningen uttrykker en delvis kobling mellom makro- og mikronivå (3), eller om tegningen uttrykker en forståelse der den viser at den klarer å koble makro- og mikronivå (4).



Tabell 4 viser kategoriene som tegningene blir analysert og kategorisert etter. Tegningene blir kategorisert etter nivå 1-4, som beskriver nivået av uttrykt forståelse elevene har vist i tegningene som skal beskrive hva som skjer når man blander NaCl og vann.

Tabell 4 Kategorisering av tegninger

Nivå	Kategori	Abstrakthet: hva tegningen viser
1	Bare makro	Tegninger som blir tolket til dette nivået inneholder elementer som bare kan observeres og tegningen viser bare synlige elementer (kopp, vann, skje, mengde NaCl)
2	Bare mikro	Tegninger som blir tolket til dette nivået inneholder elementer som ikke kan observeres og tegning viser bare usynlige elementer (atomer, ioner, bindinger, bevegelse)
3	Delvis kobling mellom makro og mikro	Tegninger som tolkes til dette nivået inneholder både elementer som kan observeres og som ikke kan observeres. Tegning viser synlige elementer og noen usynlige elementer
4	Klarer å koble makro og mikro	Tegninger som tolkes til dette nivået inneholder både elementer som kan observeres og som ikke kan observeres. Tegning viser synlige og usynlige elementer i samspill

Nivå 1-4 innebærer et økende nivå av uttrykt forståelse som elevenes tegninger viser, fra 1 bare å uttrykke forståelse på mikronivå, til 4 å uttrykke forståelse som viser både makro- og mikronivå forståelse, og som viser et samspill mellom elementene som kan observeres på makronivå og elementer som bare kan representeres på mikronivå.

Nivåene som den uttrykte forståelsen i tegningene er analysert etter, er definert slik: på nivå 1 viser tegningen en uttrykt forståelse som bare viser det som kan observeres og en uttrykt forståelse på makronivå, på dette nivået inneholder tegningen bare synlige elementer som kan observeres. Nivå 2 viser tegningen en uttrykt forståelse som bare tar for seg mikronivå, på dette nivået består tegningen av bare usynlige elementer og det som ikke kan observeres. På nivå 3 viser tegningen en uttrykt forståelse om elementer på både makro- og mikronivå og på dette nivået består tegningen av både synlige og usynlige elementer, men ikke samspill mellom elementene. På nivå 4 viser tegningen en uttrykt forståelse hvor den kobler makro- og mikronivå. På dette nivået inneholder tegningen både synlige og usynlige elementer, og tegningen viser et samspill mellom de synlige og de usynlige elementene som inngår i forsøket og prosessen med å løse opp NaCl i vann.

For å gå mer inn i detalj på elevenes tegninger og om de viser en uttrykt forståelse på makro- eller mikronivå, er tegningene blitt tolket og analysert ut ifra synlige og usynlige elementer. Innenfor synlige eller usynlige elementer har jeg valgt ut kategorier som er sentrale for å vise enten makro- eller mikronivå forståelse i tegningene.

#### 4.2.4 Elementer I tegningene

Tegningene elevene har konstruert har blitt tolket og analysert ut ifra om elementene som har blitt tegnet, om de har tegnet de synlige og/eller de usynlige elementene i forsøket de gjennomførte og oppløsningen de har skrevet forklaringer om. Med synlige elementer vil si det vi kan observere og se (kopp, vann, salt i mengde), mens det de usynlige elementene vil si det vi ikke kan observere (ionegitter, ioner, atomer og molekyler). Tabell 5 tar for seg de synlige og usynlige elementene som tegningene er blitt analysert etter.

Tabell 5 Elementer i tegningene

Elementer	Tegnet	Tegning A	Tegning B
<b>Usynlige elementer</b>	Atomer / ioner /molekyler		
	Saltkrystall (ionegitter)		
	Bevegelse		
<b>Synlige elementer</b>	Natriumklorid (mengde)		
	Vann		
	Kopp		

Tabell 5 tar for seg analysen av forekomsten av de synlige og usynlige elementene i tegning A og B. Ettersom man i forsøket først kunne observere NaCl som en mengde og etter hvert ikke kunne observere det lengre, har det på synlige elementer blitt analysert ut ifra om det er tegnet en mengde med NaCl. Mens på usynlige elementer har blitt analysert ut ifra om det er tegnet et saltkrystall som ionegitter. De usynlige elementene er koblet opp mot og har en sammenheng med ord og begrepene som de skriftlige forklaringene er analysert etter. Men i analysen av tegningene har atomer, ioner og molekyler blitt slått sammen ettersom det nesten ikke var noen elever som hadde presisert hvilke ion/atom/molekyl de hadde tegnet, eller bare tegnet prikker/sirkler som skulle representere partikler.

---

### Valg tatt i analyseprosessen

Ettersom elevene svarte på to tekstopp-gaver og det derfor er to ulike forklaringer og tegninger som ble analysert, har jeg valgt å kalle de to ulike opp-gavene for A og B. Opp-gave A vil derfor være opp-gaven som lyder *forklar hva som skjer når vi blander salt og vann* og forklaringen til denne tekstopp-gaven bli kalt forklaring A. Tegneopp-gaven til samme tekstopp-gave blir kalt tegning A. Opp-gave B er da tekstopp-gaven som lyder *forklar hvorfor saltet løser seg raskere opp i varmt vann, enn i kaldt vann* og forklaringen til denne tekstopp-gaven vil bli kalt forklaring B og tegningen som hører til kalles tegning B.

Grunnen til at jeg har valgt å forenkle det til forklaring A og B og tegning A og B, er fordi jeg mener det blir bedre oversikt i resultat-kapittelet. I tillegg til at det blir mer oversiktlig ved at man ikke må lese tekstopp-gaven hver gang det er snakk om enten opp-gave A eller B.

En annen del som ble tatt i analyseprosessen var å slå sammen alle begrepene i forklaring A og B som handlet om bevegelse, til en kategori kalt *bevegelse*. Dette var fordi de ulike elevene brukte forskjellige begreper til å forklare bevegelse, og ettersom de brukte ulike begreper for det samme synonymet ble det mer oversiktlig og samle det inn i én kategori. Dette gjelder også i tolkning og analyse av elevenes tegninger der det ble tatt et valg om å se etter partikler da det var vanskelig å si hvilke prikk eller sirkel som representerte ionene i NaCl eller vannmolekyler.

I analyseprosessen ble det raskt synlig at når det kom til nivå av uttrykt forståelse, at det var få eller ingen elever som uttrykte en nivå 4 forståelse, og det ble da et spørsmål om hvorvidt dette nivået skulle bli inkludert i analyse og resultat. Valget endte på å la nivået være inkludert, selv om ingen elever falt innenfor dette nivået i forklaringene, men dette viser at ingen av elevenes forklaringer uttrykte en forståelse som samsvarte med en tilstrekkelig forståelse for fenomenet. Det samme gjelder også nivå 1 i forklaring A og nivå 4 i tegning B, hvor det heller ikke var noen elever som falt innenfor disse nivåene.

---

## 5. Resultat

I det foregående kapittelet ble denne masteroppgavens analyseverktøy presentert, og tok for seg hvordan elevenes tegninger og forklaringer ble tolket og analysert. Ut ifra analyseverktøyet blir resultatene presentert i dette kapittelet.

I dette kapittelet vil funn og resultat av tolkningen og analyse av elevenes forklaringer og tegninger bli presentert. For å undersøke elevens forståelse i naturfag, innenfor kjemi og oppløsning av salter, har det blitt samlet inn elevproduserte forklaringer og tegninger om hva som skjer når man blander NaCl og vann. Forklaringene og tegningene har deretter blitt tolket og analysert ut ifra sentrale ord og begreper i kjemi. Videre ble forklaringene og tegningene analysert ut ifra om de uttrykte forståelse på makro- eller mikronivå.

### 5.1.1 Ord og begreper

Forklaringene som har blitt samlet inn har blitt analysert ut ifra forekomsten av ord og begreper i kjemi, som er presentert i tabell 3 i analyse-kapittelet Resultatene av denne analysen blir presentert i et liggende stolpediagram, og er delt inn i forklaring A og forklaring B, som viser forekomsten av ord og begreper i forklaringene A og B. Resultatene av denne analysen vil gi grunnlag for resultatene av hvilke uttrykt forståelse elevene har i forklaringene sine.

### 5.1.2 Synlige og usynlige elementer

De sentrale ordene og begrepene som jeg har valgt å analysere etter har også blitt grunnlaget for de usynlige elementene tegningene har blitt analysert etter. Men i analysen av tegningene er ioner, atomer og molekyler blitt slått sammen til en kategori, partikkel. Dette er på grunn av at i tolkningsprosessen ble det vanskelig å identifisere ioner og molekyler ettersom elevene ikke har spesifisert tegningene sine til hvilke atom/ion/molekyl prikkene de har tegnet skal representere. I motsetning til ord og begreper som er analysert etter forekomst, har elementene i tegningene blitt analysert ut ifra antall elever som har tegnet de ulike elementene fremfor forekomsten av elementene. Elementene er presentert i tabell 5 i analyse-kapittelet, og er delt inn i synlige og usynlige elementer. I likhet med sentrale ord og begreper, er resultatene av analysen av elementer i tegningene presentert i et liggende stolpediagram og viser forekomstene i tegning A og tegning B.

---

### 5.1.3 Makronivå og mikronivå

Elevenes forklaringer og tegninger innenfor oppgave A og oppgave B blir presentert i stående stolpediagram, ett for forklaringene og et annet for tegningene. Resultatene som vises i stolpediagrammene som viser til hvor mange elever av totalt antall elever (n=10) som er kategorisert til nivå 1-4 for uttrykt forståelse i forklaring og tegning.

Resultatene som kommer fra tolkning og analyse av elevenes forklaringer blir som nevnt fremstilt i et stolpediagram, og viser til uttrykt forståelse i nivå 1-4. Resultatene fra begge forklaringene blir vist i samme stolpediagram. I stolpediagrammet indikerer fargen oransje forklaring A og fargen blå indikerer forklaring B.

Resultatene av tolkningen og analyse av elevenes tegninger blir delt inn i tegning A og B, og blir kategorisert til om tegningen uttrykker en forståelse på nivå 1-4. Nivå 1 viser til bare makronivå og nivå 2 til bare mikronivå, mens nivå 3-4 viser til en forståelse som der elevens tegning består av elementer som viser til en uttrykt forståelse på både makro- og mikronivå i sammenheng eller samspill. I stolpediagrammet indikerer fargen oransje tegning A og fargen blå tegning B.

Makronivå vil si at elevene beskriver det de har observert og bruker ord og begreper om de visuelle elementene i forsøket. Mikronivå vil si at elevene beskriver det som ikke kan observeres og bruker ord og begreper om de usynlige elementene i forsøket. De visuelle elementene vil si kopp, vann og mengde salt. De usynlige elementene vil si saltkrystall i ione-gitter, ioner, ionebindinger og molekyler.

Ettersom elevene fikk to ulike forklaringsoppgaver er resultatene fra forklaringene om blandingen salt og vann blitt forkortet til Forklaring A/ Tegning A og forklaringene om at saltet løser seg raskere i salt vann enn i kaldt vann forkortet til Forklaring B/Tegning B.

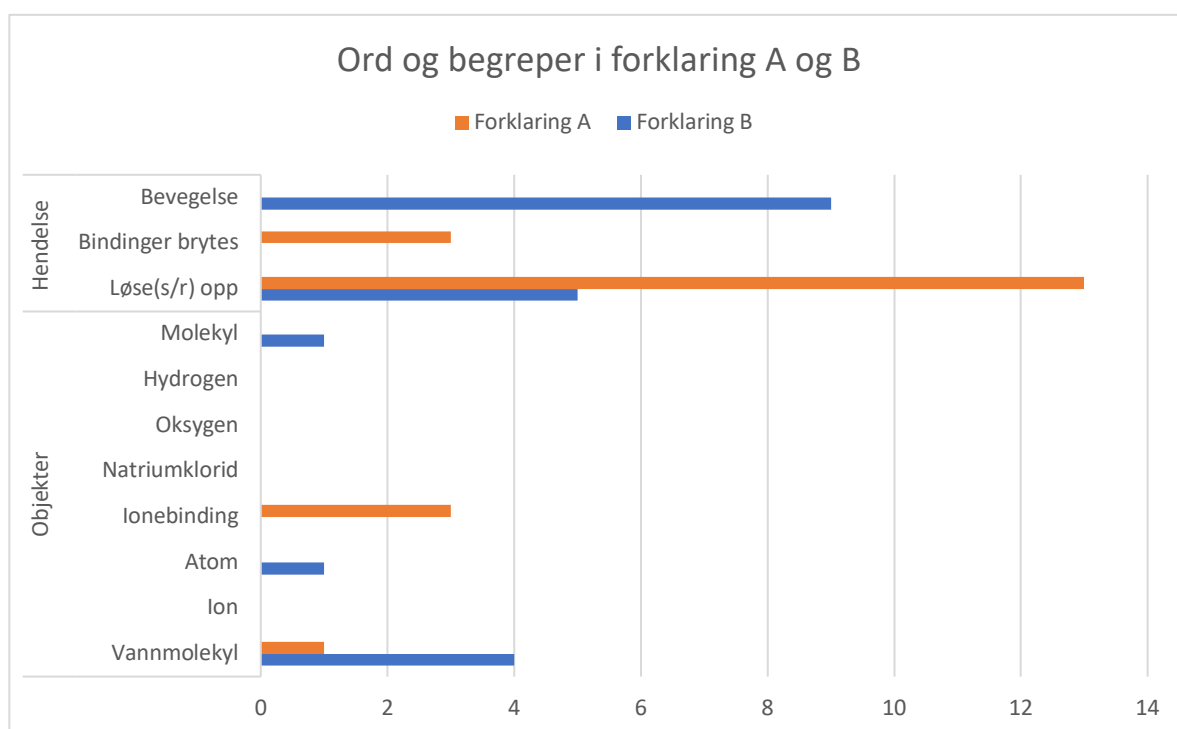
## 5.2 Elevenes forklaringer

Elevene fikk i oppgave å skrive en forklaring etter og ha gjennomført et forsøk med å blande NaCl og vann. De skulle skrive en forklaring om hva som skjer når NaCl blandes i vann. I tillegg skulle de tegne en tegning som viste det samme. Videre fikk de i oppgave å skrive en forklaring til hvorfor NaCl løser seg raskere i varmt vann, enn i kaldt vann. I tillegg til de skriftlige forklaringene, tegnet elevene tegninger tegning som forklarte det samme fenomenet.

Dette delkapittelet tar for seg elevenes forklaringer, hvor resultatene av tolkning og analyse blir presentert. Først blir resultatene av ord og begreper i forklaring A og B presentert, og videre til hvilken forståelse forklaringene uttrykker.

### 5.2.1 Ord og begreper i forklaringene

Når elever skal skrive forklaringer om et hverdagslig naturvitenskapelig fenomen i kjemi, er ord og begreper innenfor kjemi i naturfag sentralt. Derfor er elevenes forklaringer analysert ut ifra forekomst av ord og begreper innenfor kjemi som handler om hendelser og objekter. Ordene og begrepene som forklaringene er analysert etter er presentert i analysekapittelet. Figur 1 viser resultatene fra tolkning og analyse om forekomsten av ord og begreper (tabell 3) i elevenes forklaringer:



Figur 1 Ord og begreper i forklaring A og B

Figur 1 viser resultater av forekomsten av ord og begreper i fra både forklaring A og forklaring B. I arbeidet med analysen av tekstene ble det observert at alle elevene har skrevet at natriumklorid løste seg opp i vannet, og i figur 1 ser vi at resultatene viser at forklaring A har forklaringen *saltet løste seg opp i vannet* i ulike varianter, forekommet 13 ganger til sammen. For eksempel har en elev skrevet «*Det som kjer når du blander salt og vann er at salt løser seg opp*». Resultatene viser at begreper som vannmolekyl, ionebindinger og bindinger forekommer noen få ganger. Ionebindinger og at bindinger brytes forekommer tre ganger hver

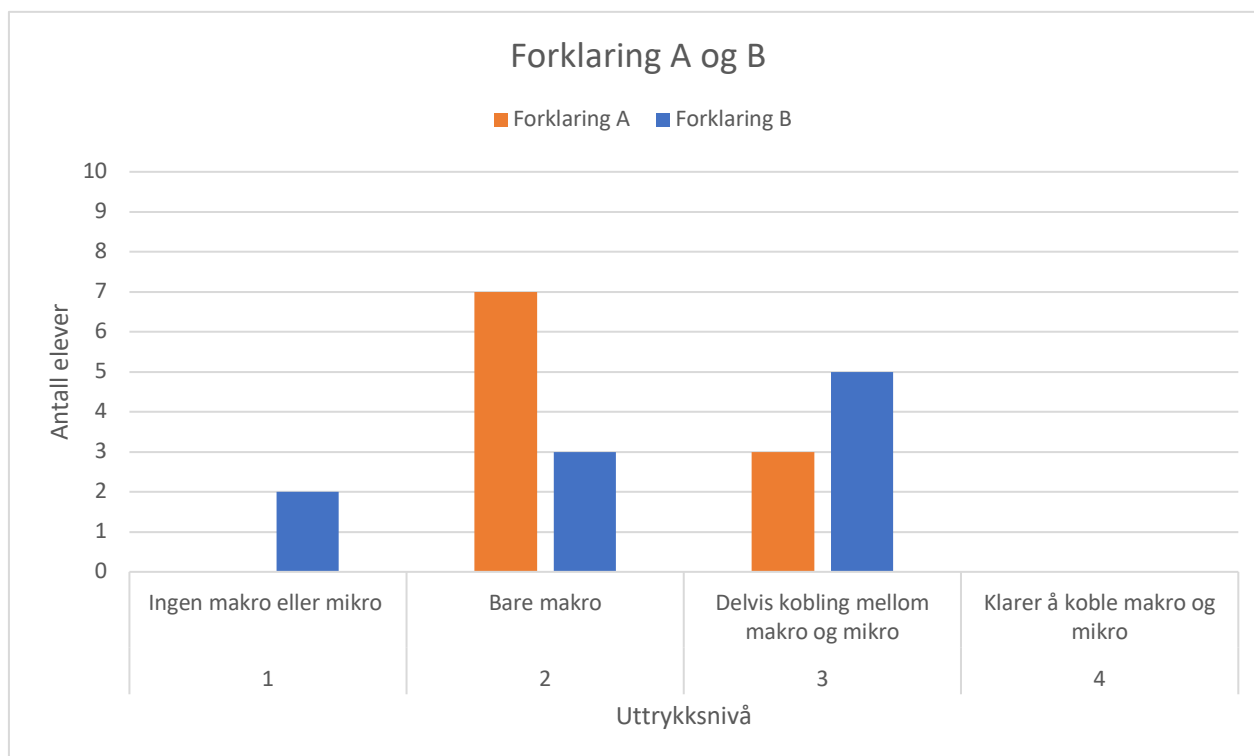
---

i elevenes forklaring A, mens begrepet vannmolekyl er blitt nevnt en gang. Det er for eksempel en elev som har skrevet «*Når vi blander salt og vann løser saltet seg opp. Fordi ionebindingene brytes*» i forklaring A. Begrepene molekyl, ion og atom forekommer i liten eller ingen grad, mens ingen av elevene har brukt natriumklorid, oksygen eller hydrogen i forklaringene sine.

Resultatene i figur 1 viser også forekomsten av ord og begreper i forklaring B. Disse resultatene viser at elevene i forklaring B har fokusert mye på bevegelsen til vannmolekylene. Begreper for bevegelse forekom 9 ganger i elevenes forklaring B, og begrepet vannmolekyl forekom 4 ganger i forklaring B. En elev skrev «*Fordi vann molekylene i varmt vann beveger seg fortere*» i forklaring B. Beskrivelsen «*løser seg opp*» forekom også relativt ofte i forklaring B, og ut ifra figur 1 så ser vi at det forekom fem ganger. Heller ikke i forklaring B forekom begrepene natriumklorid, oksygen, hydrogen, og ion. Men begrepet atom forekom en gang i forklaring B.

### 5.2.2 Forklaringer – uttrykt forståelse

Elevenes forklaringer ble kategorisert til nivå av uttrykt forståelse ut fra hvilke ord og begreper de hadde i forklaringene sine. Forklaringene ble deretter kategorisert til uttrykksnivå 1-4 som representerer nivåer på enten makronivå eller mikronivå og er grundigere forklart i analysekapittelet (tabell 2). Figur 2 viser resultatene fra tolkning og analyse av elevenes forklaringer om hva som skjer når salt og vann blandes (forklaring A) og hvorfor saltet løser seg opp raskere i varmt vann, enn i kaldt vann (forklaring B). Figuren tar for seg hvor mange elever som har blitt kategorisert til de ulike uttrykksnivåene når det kommer til uttrykt forståelse på makro- og/eller mikronivå.



Figur 2 Resultater uttrykt forståelse forklaring A og B

### Forklaring A

Figur 2 viser resultatene fra tolkning og analyse av elevenes forklaringer, og viser at 7 av 10 elever uttrykker en nivå 2 forståelse når de skal forklare hva som skjer når natriumklorid og vann blandes. De fleste elevene uttrykker en forståelse som viser at de har en forståelse på makronivå. Dette gjør de ved at de har observert at natriumklorid løser seg opp og ikke kan observeres lengre, når det blandes sammen med vann. Dette kan vi se i sammenheng med resultatene i figur 1, ved at begrepet *løse seg* forekom 13 ganger i forklaring A, og i arbeidet med analysen ble det observert at alle elevene skrev at saltet løste seg opp. En elev skrev «*Det løser seg opp*» mens en annen skrev «*Saltet løser seg opp. Og blir borte*». Det er derimot tre elever som forklarer mer i detalj, og viser en delvis kobling mellom det de har observert og det som ikke kan observeres, og har en uttrykt forståelse på makro- og delvis mikronivå som tilsvarer forklaringer kategorisert til uttrykksnivå 3. Disse resultatene kan vi derfor se i sammenheng med resultatene i figur 1, ettersom at begrepet *ionebindinger* forekom tre ganger og *bindinger brytes* forekom tre ganger i forklaring A. Når det gjelder de tre elevsvarene som ble kategorisert til uttrykksnivå 3 skrev en elev «*Når vi blander salt og vann løser saltet seg opp. Fordi ionebindingene brytes*» og en annen skrev «*Når vi blander salt og vann vil vannmolekylene ødelegge ionebindingene slik at saltet løser seg opp*». Disse elevene uttrykte



---

en forståelse som er kategorisert til en uttrykt forståelse har en delvis kobling mellom makro- og mikronivå og det kan tolkes til at de elevene forstår at det er bindinger som brytes og derfor løser natriumklorid seg opp i vann. Det er derimot ingen av elevene som uttrykker en forståelse i forklaring A som kategoriseres til uttrykksnivå 1 som vil si at ingen elever har skrevet forklaringer som ikke viser noen forståelse (makro eller mikro), i tillegg er det ingen elever som har skrevet forklaringer som er kategorisert til uttrykksnivå 4 som er nivået der elevene beskriver både makro- og mikronivå og bruker de kjemiske begrepene på mikronivå, og forklarer prosessen som skjer på mikronivå. Men en elev som har blitt kategorisert til uttrykksnivå 2 har en forklaring på makronivå som beskriver hvorfor, og eleven har skrevet *Vannet løser opp saltet* som er en korrekt beskrivelse om hvorfor det løser seg opp, på makronivå, men ettersom forklaringen ikke viste til det som skjer på mikronivå er den kategorisert til uttrykksnivå 2.

### **Forklaring B**

Den andre forklaringsoppgaven elevene fikk var å forklare hvorfor salt løser seg raskere i varmt vann, enn i kaldt vann. Elevenes forklaringer ble analysert ut ifra ord og begreper i kjemi (forklart i tabell 3 i analysekapittelet). Deretter ble forklaringene kategorisert til uttrykksnivå 1-4, om forklaringene uttrykte en forståelse på makro- og/eller mikronivå, som er de resultatene som presenteres nedenfor og er presentert i figur 2 (blå farge).

Figur 2 viser resultater om at halvparten elevene (5 av 10) i forklaring B uttrykker en nivå 3 forståelse. Elevene uttrykker en forståelse på makronivå og delvis mikronivå ved at de har forklart det de har observert og i tillegg til å forklare og bruke ord og begreper om noen elementer på mikronivå som ikke kan observeres. Dette kan sees i sammenheng med resultatene i figur 1 (om ord og begreper) hvor begreper for bevegelse forekom 9 ganger, i tillegg til begreper som vannmolekyl, atom og molekyl som forekom henholdsvis 4, 1 og 1 ganger. En elev valgte beskrive hvorfor saltet løste seg raskere i varmt vann, ved å skrive «*Når det er varmere vil saltet løse seg opp forttere fordi vannmolekylene beveger seg raskere*», mens en annen elev skrev «*Fordi partikkelmodellen er en modell som viser at jo varmere jo forttere beveger molekyllene/atomene seg*». Her ser vi da at elevene har brukt begrepet vannmolekyl i forklaringen i tillegg til å ha beskrevet hvorfor og forklart at det er på grunn av vannmolekylenes bevegelse.

I forklaring B er det 3 elever som har uttrykt en nivå 2 forståelse, og har forklart det de har observert. En elev som er kategorisert til uttrykksnivå 2 og bare makronivå er en som for eksempel har skrevet «*det beveger seg raskere i varmt vann*». Denne eleven har ikke brukt begreper om hva på mikronivå som beveger seg raskere, og derfor har blitt kategorisert til bare makronivå. Mens det er 2 elever som har forklaringer som uttrykker en forståelse som er kategorisert til uttrykksnivå 1 og som ikke uttrykker noe forståelse i sine beskrivelser. Den ene eleven har i sin forklaring skrevet «*Varm er mye bedre på å løse opp ting saltet løste seg opp mer! Partiklene blir mindre og mindre*» og den andre eleven svarte «*Vet ikke*». Figur 2 viser at det ikke er noen elever som uttrykker en nivå 4 forståelse i forklaring B, det vil si at ingen av elevene har skrevet noe mer detaljert enn at vannmolekylene beveger seg raskere.

### **Oppsummering av resultater av forklaring A og B**

Resultatene viser at en større andel av elevene uttrykker en forståelse på makronivå når det kommer til å forklare hva som skjer når man blander natriumklorid og vann. Elevene har lett for å forklare det de observerer, mens en liten andel av elevene drar inn elementer som ikke kan observeres i forklaringene sine. Men når det kommer til forklaringene om hvorfor natriumklorid løses raskere opp i varmt vann, enn i kaldt (forklaring B), viser det seg at halvparten elevene uttrykker en forståelse som er kategorisert til uttrykksnivå 3 og de har en delvis mikroskopisk forståelse. Figur 3 viser resultatene fra resultat og analyse når det kommer til sentrale begreper i kjemi og hvor ofte disse har forekommet i elevenes forklaringer, som gir støtte til resultatene i figur 2.

Hvis vi ser på forklaring A og B samlet viser resultatene til at de fleste elevene uttrykte en nivå 2-3 forståelse i forklaringene sine. I figur 1 viser resultatene at beskrivelsen *løse seg* forekom 13 ganger i forklaring A og 5 ganger i forklaring B, altså 18 ganger til sammen i elevenes forklaringer (A og B), men denne beskrivelsen forekom oftest i forklaring A. Når det kommer til sentrale begreper i forklaring B tolkes resultatene i figur 2 at halvparten av elevene uttrykker en delvis mikroskopisk forståelse, dette sees i sammenheng med forekomsten av begrepene som er presentert i figur 1 og at begreper som ikke kan observeres forekommer oftere. Resultatene i figur 1 viser at begreper som går innenfor kategorien *bevegelse* forekom 9 ganger i forklaring B. Når det gjelder hvorfor natriumklorid løser seg raskere i varmt vann, enn i kaldt vann, er dette fordi den varmere temperaturen gjør at vannmolekylene beveger seg raskere. Og derfor kan dette resultatet tolkes til at elevene har kunnskap om partikkelmodellen

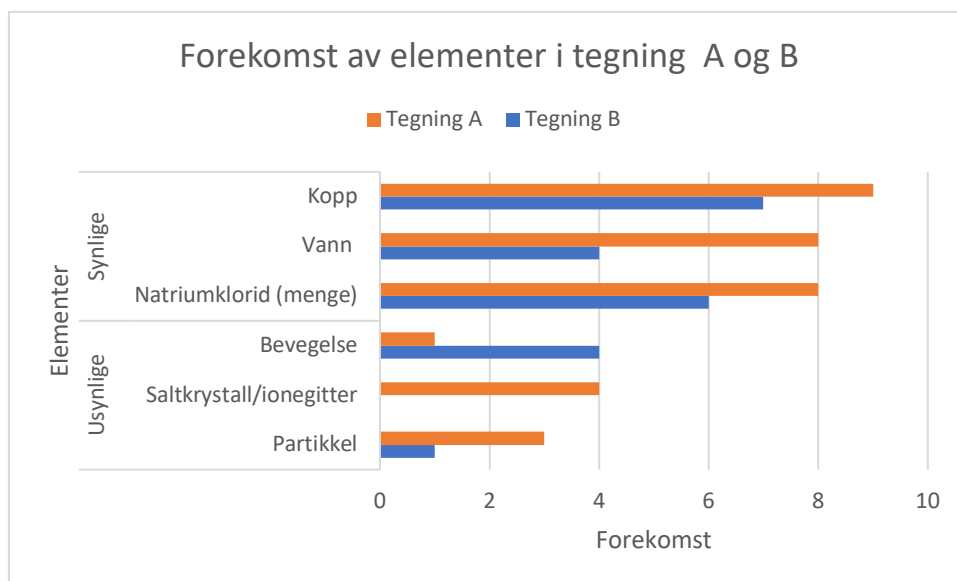
og derfor uttrykker en forståelse om at varmen er en påvirkende faktor som gjør at natriumklorid løses raskere i varmt vann.

## 5.3 Elevenes tegninger

I tillegg til å skrive forklaringer etter forsøket, fikk elevene i oppgave å tegne hva som skjer når man blander salt og vann. Tegningene ble tolket og analysert ut ifra om de inneholdt synlige og/eller usynlige elementer som er presentert i tabell 5 i analysekapittelet. De synlige elementer vil si det som kunne observeres i forsøket, mens de usynlige elementene vil si det som ikke kunne observeres, men som finnes på mikronivå.

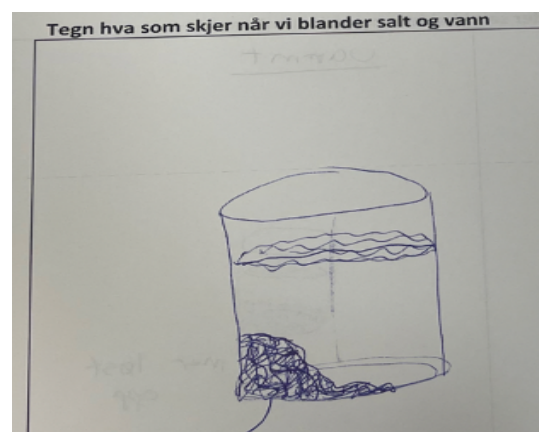
### 5.3.1 Elementer i tegningene

Elevenes tegninger ble analysert ut ifra hvilke elementer de viste, synlige eller usynlige elementer, hvor synlige elementer er observasjoner på makronivå og usynlige elementer er koblet til mikronivå og som ikke kan observeres. I motsetning til analysen av forklaringene som tok for seg forekomsten av ord og begreper, tok analysen av elementene for seg antall elever som hadde tegnet de ulike elementene. Figur 3 viser resultatene fra tolkning og analyse av tegningene til elevene, og viser antall elever som har tegnet synlige og/eller usynlige elementer.



Figur 3 Forekomst av elementer i tegning A og B

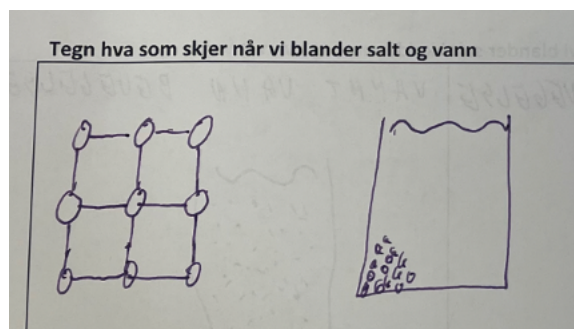
Ut i fra figur 3 kan vi se at resultatene viser at det som dominerer mest i elevenes tegninger (A og B), er de synlige elementene kopp, vann og mengde natriumklorid. I tegning A og B var det henholdsvis ni og syv elever som hadde tegnet kopper, mens det var åtte og fire elever som hadde tegnet vann og når det kom til natriumklorid i mengde var det åtte og seks elever som hadde tegnet dette.



Figur 4 Tegning som viser de synlige elementene

Resultatene viser at nesten alle elevene har fokusert på de synlige elementene i tegningene sine, og har tegnet det de observerte da de utførte forsøket og tegnet de elementene som ble brukt i forsøket. Men det er noen elever som har tegnet usynlige elementer i tegningene, og vi kan ut i fra figur 3 se at fire elever har tegnet en saltkrystall og tre elever har tegnet ioner og/eller atomer, altså partikler.

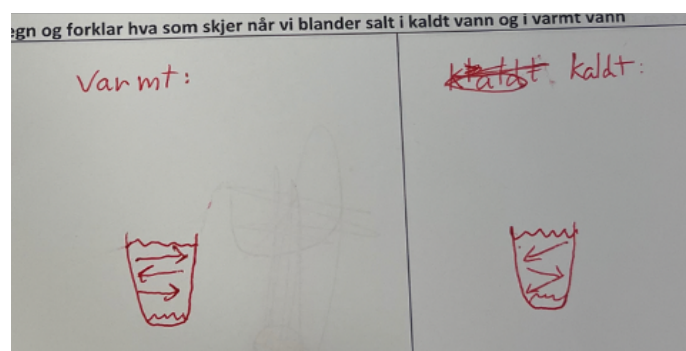
Resultatene i figur 3 viser at fire elever har tegnet saltkrystall/ionegitter tolkes som at de viser til bindinger mellom ionene i ionegitteret som representerer natriumklorid, men samtidig har elevene tegnet et ionegitter som består av like ioner, selv om de fikk presentert og forklart rundt en figur av ionegitter som bestod av to ioner (natrium og klorid). Men tegningen tolkes til at eleven uttrykker



Figur 5 Tegning som viser ionegitter

en forståelse av at NaCl er organisert som et gitter. I tegning B er det derimot ingen av elevene som har tegnet saltkrystallet (figur 3).

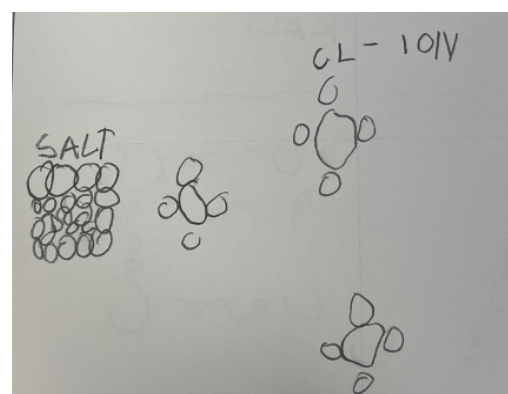
Når det kommer til resultatene fra tolkning og analyse av tegning B i figur 3 viser de at elevene også i denne tegneoppgaven for det meste har tegnet det de observerte. Elevene tegnet de synlige elementene i forsøket, som koppen, vannet og NaCl i mengde. Men i figur 3 ser man at fire av elevene har med elementet bevegelse i tegningene sine, og figur 6 er et eksempel.



Figur 6 Tegning som viser bevegelse

Bevegelsen er representert ved at de har tegnet piler, og dette tolkes som at elevene har en forståelse av at temperaturen er en faktor som påvirker hvor fort natriumklorid løser seg opp i vannet.

Når det kommer til hvordan elevene har tegnet NaCl og vannmolekyler (kategori partikkel) i tegningene, er det tre av 10 elever som har tegnet partikler ved å tegne prikker eller sirkler som det tolkes som at skal representere partiklene som inngår i stoffene, men de fleste som har gjort dette har ikke skrevet presisert hvilke partikler (ion/atom/molekyl) prikken/sirkelen skal representere. Men det er en elev (figur 7) som har tegnet noe som skal representere Cl-ion og partikler og navngitt disse i tegningene sine. Dette tolkes som at eleven har en forståelse for hvilke partikler som inngår i løsningen.

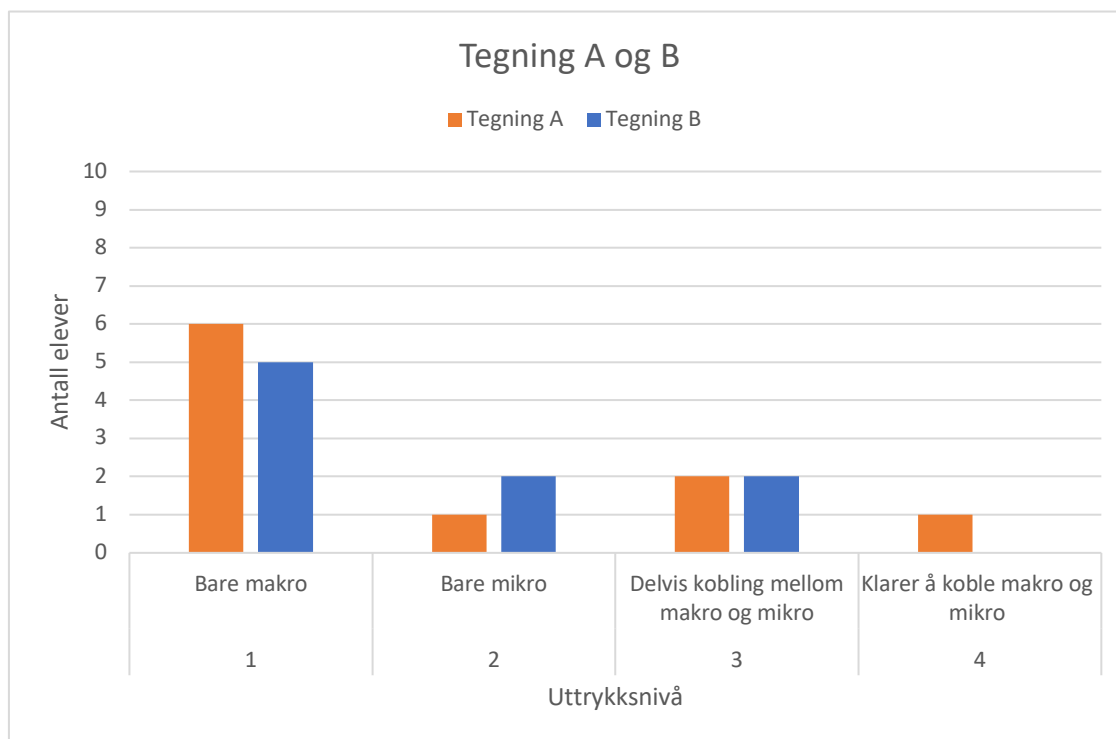


Figur 7 Tegning med beskrivelse av partikkel

### 5.3.2 Tegningene – uttrykt forståelse

I dette delkapittelet presenteres resultatene fra tolkning og analyse av elevenes tegninger. I det forrige delkapittelet ble det sett på hvilke elementer elevene har fokusert på i tegningene. I dette blir resultatene fra analysen og kategoriseringen av elevenes tegninger etter uttrykksnivå 1-4 og om tegningene uttrykker en forståelse på makro- eller mikronivå. Resultatene fra forrige delkapittel om elementer sees i sammenheng med den uttrykte forståelsen tegningene uttrykker.

Resultatene blir presentert i samme stolpediagram (figur 8). Resultatene av tegning A blir presentert først (oransje farge i diagrammet) og blir resultatene av tegning B presentert (blå farge i diagrammet).



Figur 8 Resultater uttrykt forståelse tegning A og B

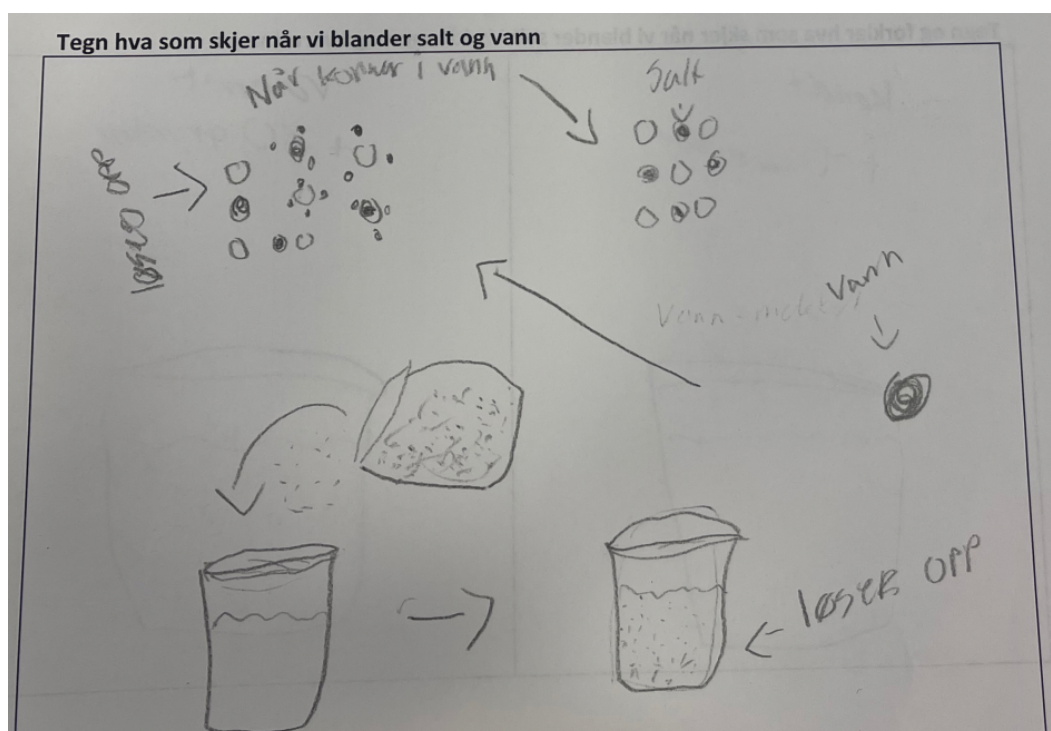
### Tegning A

Figur 8 viser resultatene fra tolkning og analyse av tegningen (A og B) til elevene. Ut i fra resultatene kan vi se at i tegning A så dominerer tegninger som kategoriseres til uttrykksnivå 1. Dette kan vi se i sammenheng med resultatene vist ovenfor i både figur 3 og eksemplene som er gitt, når det kom til tolkning og analyse av hvilke synlige og usynlige elementer som kom frem i tegningene til elevene.

Resultatene i figur 8 viser at seks av 10 elever har tegnet bare det de har observert, og tegningene er kategorisert til uttrykksnivået som handler om en uttrykt forståelse på bare makronivå og disse elevenes tegninger består bare av synlige elementer. Men det er en elev (figur 7) som har en nivå 2 forståelse og elevens tegning uttrykker en forståelse som kategoriseres til bare mikronivå ved at eleven bare har tegnet usynlige elementer (figur 7). Det er to elever som har tegnet tegninger som kategoriseres til en uttrykt forståelse på uttrykksnivå 3 og disse elevenes tegninger består altså av de synlige elementene og noen usynlige elementer. Figur 6 er et eksempel på en tegning som kategoriseres innenfor uttrykksnivå 3, og

dette er fordi tegningen består av synlige elementer (kopp, vann), men inneholder også piler som tolkes til å representere bevegelsen hos vannmolekylene når vannet får en varmere temperatur og hastigheten hos vannmolekylene påvirker hvor fort natriumklorid løses opp.

Når det kommer til uttrykksnivå 4, så er det en elev som har blitt kategorisert til dette nivået. Figur 9 viser tegningen som er kategorisert til dette nivået, og denne eleven har tegnet både synlige og usynlige elementer. Samtidig som eleven har tegnet elementene, har eleven tegnet samspillet mellom elementene i forsøket. Denne eleven sin tegning uttrykker en forståelse som kategoriseres til både makro- og mikronivå og er derfor kategorisert til uttrykksnivå 4. Figur 9 nedenfor viser elevens tegning om hva som skjer når natriumklorid og vann blandes.

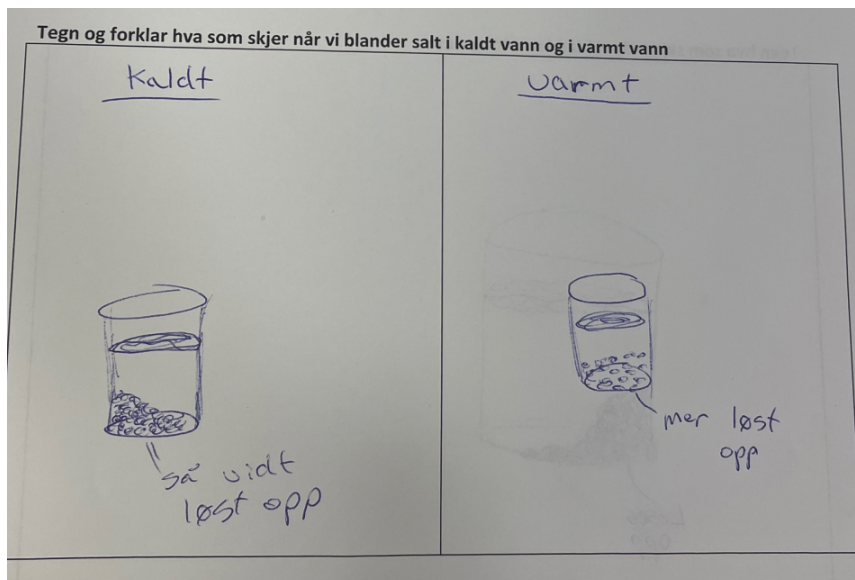


Figur 9 Elevsvar oppgave A som uttrykker nivå 4 forståelse

Denne tegningen er tolket slik at eleven først har tegnet det som har blitt observert og tegnet de synlige elementene i forsøket, som at salt blir helt oppi vann. Deretter har eleven gått videre inn på det som skjer på mikronivå ved forsøket og tegnet de usynlige elementene. Tegningen tolkes slik at man skal følge pilene elevene har tegnet, som en progresjon i forklaringen. Eleven har tegnet natriumklorid og skrevet hvilke partikkel prikkene skal representere, samt skrevet at det løser seg opp, og tegningen tolkes til at eleven forstår at det deles inn i de enkelte ionene når det blandes med vann.

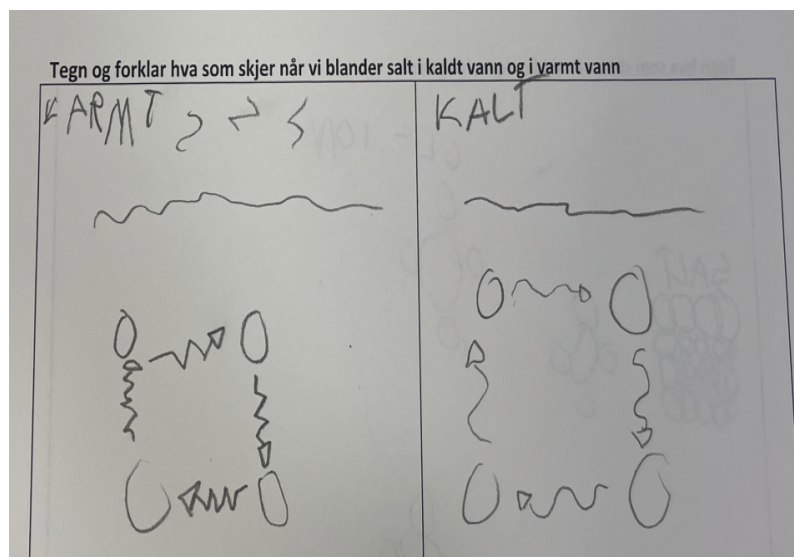
## Tegning B

Figur 8 viser som nevnt resultatene av tolkning og analyse av elevenes tegninger om hvorfor natriumklorid løses raskere opp i varmt vann, enn i kaldt vann (tegning B). Resultatene her viser at halvparten av elevene har tegnet tegninger som kategoriseres til en uttrykt forståelse til uttrykksnivå 1. Dette vil si at halvparten av elevene har tegnet tegninger som viser det de har observert, og har fokusert på de synlige elementene i forsøket. Figur 20 viser et eksempel på en tegning i oppgave B. Denne tegningen består av kopper, vann og natriumklorid i mengde, i likhet med tegninger innenfor samme uttrykksnivå i tegning A.



Figur 10 Tegning B kategorisert til uttrykksnivå 1

Videre viser resultatene (figur 8) at to av 9 tegninger er kategorisert til en uttrykt forståelse til nivå 2. Disse elevene har tegnet tegninger som uttrykker en forståelse på bare mikronivå, og tegningene består av bare usynlige elementer. Figur 13 viser et eksempel på en tegning som er kategorisert til uttrykksnivå 2, og denne tegningen tolkes til at eleven har tegnet hvordan bevegelsen påvirkes av temperaturen på vannet ettersom pilenes «bevegelser» blir bråere i tegningen som representerer varmt vann, og «mykere» i tegningen som skal representere bevegelsen i kaldt vann.



Figur 11 Tegning B kategorisert til uttrykksnivå 2, bare mikronivå

Det er også to elever som tegningene er kategorisert til en forståelse på uttrykksnivå

3, og viser både synlige og usynlige elementer, og disse elevenes tegninger uttrykker en forståelse på makronivå og delvis mikronivå. I tegning B ble det bare analysert 9 tegninger



---

ettersom det var en elev som ikke tegnet tegning om hva som skjer når man blander salt i kaldt og varmt vann.

### **Oppsummering av resultater tegning A og B**

Også i tegningene er det uttrykt forståelse på makronivå som dominerer både når de skal tegne hva som skjer når natriumklorid og vann blandes, og når de skulle tegne hvorfor natriumklorid løses opp raskere i varmt vann, enn i kaldt vann. I tegning A var det 6 av 10 tegninger som ble kategorisert til nivå 1 og som uttrykte en forståelse kategorisert til bare makronivå. I tegning B var det 5 elever som ble kategorisert til nivå 1 og bare makronivå. Men det var derimot en elev i tegning A og to elever i tegning B som ble kategoriser til uttrykksnivå 2 og tegningene uttrykte forståelse bare på mikronivå. Når det kom til uttrykksnivå 3 som vil si en delvis kobling mellom makro- og mikronivå var det to tegninger i tegning A og B som ble kategorisert dit. I tegning A var det en elev som ble kategorisert til uttrykksnivå 4 og som viste en forståelse der det makro- og mikronivå var koblet sammen og viste et samspill, men i tegning B var det ingen tegninger som ble kategorisert til nivå 4.

I tillegg hadde elevene et stort fokus på det som kan observeres og de synlige elementene i sine tegninger, som også kan sees i forklaringene. Resultatene og eksemplene som er blitt nevnt viser at selv om mange elever har tegnet tegninger på makronivå, er det noen elever som har tegnet på mikronivå. Som figur 3 viser så har elevene fokusert mest på å tegne kopp, vann og NaCl i mengde. Figur 8 viser at et mindre antall av elevenes tegninger har blitt kategorisert til nivåer på mikronivå kan vi se i sammenheng med figur 3 og at det er få elever som har tegnet usynlige elementer som representerer det som er på mikronivå.

## **5.4 Noen elevsvar**

Dette delkapittelet tar for seg resultatene fra tolkning og analyse av to elevsvar med forklaring og tegning i oppgave A, der elevene fikk i oppgave å forklare og tegne hva som skjer når salt og vann blandes. Disse elevsvarene er valgt ut fordi det er interessant å se hvordan ulike elever uttrykker forståelse. Nedenfor kan vi se at den ene eleven har en forklaring i tekst som uttrykker mer forståelse enn forklaring i tegningen, mens den andre eleven sin forklaring i tegning uttrykker mer forståelse enn forklaringen i tekst.

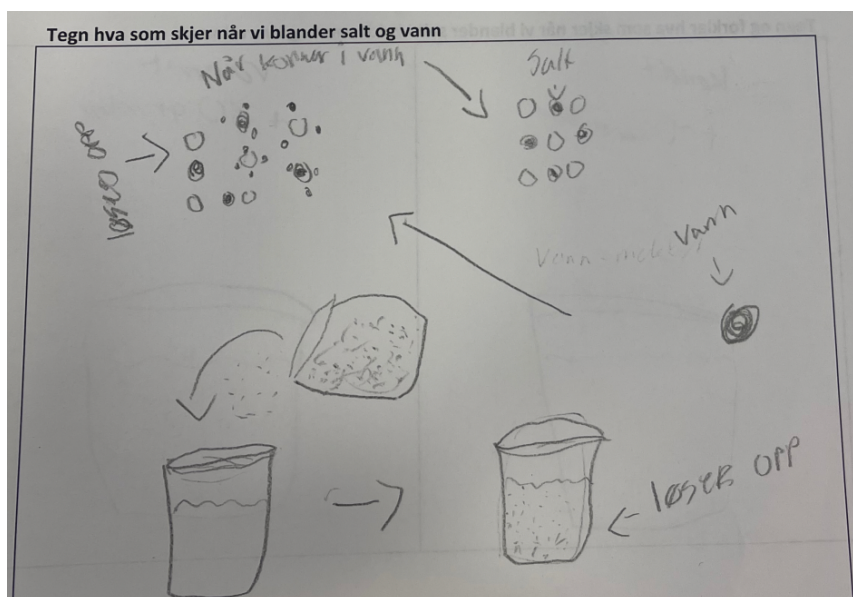
### 5.4.1 Elev x – Oppgave A

Eleven hadde i oppgave å forklare hva som skjer når natriumklorid og vann blandes, etter og ha gjennomført et forsøk med å blande NaCl i vann. Til forklaringsoppgaven skrev eleven denne forklaringen:

*Vannet løser opp saltet*

Eleven har en kort og beskrivende forklaring som sier akkurat det den har observert, at saltet løste seg opp i vannet, som er en korrekt forklaring på makronivå. Eleven har ikke brukt noen naturfaglige ord og begreper innenfor kjemi i forklaringen sin, og har ikke forklart prosessen som skjer når man blander NaCl og vann. Denne forklaringen tolkes derfor til en uttrykt forståelse på uttrykksnivå 2 og en forklaring på bare makronivå.

I tillegg til oppgaven med å beskrive hva som skjer når NaCl blandes i vann, skulle eleven tegne hva som skjer når NaCl og vann blandes. Figur 12 viser elevens tegning.



Figur 12 Elev x - Tegning A

Elevens tegning viser både observerbare, altså synlige elementer, og i tillegg usynlige elementer som ikke kan observeres. Eleven har tegnet piler som tolkes dithen at det skal vise progresjonen av forsøket. Denne tegningen tolkes til en uttrykt forståelse på nivå 4, ettersom den viser det elementer på makro- og mikronivå i samspill.

Når vi ser på forklaringen der eleven har beskrevet hva som skjer når NaCl blandes i vann, og tegningen som skal representere det samme som forklaringen, kan vi se at tegningen uttrykker en forståelse på et høyere nivå (4), enn det forklaringen gjør (2).

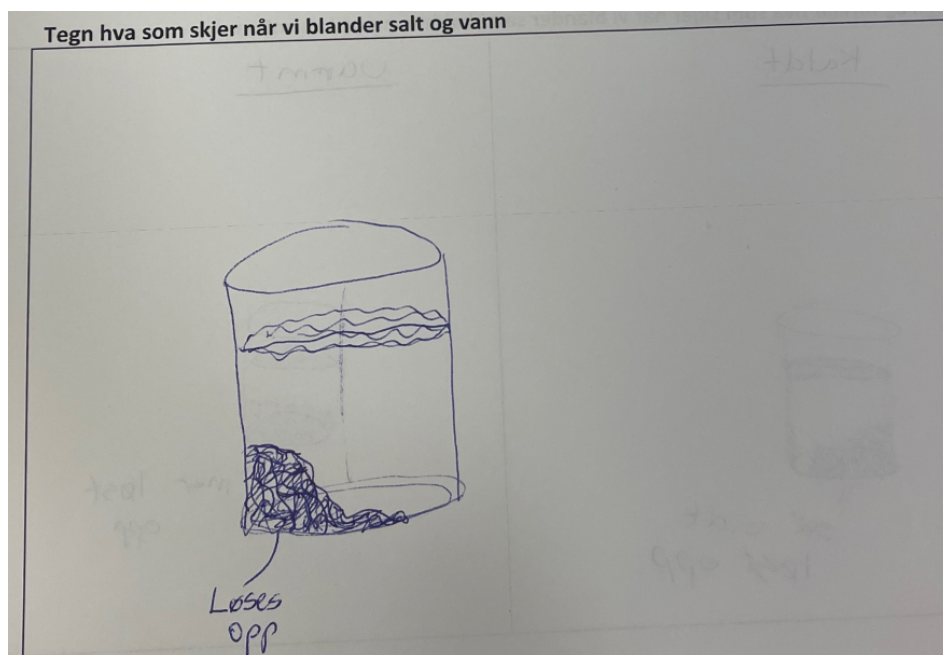
### 5.4.2 Elev y – Oppgave A

Eleven hadde i oppgave å forklare hva som skjer når natriumklorid og vann blandes, etter og ha gjennomført et forsøk med å blande NaCl i vann. Til forklaringsoppgaven skrev eleven denne forklaringen:

*Når vi blander salt og vann løser saltet seg opp. Fordi ionebindingene brytes*

Eleven har en kort og beskrivende forklaring, men forklaringen kommer inn på en naturvitenskapelig forklaring ved å forklare at ionebindinger brytes som sier noe om prosessen på mikronivå. Denne forklaringen tolkes og kategoriseres til uttrykksnivå 3 og makronivå med en delvis kobling til mikronivå, ettersom eleven beskriver hva som skjer og kommer inn på hvorfor det skjer ved å bruke fagord på mikronivå som forklarer noe av prosessen på mikronivå.

I tillegg til forklaringsoppgaven fikk eleven i oppgave å tegne hva som skjer når NaCl og vann blandes. Figur 13 viser elevens tegning.



Figur 13 Elev y - Tegning A

Eleven har tegnet det den har observert, og tegningen består av synlige elementer som kopp, vann og NaCl i mengde i glasset. Men eleven har skrevet på tegningen, at natriumkloridet løses opp med å sette en pil til mengden natriumklorid i glasset. Ettersom tegningen bare

---

inneholder synlige elementer og bare representerer oppløsningen på makronivå, blir tegningen tolket og kategorisert til uttrykksnivå 1 og bare makronivå.

Når vi ser på forklaringen og tegningen til eleven, kan vi se at forklaringen uttrykker en forståelse om fenomenet på et høyere nivå (3), enn det tegningen gjør (1).

## 5.5 Misoppfatninger i elevenes forklaringer og tegninger

I dette delkapittelet skal jeg gå inn på noen misoppfatninger som kom frem i noen av elevenes forklaringer i både oppgave A og B.

En elev skrev ... *Saltet blir borte* da den skulle forklare hva som skjer når man blander salt og vann. En annen elev forklarte at *saltet løser seg opp. Og blir borte* i oppgave A og ... *da blir de (saltet) borte* i oppgave B. Når det gjelder hva elevene har observert, er dette en helt riktig observasjon ettersom når saltet er løst opp kan man ikke se det lengre. Men beskrivelsen kan også tolkes til at elevene tror saltet blir helt borte. En tredje elev skrev *Varm er mye bedre på å løse opp ting.. Saltet løste seg opp mer* da den skulle beskrive hvorfor saltet løste seg opp raskere i varmt vann enn i kaldt vann. Denne elevens forklaring kan tolkes til at den tror at natriumklorid løses opp mer eller mindre hvis vannet er kaldt eller varmt, og at vannets temperatur avgjør hvor mye natriumklorid som løses opp, men det er vanskelig å si ettersom det ikke er helt klart hva eleven tenker eller kan vite hva eleven tenker. Den samme eleven skrev ... *Partiklene ble mindre og mindre* da den skulle forklare hvorfor saltet løste seg opp raskere i varmt vann, enn i kaldt vann. Denne forklaringen tolkes som at eleven tror at når vi ikke kan se mengden natriumklorid i vannet lengre så vil partiklene som natriumklorid består av bli mindre og mindre i størrelse, ettersom saltet blir mindre synlige i blandingen.

I tillegg til misoppfatninger i forklaringene om oppløsning og partikler, var det en mulig misoppfatning som gikk igjen i noen tegninger. Nærmere bestemt i de tegningene som inneholdt ionegitter (for eksempel figur 5). Disse tegningene var tegnet slik at de viser et ionegitter der det kan tolkes som at kulene som skal representere ionene, viser bare ett ion og ikke at NaCl består av to ioner som danner en ioneforbindelse. Men ettersom elevene ikke har skrevet på hvilke ioner kulene skal representere kan man ikke med sikkerhet si at elevene har denne misoppfatningen.

---

## 6. Diskusjon

Denne masteroppgavens resultater viser at forklaringer på et makronivå er dominerende i elevenes forklaringer om hva som skjer når NaCl og vann blandes, og at majoriteten av elevene som deltok har en uttrykt forståelse på makronivå. Det samme gjelder elevenes tegninger, der vi ut ifra resultatene kan se at elevene fokuserer på de synlige elementene de observerte. I dette kapittelet vil oppgavens problemstilling og forskningsspørsmål bli belyst i tre deler. Den første delen tar for seg elevenes forståelse uttrykt i forklaringene på makro- og mikronivå, i denne delen vil også noen misoppfatninger bli diskutert. I den andre delen diskuteres elevenes forklaringer om abstrakt hverdagslig fenomen, mens den tredje delen av diskusjonen handler om elevenes mentale modeller og tegninger, og hvilke elementer ved forsøket de har fokusert på. Til slutt diskuteres hvilke forbedringer jeg tenker hadde vært hensiktsmessige å gjøre for å forbedre oppgaven.

### 6.1 Uttrykt forståelse

I dette delkapittelet ser jeg på hvilken forståelse elevene uttrykker i forklaringene og tegningene da de besvarte skrive- og tegneoppgaven. Resultatene av tolkningen og analysen av elevenes forklaringer i tekst og tegning er presentert i resultatkapittelet (kapittel 5), og drøftes opp mot relevant forskning og teori som er presentert i kapittel 2.

#### 6.1.1 Makronivå

Datamaterialet i denne oppgaven består av 10 elevsvar med forklaringer i tekst og tegninger. I tolkningen og analysen av disse elevsvarene dominerer både forklaringene i tekst og tegning et uttrykksnivå på makronivå når det kommer til den uttrykte forståelsen elevene viser. Totalt var det 7 elever som uttrykte en forståelse kategorisert til uttrykksnivå 2 i forklaring A, som viser til at eleven ikke har noen kobling mellom makronivå og mikronivå, og som derfor bare uttrykt forståelse på makronivå. Det vil si at elevene forklarte det de kunne observere og de visuelle elementene i forsøket. Dette er i tråd med Sequeira og Leite (1990) sin studie om elevers bruk av partikkelmodellen for å forklare hverdagsfenomener, at en større andel av elevene har en korrekt makro forklaring fremfor mikro, og Ebenezer og Erickson (1996) som fant at elever fokuserer på det de observerer og visuelle elementer i resonnementer. Dette samsvarer med resultatene i denne oppgaven som viser at ord og begreper som representerer observasjoner på makronivå forekom i større grad enn ord og begreper som representerer

---

mikronivå. I tillegg til at 7 av 10 elever har forklaringer i tekst som tolkes til makronivå og bare har beskrevet det de har observert og fokusert på det visuelle i forklaringene. Resultatene samsvarer også med Ebenezer og Erickson (1996) sine resultater som viste at forklaringer som skulle representere mikronivå, lignet mer på forklaringer om observasjoner på makronivå.

Figur 1 i resultatene viser hvor ofte ord og begreper forekom i elevenes forklaringer, og den viser at begrepene som tok for seg objekter i forsøket forekom i enten liten eller ingen grad. Brosnan og Reynolds (2001) viser at elever ignorerte begrepene molekyl og atom selv om de ble nevnt for dem. Dette kan sees i sammenheng med at elevene som deltok i datainnsamlingen i til denne oppgaven unnlot å bruke begreper om objekter på mikronivå i sine forklaringer, men samtidig ble det ikke presisert at de skulle bruke det i oppgaveteksten. I undervisningen ble begrepene natriumklorid, ionebinding, ion, atom og vannmolekyl som forklaringene ble analysert etter, brukt ofte i gjennomgangen av fenomenet i repetisjonstimen og i tidligere undervisning. Resultatene viser som sagt at begreper som handler om objekter i prosessen, forekom i mindre grad og dette samsvarer med Ahtee og Varjola (1998) som fant at elever bruker faguttrykk på et generelt nivå.

Taber (2015) påpekte at man kan ha god konseptuell kunnskap uten at den samsvarer med den vitenskapelige kunnskapen. Det at resultatene viser at de fleste elevene har forklaringer som kategoriseres til makronivå, og har beskrivende forklaringer viser at de har en forståelse av hva som skjer på makronivå og det som de kan observere.

### **6.1.2 Mikronivå**

Når det kommer til elevsvarene som kommer innenfor mikronivå, var det i forklaring A 3 av 10 elever som ble kategorisert til uttrykksnivå 3, og som viser til en uttrykt forståelse på delvis mikronivå. Dette samsvarer med Devetak Vogrinc og Glazar (2009) som fant at det er svak elevforståelse når det kommer til oppløsningen av faste stoffer på mikronivå. Elevene på uttrykksnivå 3 brukte ord og begreper i beskrivelsene sine som viser til objekter eller hendelser i forsøket. At det et fåtall elever som ga forklaringer som viste til mikronivå kan sees i sammenheng med Ahtee og Varjola (1998) sine resultater om elevers forklaringer om begrepet kjemisk reaksjon, at det var et mindre antall av elevene som deltok i studien som ga forklaringer som inkluderte minst ett komponent som indikerte forståelse på mikronivå. Men ut i fra studien til Ahtee og Varjola (1998) kan deres konklusjon tolkes til at de mener bare forklaringer som representerer mikronivå tilsvarer en god forståelse. Resultatene om at et fåtall

---

elever av elevenes forklaringer og tegninger ble kategorisert til mikronivå, samt at de inneholdt få begreper og elementer som representerte mikronivå, kan sees i sammenheng med Devetak et al. (2009) og at de fant at elever har vanskeligheter med å tegne og forklare representasjoner på mikronivå for å forklare spesifikke elementer i oppløsningen av faste stoffer i vann.

De forklaringene som ble kategorisert til mikronivå inneholdt fagbegreper som går innenfor mikronivå i forklaringene sine, altså at de brukte fagord om objekt eller hendelse Dette kan sees i sammenheng med Brosnan og Reynolds (2001) studie der det i aldersgruppen 13-15 år var en mindre andel av elevenes forklaringer som kom innenfor mikronivå. I tillegg fant Teichert et al. (2008) at elever ofte har vanskeligheter med å forstå på et molekylært nivå og derfor kan sees i sammenheng med at det var så et mindretall forklaringer som ble kategorisert til uttrykksnivå på mikronivå. Brosnan og Reynolds (2001) påpekte i sin studie at det var få tegn som indikerte at elever følte seg trygge på å forklare på et mikronivå før fylte 17 år. Elevene som deltok i denne oppgaven var på 9. trinn og derfor 14-15 år, og dette kan sa sees i sammenheng ettersom elevene som deltok i datainnsamlingen til oppgaven på dette tidspunktet hadde arbeidet med atomer, ioner og grunnstoffer én gang på 8. trinn og én gang tidligere på 9. trinn, og elevgruppen er satt sammen fra ulike barneskoler i området og det kan også ha en innvirkning på forkunnskapene elevene har på om temaet.

Resultatene som handler om elevenes forklaringer (figur 2) viser at de fleste forklaringene ble kategorisert til makronivå, og de få elevene som ble kategorisert til mikronivå var korte og beskrivende forklaringer. Studien til Devetak et al. (2009) konkluderte med at elevs forståelse av oppløsningen av faste stoffer i vann på mikronivå, er svak. Dette kan sees i sammenheng med at det fåtallet av elevene som har forklart til et mikronivå, er korte og beskrivende og kan indikere at forståelsen på mikronivå er svak. Men elevene i denne oppgaven fikk ikke eksplisitt i tekstoppgaven å skrive forklaringer om hva som skjer når salt og vann blandes på mikronivå, men ble muntlig oppfordret til å skrive så detaljert de kunne, samt tegne slik de så for seg at oppløsningen gikk for seg på når de ikke kunne observere det.

Funnene til D. Treagust et al. (2003) indikerer at når elever kjenner til alle representasjonsnivåene kan dette øke elevenes forståelse og evnen de har til å forklare et fenomen. Dette kan vi diskutere opp mot resultatene i denne studien, der majoriteten av elevene sine forklaringer uttrykker en forståelse på makronivå. Det kan derfor diskuteres om grunnen til at forklaringen er på makronivå er at elevene mangler erfaringer knyttet til representasjonsnivåene mikronivå og symbol/representasjonsnivå, og at dette må arbeides mer

---

med i undervisningen. Og at de erfaringene elevene får i både undervisning og har fra før av, bør bli koblet til det som skjer på mikronivå og symbol/representasjonsnivå i undervisningen for at elevene utvikle forståelse på et «vite hvorfor» nivå (D. Treagust et al., 2003).

### 6.1.3 Misoppfatninger

I et fåtall av elevenes forklaringer blir det beskrevet at saltet blir borte. Dette kan sees i sammenheng med at forklaringene til elevene har blitt kategorisert til uttrykksnivå 2, og bare makronivå ettersom det er en korrekt makro observasjon, men på mikronivå så blir ikke NaCl borte. Dette samsvarer med Taber (2015) og at mange elever har alternative konsepter på grunn av at de baserer eller bygger det på andre konsepter, som er irrelevante for konseptet de skal bruke. Som presentert i resultatene var det noen elever som skrev *saltet blir borte* og at *partiklene blir mindre*. I tråd med dette kan det derfor tenkes at elevene som har disse misoppfatningene ser på prosessen som oppstår når NaCl og vann blandes som at stoffet blir borte istedenfor at bindingene blir brutt og at NaCl blir delt opp i de opprinnelige ionene natriumklorid består av. Når det kommer til elevene som skrev at partiklene ble mindre, kan vi se den samme sammenhengen ved at eleven tror at et saltkrystall er en partikkel og da at partiklene blir mindre (ettersom det ikke kan observeres lengre) istedenfor at bindingene mellom ionene blir brutt, og at størrelsen på ionene er den samme hele tiden selv om de ikke kan observeres. Men vi vet ikke hva eleven tenker og kan, og man kan ikke si med sikkerhet at eleven har en misoppfatning eller om forståelsen er det forklaringen sier, som vi kan koble til Willats (2005) og at som med tegninger så kan språket og da forklaringer vise avvik.

At noen elever forklarte at natriumklorid ble borte, som en observasjon er riktig, men på et makronivå ikke stemmer, kan sees i sammenheng med at det å forstå konsepter er preget av assosiasjoner (Taber, 2015) der forståelsen til en person om et gitt konsept avhenger av hvordan dette er forstått i sammenheng med andre konsepter. Dette kan sees i sammenheng ved at elevene ser på det at man løser natriumklorid i vann med for eksempel å løse konditorfarge i vann og de fortsatt kan observere konditorfargen, mens saltet ikke kan observeres lengre og derfor kan forstå konseptet i sammenheng med dette.



---

## 6.2 Å forklare hva vs å forklare hvorfor

I dette delkapittelet diskuteres forklaringene til elevene og hvordan elevene har beskrevet det hverdagslige fenomenet oppløsning av natriumklorid og vann, og drøfter resultatene av tolkningen og analysen av forklaringene opp mot relevant teori og forskning.

### 6.2.1 Typer forklaringer

Noe som går igjen i elevenes forklaringer og som kan observeres i eksemplene gitt i resultater, er at de er korte og beskrivende. En stor andel av elevene har kort forklart det de har observert, og beskrevet dette. Mange av elevenes forklaringer var varianter av *saltet løste seg opp i vannet*, og denne beskrivelsen forekom i 13 ganger til sammen i forklaring A og B (figur 1). Når det kommer til det at elevene ga korte og beskrivende forklaringer kan vi se dette i sammenheng med tekstopp-gaven elevene fikk, ettersom oppgaveteksten ikke ba elevene gå i detalj på et mikroskopisk nivå. Dette kan kobles til mønsteret som påpekes av Gilbert et al (1998) og at det er viktig med mønster mellom spørsmålet som stilles og svaret det skal produsere, og at forklaringene er passende hvis de møter behovene til den som spør. Når man skal forklare hva som skjer, vil det ofte produsere beskrivende forklaringer på makro fremfor beskrivelser som består av underliggende prosesser på mikronivå, som er på grunn av spørreordet *hva* og at det som regel vil produsere beskrivende forklaringer. Dette samsvarer med resultatene (figur 2) som viser at elevene har forklaringer i A som domineres av beskrivende forklaringer hvor elevene skulle forklare hva som skjedde, mens i B hvor elevene ble bedt om å forklare hvorfor det ble produsert flere forklaringer som beskrev prosesser som gikk på årsaken til hendelsen. Og Lipton (2009) påpekte at det er noe å vite at noe skjer, og det å forstå hvorfor det skjer.

At en stor andel av elevenes forklaringer var beskrivende, kan vi se i sammenheng med Martins (1985) fem typer forklaringer: intensjonell, beskrivende, fortolkende, kausativ og prediktiv. Hvor da en større andel av elevene har holdt seg innenfor den beskrivende typen av forklaringer. I tillegg til de fem typene av forklaringer viste Martin (1985) til fem betydninger av forklaringer hvor den første av betydningene tok for seg forklaringer i naturvitenskapelig kontekst og den tredje tok for seg forklaringer som beskrivelse om en tilstand, prosess eller hendelse. Elevene skrev for eksempel «*når vi blander salt og vann løser saltet seg opp. Fordi ionebindingene brytes*», og denne forklaringen tolkes til å beskrive prosessen til hendelsen. Elevenes forklaringer kan sees i forbindelse med de to betydningene ettersom forklaringene

---

til elevene var beskrivende og de skulle forklare innenfor en naturvitenskapelig kontekst etter å ha gjennomført et forsøk.

En større andel av elevene har i sine forklaringer bare beskrevet det de har observert, altså at natriumklorid løste seg opp i vannet. Her har de beskrevet hva som har skjedd og som kunne observeres, men ikke beskrevet hvorfor eller hvordan det skjedde som går på de underliggende prosessene til årsaken. Det vil si at de har beskrevet fenomenet, men de har ikke klart å beskrive fenomenet på et mikronivå og det vi ikke kan observere. Dette er i tråd med Sequeira og Leite (1990) sin studie som viste at elevene var i stand til å navngi det hverdagslige fenomenet de skulle forklare, men elevene var ikke i stand til å forklare fenomenet. De fant også at elevene ga beskrivende forklaringer (Sequeira & Leite, 1990). Men i resultatene kan vi se at beskrivelser med bruk av ord og begreper som handler om at ionebindinger brytes, forekommer tre ganger i tillegg til at tre elever sine forklaringer har blitt kategorisert til uttrykksnivå 3. En av disse elevene er Elev y som skriver «... Fordi ionebindingene brytes» og forklarer hva som er grunnen til at saltet løser seg opp i vannet. Dette kan vi se i forbindelse med Braaten og Windscitls (2011) årsaksforklaringsmodell og at den tar for seg det å forklare årsaken til den observerbare hendelsen.

## 6.2.2 Forklaringer og kontekst

Gilbert et al. (1998) presenterte fire kriterier verdien til en forklaring kan bedømmes ut ifra. En av disse kriteriene var generaliserbarhet og om forklaringen kan brukes til flere kontekster, og som resultatene viser er forklaringene til elevene beskrivende og beskriver at saltet løser seg opp i vannet. «*løser seg opp*» forekommer 13 ganger i elevenes forklaringer (figur 1), og dette er en setning som kan brukes til å forklare andre forsøk der stoffer løser seg opp. For eksempel sukker som løser seg opp i vann. Derfor kan vi si at elevenes forklaringer på makronivå har en verdi ettersom de kan brukes til andre kontekster og forhåpentligvis kan elevene bruke denne erfaringen med oppløsning av natriumklorid i vann til lignende kontekster senere i naturfagundervisningen. Men på den andre siden er det viktig å gjøre elevene oppmerksomme på at det ikke er alle salter som løser seg opp, men forklaringen *løser seg opp* har verdi med selve konseptet oppløsning kan beskrives med denne forklaringen.

Som nevnt og som resultatene viser er elevenes forklaringer beskrivende og de fleste er på makronivå, og det går an å se på dette som at elevene ikke husker noe mer enn det de har forklart. Hukommelse er sentralt i kognitivismen som handler om evnen til å tenke, huske og

---

løse oppgaver, og hukommelse handler om å gjengi informasjon. Innenfor kognitivismen har vi interferenseffekten som tar for seg at man glemmer det man har lært på grunn av enten proaktiv eller retroaktiv hemming, og at interferenseffekten er størst hvis læringsaktivitetene er forholdsvis like og når det går kort tid mellom disse. Oppholdet som var mellom starten av undervisningen om temaet og da datainnsamlingen ble gjennomført, kan ha påvirket. Og hvis vi ser dette i sammenheng med interferenseffekten så kan det ha vært for lang tid mellom øktene og at hukommelsen til elevene ikke klarer å gjengi informasjonen og kunnskapen de har om temaet.

For at elevene skulle ha en kontekst å skrive forklaringene og lage tegningene fra gjennomførte de et forsøk med å blande salt og vann, dette var slik at de skulle få en erfaring og ha en observasjon de kunne skrive fra. Det at elevene måtte gjennomføre et forsøk kan sees i forbindelse med Glasersfeld (1995) sin påpeking om at vi som levende vesener må konstruere vår egen kunnskap ut ifra egne erfaringer. Elevene gjennomførte forsøket i grupper på tre-fire elever per gruppe, og i følge sosialkonstruktivismen så oppstår læring og kunnskap i sammenheng med det fellesskapet elevene befinner seg i. Dette kan vi igjen se i sammenheng med at mange av forklaringene har ganske lik ordlyd ettersom de satt i grupper og forklarte fenomenet til hverandre før de fikk i oppgave å skrive ned forklaringen. Det kan derfor tenkes å være grunnen til at forklaringene er like, ettersom de satt i grupper da de skrev disse og elevene kan ha påvirket hverandre. Dette kan vi se i sammenheng med Taber (2015) som påpekte at konteksten, når og hvor de lærer, er avgjørende for at elevene bruker det de har lært.

Når vi ser på resultatene (figur 2) som viser uttrykksnivåene elevenes forklaringer blir kategorisert til, kan vi se at forklaring A er det 7 av 10 elevers forklaringer som blir kategorisert til uttrykksnivå 2 som viser til at elevene har forklart på makronivå og ikke koblet inn mikronivå i forklaringen. Mens i forklaring B var det færre av elevenes forklaringer som ble kategorisert til uttrykksnivå på makronivå, henholdsvis 2 og 3 av 10 elever. Dette kan vi se i sammenheng med Teichert et al. (2008) sin studie om effekten kontekst har på elevers molekylære ideer, hvor de poengterer at konteksten er en avgjørende faktor for at elever skal klare å koble mikro og makronivå. Men her kan vi også poengtere at forklaringsoppgavene i oppgave A og B ikke handlet om det samme. I oppgave A skulle elevene forklare *hva* som skjedde når salt og vann løses som ofte besvares deskriptivt og gir beskrivende forklaringer. Mens i oppgave B var oppgaven å forklare *hvorfor* salt løste seg raskere i varmt enn i kaldt vann. Oppgave B kan derfor diskuteres om at hadde et element ved seg som var kjent for

---

elevene, nemlig partikkelmodellen, bevegelse og temperatur som faktor, som elevene var kjent med fra før av og derfor kan elevenes forklaringer ha nærmet seg mikronivå i større grad enn i oppgave A der temaet var mer ukjent. Konteksten med at noe var kjent og de hadde forkunnskaper om temaet kan ha hatt en påvirkning på at flere elever oppnådde uttrykksnivå 3 (5 av 10 elever) i oppgave B. Men på den andre siden fant Devetak et al. (2009) at elever hadde dårlige evner når det kom til å bruke kunnskapen i nye situasjoner.

Når det kommer til det at de fleste av elevene har forklart *hva* som skjer, og et fåtall har produsert forklaringer som så vidt går inn på *hvorfor* og *hvordan*, sees dette i lys av de Andrade et al. (2019) sine resultater, at få elever som presenterte forklaringer på et høyt nivå, og at elevene hadde forklaringer som beskrev hva som skjedde uten å gå inn på de underliggende prosessene og årsakene til de observerbare hendelsene. Resultatene styrker ideen om at elever ofte forstår de teoretiske konseptene og klarer å forklare *hva*, men forstår ikke fenomenets *hvorfor* og *hvordan* (de Andrade et al., 2019). Dette kan også sees i sammenheng med Braaten og Windschitls (2011) modeller for naturvitenskapelige forklaringer ved lovdekkende modell der forklaringen beskriver hendelsen som et resultat av logikk som ved at elevene har forklart det de har observert, altså *hva*, og at forklaringsmodellen påpeker at elevene ikke får en dyp forståelse. I tillegg beskrives årsaksforklaringsmodellen, som søker forklaringer om de underliggende årsakene til hendelsen som vil si *hvorfor* og *hvordan*.

I teorikapittelet (2.2.2) beskrives lovdekkende, årsaksforklarende og enhetlig forklaringsmodell av naturvitenskapelige forklaringer presentert i artikkelen til Braaten og Windschitl (2011), samt deduktiv-nomologisk forklaringsmodell (de Andrade et al., 2019). Både lovdekkende og deduktiv-nomologisk forklaringsmodell er modeller som tar for seg forklaringer som beskriver hendelser som resultat av logiske lover, men som konsekvens gjør at elever ikke får en dypere forståelse videre enn å gjengi loven (Braaten & Windschitl, 2011). Dette kan sees i sammenheng med elevenes beskrivende forklaringer og at de har beskrevet hendelsen som de observerte, men ikke ga en forklaring som kunne gå innenfor årsaksforklaringsmodell eller enhetlig forklaringsmodell, der forklaringene søker den underliggende årsaken til hendelsen eller knyttet det til teorier (Braaten & Windschitl, 2011). Men dette kan kobles til oppgaveteksten elevene fikk, og at den bare søkte *hva* som skjedde, men ikke inkluderte *hvorfor* og *hvordan* som er hensiktsmessig for å produsere forklaringer som går på de underliggende årsakene og prosessene. Lipton (2009) påpekte at det er en tett sammenheng mellom det å forstå hvorfor og det å forklare hvorfor, og dette kan vi se i elevenes forklaringer der de har beskrevet hva som har skjedd og uttrykker en forståelse på makronivå,

---

for eksempel har noen elever beskrevet hva som skjer på makronivå ved å skrive *saltet løste seg opp*, mens noen andre elever har beskrevet hvorfor det skjer på makronivå og skrevet *vannet løser opp saltet* som er en beskrivelse på hvorfor ettersom det er vannmolekylene atomer som trekker på ionene i NaCl. Mens det er få elever som har beskrevet hvorfor oppløsningen skjedde og disse uttrykker en forståelse på delvis mikronivå. Lipton (2009) mente også at det ofte kan være fristende å identifisere forståelse med det å ha en forklaring, og man kan derfor diskutere om forklaringene får frem elevenes forståelse. Men forklaringene i denne oppgaven blir kategorisert til forståelse på makro- eller mikronivå, og forklaringene blir tolket til den forståelsen elevenes beskrivelser uttrykker.

## 6.3 Tegninger og elementer

I dette delkapittelet diskuteres resultatene fra tolkning og analysen av elevenes tegninger, hvilken forståelse disse uttrykker og hvilke elementer elevenes tegninger inneholder og fokuserer på. Resultatene her blir diskutert opp mot relevant teori og tidligere forskning.

### 6.3.1 Mentale modeller

Når det kommer til elevenes tegninger der de fikk i oppgave å tegne hva som skjedde når salt og vann blandes, kan vi se at det er en variasjon av ulike elementer og perspektiver elevene har valgt å fokusere på i sine tegninger. Tegningene ble analysert ut fra synlige og usynlige elementer og kategorisert ut fra om de var på en makro eller mikro uttrykksnivå. I resultatene (figur 8) kan vi se at når det gjelder tegning A at 6 av 10 tegninger ble kategorisert til uttrykksnivå 1, men at det også er én tegning som har blitt kategorisert til uttrykksnivå 4. Det som skilte denne ene eleven sin tegning fra de andre elevene sine tegninger, var at denne eleven tegnet både synlige og usynlige elementer og progresjonen i forsøket. Og man kan si at ut ifra denne tegningen at eleven har en god mental modell for hva som skjer når salt og vann blandes. Dette kan vi se i sammenheng med Taber (2015) som foreslo at en måte å se på elevens konseptuelle forståelse i kjemi var å se på i hvilken grad elever korrekt kan uttrykke deres mentale modeller om et relativt komplekst problem.

Suits (2015) poengterte at mentale modeller hjelper elever med å organisere sine erfaringer inn i meningsfulle kognitive strukturer. I analysearbeidet ble det observert at de fleste elevene fokuserte på de samme perspektivene i sine tegninger, og tegnet de synlige elementene ref. figur 3 om elementer i tegningene. Men Elev x sin tegning A som ble kategorisert til

uttrykksnivå 4, og tegningen viste til et samspill mellom det som skjer på makronivå og mikronivå. Dette kan vi koble til Brooks (2009) og Suits (2015) som påpeker at barns tegneferdigheter reflekterer den kognitive kompetansen og strukturen hos eleven. I resultatene kan vi også se at tegningen til Elev x viste mer enn elevens beskrivelse i forklaring A, ettersom forklaringen ble kategorisert til uttrykksnivå 1. Brooks (2009) påpekte også at man kan se på tegninger som et slags språk og et verktøy for å dele kunnskap og formulere tanker og meninger for å representere et fenomen, som kan sees i sammenheng med Elev x sin tegning får frem elevens tanker og mening på en bedre uttrykt måte enn elevens beskrivelse av fenomenet. Men man må skille mellom kompetanse og ytelse i tegningene fordi tegninger gjenspeiler ikke nødvendigvis barnets kompetanse direkte (Willats, 2005). Dette kan vi igjen se i sammenheng med Elev y sin besvarelse der eleven har skrevet en forklaring som kategoriserer til uttrykksnivå 3, mens tegningen eleven har tegnet er kategorisert til uttrykksnivå 1 ettersom den bare har observerbare og synlige elementer. Men igjen så kan tegninger i likhet med språket vise feil, avvik, mangler og endringer (Willats, 2005), og tegningen representerer nødvendigvis ikke det eleven har av kunnskap og kompetanse. På den andre siden argumenterer Bamberg og Davis (2013) for at ved å la elever konstruere egne modeller får de muligheten til å reflektere sine tanker og meninger i å uttrykke sin ide om fenomenet. Hvis elevene i denne oppgaven hadde fått i oppgave å tegne en modell for deres ide av fenomenet til å styrke forklaringene de ga, kunne disse modellene ha maksimert nytten av forklaringene, men elevenes tegninger av hva og hvorfor oppløsningen skjedde, kan ikke sees på som en modell av deres ide av oppløsningen.

Elev x sin tegning ble kategorisert til uttrykksnivå 4, og representerte elementer på makro og mikronivå og koblet disse sammen, men ga en forklaring på uttrykksnivå 2. Brooks (2009) påpekte at tegninger ofte vil inneholde og synliggjøre essensen av en ide eller tanke og vil danne en dynamisk funksjon, og at koblingen mellom tale og tegning utvikler en visuell tanke som skaper mening. Dette kan vi se i sammenheng med Elev x sin besvarelse ved å se på elevens tegning hvor eleven har vist progresjonen i forsøket ved å bruke piler og tegningen tar først for seg elementer på makronivå og videre til et mikronivå. I tillegg forklarer eleven at saltet løser seg opp i vannet, og ved å koble elevens forklaring og tegning sammen kan vi se meningen eleven skaper. Ved å se Elev x sin besvarelse i forbindelse med Suits (2015) som mener kjemilærere sier at elever kan forstå kjemi hvis de klarer å bruke representasjonsnivåene og se sammenhenger. Med denne uttalelsen kan man si at Elev x uttrykker å forstå oppløsningen av salt i vann.

---

### 6.3.2 Elementer

Som nevnt var det et større antall elever som fokuserte på de synlige og observerbare elementene i forsøket, i tegningene sine. Men det var noen elever som tegnet saltkrystallet som ionegitter. Dette kan sees i sammenheng med den interne modellen som beskriver barnets mentale representasjon av hele objektet og tegner det de vet ut i fra sin kunnskap og det de vet om objektet (Willats, 2005), og derfor har elevene tegnet det de har observert som koppen, vannet og en mengde NaCl i vannet, og deretter at mengden NaCl er borte, ettersom det er dette de vet. Ved å se dette i sammenheng kan vi si at elevene som tegnet et saltkrystall som et ionegitter, er at elevene tegnet det de visste om natriumklorid og hvordan det er bygd opp og hvilken struktur det har før det ble blandet i vannet. Elevene fikk i oppgave å tegne *hva* som skjedde når salt og vann blandes, og stod derfor nesten fritt til å velge hvilke perspektiver og elementer de tok med i tegningene sine. Dette kan vi se på i forbindelse med at barn/elever utleder tegningen fra sin kunnskap uavhengig av et bestemt synspunkt (Willats, 2005).

Devetak et al. (2009) fant at elever har mest problemer med å representere løsninger av ioniske forbindelser i vann på mikronivå. Dette samsvarer med resultatene i figur 8 i resultatkapittelet viser tydelig at en større andel av elevenes tegninger uttrykker forståelse på makronivå. Og at elevene har fokusert på de synlige og observerbare elementene i tegningene og vi kan se en høy forekomst av at elevene har tegnet kopp med vann og en mengde med salt nederst i koppen. At dette er noe elevene fokuserer på kan sees i at tegninger kan vise visuelt realistiske bilder som er gjengitt fra virkeligheten (Ehrlén, 2009; Luquet & Costall, 2001). Dette kan vi derfor se i forbindelse med at elevene har tegnet det de har observert og tegningene representerer da det realistiske bildet elevene har av forsøket de gjennomførte med å blande salt og vann.

Resultatene viser at en stor andel har fokusert på det de observert i tegningene sine, men det er også en andel av elevene som har fokusert på det vi ikke kan observere. Dette kan vi se i sammenheng med det Brooks (2009) påpekte med at å skape en tegning krever en kombinasjon av elementene minne, fantasi, erfaringer og observasjon. Elevene i denne studien kan ha brukt elementet observasjon mye, mens den andelen som har fokusert på de usynlige elementene kan ha sine tidligere erfaringer og minne med atomer, ioner eller partikkelmodellen.

### 6.3.3 Modeller

I resultatene (figur 5) ser man at tegninger som inneholdt saltkrystall eller ionegitter ble tegnet i 4 tegninger. I undervisningen ble vist til modeller som representerte et natriumklorid, hvordan strukturen til ionegitteret var og hvordan natriumklorid løste seg i vann med hvilke deler som trakk på hverandre (vedlegg 1 og 2). At noen elever har tegnet noe som kan ligne på disse modellene kan vi igjen se i sammenheng med Brooks (2009) og kombinasjonen av elementer som kreves for å skape en tegning. Elevene fikk ikke se disse modellene mens de tegnet, men det er en sannsynlighet for at disse modellene har satt seg igjen i minnet til elevene og derfor tegnet disse. Men på en andre siden så har de elevene som har tegnet ionegitter tegnet det som om at det består av bare ett ion og ikke to, altså at de har tegnet en «kule» som skal representere ionene mellom bindingene. Dette til tross for at elevene ble vist modellen av NaCl som består av natrium-ioner og klor-ioner danner NaCl (vedlegg 2), som til og med viser dette i to ulike farger. Men denne «misoppfatningen» samsvarer med Tan og Treagust (1999) som fant at måten lærere underviser om ioneforbindelser gjør at elever danner seg et bilde av at NaCl er én enhet og at de ikke vil forstå sammenhengen mellom ioneforbindelser og ionegitter. Men samtidig så kan man ikke fastslå at elevene som har tegnet ionegitterene sånn har denne misoppfatningen ettersom de ikke har skrevet på hvilke ioner ionegitteret består av.

Resultatene i figur 8 viser at henholdsvis 6 av 10 (tegning A) og 5 av 10 (tegning B) av elevenes tegninger er kategorisert til et uttrykksnivå 1 som viser til en uttrykt forståelse på makronivå. Dette kan sees i sammenheng med Gilbert et al (1998) som viser til Martin (1985) fem typer forklaringer, at modeller kan gi grunnlaget til alle fem typer forklaringer og at modeller kan gi dette grunnlaget enten alene eller i kombinasjon med forklaringer. Grunnen til at disse tegningene ble kategorisert til uttrykksnivå 1 var fordi de inneholdt bare synlige og observerbare elementer som da kan tolkes til at de er beskrivende og gi grunnlag til de beskrivende forklaringene til elevene. Men det var ikke alle elevene som hadde beskrivende tegninger og beskrivende forklaringer, for eksempel Elev x som tegnet en tegning som viste til uttrykksnivå 4 og hadde en forklaring i uttrykksnivå 1. Mens Elev y tegnet en tegning som ble kategorisert til uttrykksnivå 1, og forklaringen ble kategorisert til uttrykksnivå 3, som vil si at forklaringen var beskrivende, men kom innenfor en naturvitenskapelig kontekst og innenfor prosessen ved løsningen og årsakende, mens tegningen gir bare grunnlag til en beskrivende forklaring og ikke årsakende forklaring.



Det var én elev som i tegningen sin skrevet på tegningen sin at det som er tegnet representerer Cl-ionet i tillegg til tegningen sin som ble kategorisert til uttrykksnivå 3, og hvis man ser på dette i sammenheng med Johnstones kjemiske trekant og konseptuell forståelse (Suits, 2015) så er representasjons-/symbolsk nivå det mest abstrakte nivået. Ved å se på denne sammenhengen kan det derfor diskuteres at elevens mentale modell av løsningen natriumklorid og vann er på et abstrakt nivå innenfor mikronivå og at eleven har en konseptuell forståelse av fenomenet.

---

## 7. Konklusjon

Denne masteroppgaven har tatt for seg temaet *Hvordan viser ungdomsskoleelever forståelse i naturfag*, nærmere bestemt i kjemi og oppløsningen av koksalt (NaCl) i vann. I de foregående kapitlene har det blitt presentert teori og tidligere forskning innenfor temaet, metodiske valg om datainnsamlingen til masteroppgaven, samt blitt presentert valg som handler om tolkning og analyse av datamaterialet. Videre har resultatene av tolkning og analyse blitt presentert med. Resultatene viser den uttrykt forståelse elevene har i sine forklaringer i tekst og tegning. I tillegg viser resultatene hvilke ord og begreper som forekommer i elevenes skriftlige forklaringer og hvilke elementer (synlige og usynlige) elevene har fokusert på i sine tegninger. Resultatene har blitt diskutert opp mot teori og tidligere forskning for å belyse forskningsspørsmålene i denne masteroppgaven. I dette avsluttende kapitlet presenteres konklusjonen av masteroppgaven.

### 7.1 Svar på problemområde

I introduksjonen til denne masteroppgaven beskriver jeg problemområdet som oppgaven baserer seg på. Problemområdet handler om elevens uttrykte forståelse på makro- og/eller mikronivå i forklaringer om hva som skjer når NaCl blandes i vann. I tillegg tar oppgaven for seg elevenes tegninger om det samme fenomenet. I tegningene blir de elementene elevene fokuserer på sentralt. Med elementer menes synlige og usynlige elementer i tegningene. I tillegg blir det sett på hvilken forståelse tegningene uttrykker. Problemområdet er bredt og kan oppsummeres i problemstillingen:

*Hvordan forståelse uttrykker elever når de skal forklare et naturvitenskapelig hverdagslig fenomen?*

For å besvare oppgavens problemområde og problemstilling vil jeg ta opp igjen de forskningsspørsmålene som er knyttet til problemområdet, som er presentert i introduksjonen av oppgaven:

*På hvilke måter uttrykker ungdomsskoleelever sin forståelse om hva som skjer når man blander NaCl i vann?*

Majoriteten av elevene som har deltatt i datainnsamlingen til denne masteroppgaven, uttrykker forståelse på makronivå både i deres forklaringer av hva som skjer når NaCl blandes i vann,

---

og hvorfor NaCl løses opp raskere i varmt vann. Når det gjelder elevenes tegninger og den uttrykte forståelsen i disse, ser man også her at en større andel av elevene har tegnet tegninger som uttrykker en forståelse på makronivå. Det som går igjen i både elevenes forklaringer i beskrivelser og tegninger er at de har fokusert på det makroskopiske og det de kunne observere. Dette er jo et resultat av det de ble bedt om å gjøre, nemlig å beskrive og tegne *hva* som skjer når NaCl blandes i vann. Elevenes skriftlige forklaringer består for det meste av beskrivelser som *saltet løser seg opp i vannet* uten videre detaljerte beskrivelser, men det er et fåtall av elevenes skriftlige forklaringer og tegninger som har blitt kategorisert til et delvis mikronivå eller mikronivå. De skriftlige forklaringene som er kategorisert dit inneholder fagbegreper i kjemi som er knyttet til det mikroskopiske nivået, og det vi ikke kan observere. Men de forklaringene som er kategorisert til mikronivå, inneholder ikke noen annen forståelse enn at de uttrykker en forståelse for at det er ionebindinger som brytes når NaCl løser seg opp i vannet.

I oppgaveteksten elevene fikk stod det at elevene skulle forklare hva som skjer når man blander NaCl i vann, og hvorfor NaCl løser seg raskere i varmt vann, enn i kaldt vann. Oppgaveteksten låt slik: oppgave A «*Forklar hva som skjer når vi blander salt og vann*» og oppgave B «*Forklar hvorfor saltet løste seg opp raskere i varmt vann, enn i kaldt vann*». Resultatene viser at det er en sammenheng med elevenes forklaringer og hvordan spørsmålet er stilt i tekstopp-gaven elevene fikk. Forklaringene om *hva* som skjer består av typen beskrivende forklaringer og ettersom oppgaven var å beskrive hva som skjedde og forklaringene er for det meste på makronivå. Mens oppgaven med å forklare hvorfor var av typen årsakende beskrivelser ettersom ved å spørre om *hvorfor* krevde en mer detaljert forklaring enn å spørre *hva*. Resultatene viser at det er flere elever som forklarer på og har en uttrykt forståelse på et delvis mikronivå i oppgave B enn i oppgave A. Selv om det ikke er veldig mange fler elever, kan man se på dette som en sammenheng med bruk av ord *hva/hvorfor* i oppgaveteksten.

Vi kan ut i fra resultatene i denne masteroppgaven konkludere med at ungdomsskoleelever uttrykker en forståelse på makronivå når de skal forklare hva som skjer når NaCl blandes i vann. Når det kommer til å den uttrykte forståelsen som kommer frem i forklaringene til hvorfor saltet løste seg opp raskere i varmt vann, kan vi i denne studien konkludere med at elevene uttrykker forståelse på makronivå og delvis mikronivå.

---

*Hva velger ungdomsskoleelever å fokusere på i sine tegninger om NaCl blandet i vann?*

Elevene som deltok i datainnsamlingen til denne masteroppgaven fikk i oppgave å tegne *hva* som skjer når NaCl blandes i vann, hvor de i oppgave B også skulle tegne hva som skjer når NaCl blandes i varmt vann. Resultatene i denne oppgaven viser at de elementene som har forekommet mest i elevenes tegninger, er de synlige elementene. Som vil si at majoriteten av elevene har tegnet det de observerte i forsøket, altså kopp, vann og en mengde NaCl i koppen. Men det var noen elever som tegnet usynlige elementer og det som ikke kan observeres, men disse tegningene var ikke mer detaljerte enn at det ble tegnet et ionegitter. Derimot var det en elev som tegnet en tegning som viste både de synlige og usynlige elementene, og samspillet mellom disse. Når det kommer til oppgaven med å tegne hvorfor NaCl løste seg opp raskere i varmt vann, inneholdt noen flere tegninger usynlige elementer, men det var ikke noen stor forskjell på resultatene på de to deloppgavene og majoriteten av tegningene bestod av de synlige og observerbare elementene ved forsøket. De usynlige elementene elevene fokuserte på i disse tegningene bestod av piler som representerte bevegelsen til vannmolekylene i varmt eller kaldt vann.

Ut i fra resultatene som denne studien har kommet frem til, etter og ha tolket og analysert ungdomsskoleelevers tegninger om oppløsningen av NaCl i vann (både i kaldt vann og i varmt vann), kan vi konkludere med dette: Ungdomsskoleelever fokuserer på de synlige og observerbare elementene når de skal tegne hva som skjer når NaCl blandes i vann. Dette gjelder uansett om oppgaven var å tegne oppløsningen av NaCl i kaldt og varmt vann.

Denne oppgavens funn og resultater gir et bidrag til kunnskap om hvilken forståelse elever uttrykker når de skal forklare et hverdagslig naturvitenskapelig fenomen. Resultatene viser at ungdomsskoleelever for det meste uttrykker forståelse på makronivå både når de skal forklare skriftlig og konstruere forklaringer i tegninger. Tegningene elevene konstruerer om det hverdagslige fenomenet koksalt (NaCl) blandet i vann, velger elevene å fokusere for det meste på de observerbare elementene i forsøket og uttrykker derfor en forståelse på makronivå også i tegningene. Oppgaven viser også at det er viktig å formulere oppgaveteksten elevene skal arbeide ut i fra, slik at den spør om det man ønsker å få svar på.

---

## 7.2 Begrensninger ved resultatene og videre forskning

### 7.2.1 Begrensninger ved resultater

En begrensning ved resultatene er knyttet til det som er nevnt i metode-kapittelet og at jeg kunne tenkt meg og også brukt observasjon som metode. Resultatene i denne masteroppgaven viser elevenes uttrykte forståelse i skriftlige forklaringer på nivå 1-4 som representerer makro- til mikronivå. Begrensningen her er at det bare viser elevenes uttrykte forståelse i skriftlig form, men ikke deres muntlige forklaringer, som kunne vært interessant og hatt med og som kunne ha gitt en verdi til denne oppgaven. Dette kunne hatt en verdi ettersom det kan være utfordrende å formulere seg skriftlig når man skal forklare noe, mens når man muntlig forklarer noe trenger man ikke nødvendigvis tenke så mye før man formulerer seg, og forklaringen kan komme mer naturlig. Dette var noe jeg observerte da jeg gjennomførte datainnsamlingen, at elevene forklarte på mikronivå da de skulle forklare oppløsningen til hverandre, men som resultatene viser er de fleste forklaringene på makronivå. At de skriftlige forklaringene er på makronivå er i sammenheng med at spørsmålet som elevene skulle svare på, handler om at de skal beskrive *hva* som skjer når NaCl blandes i vann. Spørsmålet skulle blitt omformulert til og heller spurt om *hvorfor*.

En annen begrensning ved resultatene er at de ikke viser hvilke elever som er kategorisert til hvilket uttrykksnivå, altså at vi ikke kan se noen sammenheng med enkeltelevens uttrykte forståelse i forklaring A og B. Det samme gjelder tegningene, utenom resultatene fra Elev x og Elev y som er blitt gitt som eksempel i resultatene. Dette er noe som kunne vært interessant og sett på, i videre forskning. Men på den andre siden så kan vi se en sammenheng i resultatene og hvordan elevene uttrykker seg ulikt ut ifra tekstoppgavene som er gitt, men ikke på enkeltelevne bare på et overordnet nivå.

### 7.2.2 Videre forskning

Denne studien har tatt for seg elevers uttrykte forståelse på to måter, i forklaringer og i tegninger. Det kunne derfor vært interessant å undersøke elevers forståelse i flere uttrykksformer, for eksempel ved å bygge modeller. Hvis man for eksempel har et forsøk med som handler om kjemiske reaksjoner elevene bruke molekylbyggesett og forklare ut i fra det de bygger etter forsøket.

---

Når det gjelder videre forskning tenker jeg at det kan være hensiktsmessig og hatt et annet forsøk for å se på hvordan elever uttrykker forståelse. Det kunne vært lurt og hatt et forsøk som kanskje kunne engasjert elevene mer ved å undersøke en kjemisk reaksjon og at elevene fikk observere en fargeforandringer, bunnfall, eller at det oppstod lukt eller gass. Dette kan føre til at elevene blir mer interessert i hva som skjer på mikronivå, og som igjen kan resultere til at elevenes forklaringer inneholder beskrivelser med fagord i kjemi som handler om de underliggende prosessene på mikronivå.

Til videre forskning kan det også være interessant å ha observasjon som metode, som nevnt så vidt i begrensninger. Det å ta opp lyd og/eller filme elevene når de gjennomfører forsøket og få med deres muntlige forklaringer kan løfte denne studien ved at de muntlige forklaringene få frem elevenes spontane forklaringer og deres forståelse om fenomenet. Det kan også være interessant og hatt intervju av elevene både i grupper og enkeltintervju med elever, der elevene måtte si noe om hva de mente da de skrev ned forklaringene sine. Dette føre til at man får med elevenes muntlige forklaringer inn i datainnsamlingen, og man kan da se på de muntlige og skriftlige forklaringene i sammenheng.

Denne oppgaven baserer seg på elevens forklaringer og en ting det kunne vært interessant å undersøke videre er elevenes forklaringer og typer av naturvitenskapelige forklaringer.

Det kunne også vært interessant og hatt en større studie når det gjelder elevens forståelse i kjemi. En studie der det var flere deltakere og som tok for seg flere hverdagslige fenomener, slik at man kunne sett på den generelle forståelsen i kjemi og ikke bare innenfor ett tema.

---

## Litteraturliste

Adbo, K., & Taber, K. S. (2009). Learners' Mental Models of the Particle Nature of Matter: A study of 16-year-old Swedish science students. *International Journal of Science Education*, 31(6), 757–786. <https://doi.org/10.1080/09500690701799383>

Ahtee, M., & Varjola, I. (1998). Students' understanding of chemical reaction. *International Journal of Science Education*, 20(3), 305–316. <https://doi.org/10.1080/0950069980200304>

Bamberger, Y. M., & Davis, E. A. (2013). Middle-School Science Students' Scientific Modelling Performances Across Content Areas and Within a Learning Progression. *International Journal of Science Education*, 35(2), 213–238. <https://doi.org/10.1080/09500693.2011.624133>

Barke, H.-D. (2015). Learners Ideas, Misconceptions, and Challenge. I J. García-Martínez, E. Serrano-Torregrosa, & P. W. Atkins (Red.), *Chemistry education: Best practices, opportunities and trends* (s. 395–420). Wiley-VCH.

Bratberg, Ø. (2021). *Tekstanalyse for samfunnsvitere*. Cappelen Damm Akademisk.

Brooks, M. (2009). What Vygotsky can teach us about young children drawing. *International Art in Early Childhood Research Journal*, 1(1), 13.

Brosnan, T., & Reynolds, Y. (2001). Student's Explanations of Chemical Phenomena: Macro and micro differences. *Research in Science & Technological Education*, 19(1), 69–78. <https://doi.org/10.1080/02635140120046231>

Brottveit, G. (2018). *Vitenskapsteori og kvalitative forskningsmetoder: Om å arbeide forskningsrelatert*. Gyldendal akademisk.

Braaten, M., & Windschitl, M. (2011). Working toward a stronger conceptualization of scientific explanation for science education. *Science Education*, 95(4), 639–669. <https://doi.org/10.1002/sce.20449>

Christoffersen, L., & Johannessen, A. (2012). *Forskningsmetode for lærerutdanningene*. Abstrakt.

Coll, R. K., & Treagust, D. F. (2003). Investigation of secondary school, undergraduate, and

---

graduate learners' mental models of ionic bonding. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(5), 464–486. <https://doi.org/10.1002/tea.10085>

Dalland, O. (2020). *Metode og oppgaveskriving*. Gyldendal Akademisk.

de Andrade, V., Freire, S., & Baptista, M. (2019). Constructing Scientific Explanations: A System of Analysis for Students' Explanations. *Research in Science Education*, 49(3), 787–807. <https://doi.org/10.1007/s11165-017-9648-9>

Devetak, I., Vogrinc, J., & Glažar, S. A. (2009). Assessing 16-Year-Old Students' Understanding of Aqueous Solution at Submicroscopic Level. *Research in Science Education*, 39(2), 157–179. <https://doi.org/10.1007/s11165-007-9077-2>

Ebenezer, J. V., & Erickson, G. L. (1996). Chemistry students' conceptions of solubility: A phenomenography. *Science Education*, 80(2), 181–201. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(199604\)80:2<181::AID-SCE4>3.0.CO;2-C](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(199604)80:2<181::AID-SCE4>3.0.CO;2-C)

Ehrlén, K. (2009). Drawings as Representations of Children's Conceptions. *International Journal of Science Education*, 31(1), 41–57. <https://doi.org/10.1080/09500690701630455>

Gilbert, J. K. (2010). The role of visual representations in the learning and teaching of science: An introduction. *An Introduction*, 11(1), 19.

Gilbert, J. K., Boulter, C., & Rutherford, M. (1998). Models in explanations, Part 1: Horses for courses? *International Journal of Science Education*, 20(1), 83–97. <https://doi.org/10.1080/0950069980200106>

Glaserfeld, E. von. (1995). *Radical constructivism: A way of knowing and learning*. Falmer Press.

Greca, I. M., & Moreira, M. A. (2000). Mental models, conceptual models, and modelling. *International Journal of Science Education*, 22(1), 1–11. <https://doi.org/10.1080/095006900289976>

Grønmo, S. (2015). *Samfunnsvitenskapelige metoder*. Fagbokforl.

Hannisdal, M., & Ringnes, V. (2013). *Kjemi for lærere*. Gyldendal.

Harlen, W. (2010). *Principles and big ideas of science education*. Association for science



---

education.

Herron, J. D., & Eubanks, I. D. (1996). *The chemistry classroom: Formulas for successful teaching*. American Chemical Society.

Hesse, J. J., & Anderson, C. W. (1992). Students' conceptions of chemical change. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(3), 277–299. <https://doi.org/10.1002/tea.3660290307>

Imsen, G. (2020). *Elevens verden—Innføring i pedagogisk psykologi*. Universitetsforlaget.

Knain, E. (2005). Skrivning i naturfag: Mellom tekst og natur. *Nordic Studies in Science Education*, 1(1), 70–80. <https://doi.org/10.5617/nordina.467>

Knain, E., & Hugo, A. (2007). Pendelen mellom erfaring og representasjon—En fagdidaktisk modell for 'science literacy'. I *Skrive for nåtid og framtid. 1: Skrivning i arbeidsliv og skole* (s. 333–347). Tapir.

Knain, E., & Kolstø, S. D. (Red.). (2011). Utforskende arbeidsmåter—En oversikt. I *Elever som forskere i naturfag* (s. 13–55). Universitetsforlaget.

Kunnskapsdepartementet. (2017). *Verdier og prinsipper for grunnopplæringen—Overordnet del av læreplanverket*. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/verdier-og-prinsipper-for-grunnoppleringen/id2570003/>

Lipton, P. (2009). Understanding without Explanation. I H. W. de Regt, S. Leonelli, & K. Eigner (Red.), *Scientific Understanding: Philosophical Perspectives* (Paperback edition, s. 43–63). University of Pittsburgh Press.

Luquet, G. H., & Costall, A. (2001). *Children's drawings: Le dessin enfantin*. Free Association Books.

Manger, T., Lillejord, S., Nordahl, T., & Helland, T. (2015). *Livet i skolen 1. Grunnbok i pedagogikk og elevkunnskap: Undervisning og læring* (2. utgave). Fagbokforlaget.

Martin, M. (1985). *Concepts of Science Education: A Philosophical Analysis*. University Press of America.

Mork, S. M., & Erlien, W. (2017). *Språk, tekst og kommunikasjon i naturfag*. Universitetsforlaget.

- 
- Nilstun, C. (2020). Abstrakt. I *Store norske leksikon*. <https://snl.no/abstrakt>
- Piaget, J., Inhelder, B., & Piaget, J. (1979). *The psychology of the child* (Repr). Routledge.
- Ringnes, V., & Hannisdal, M. (2014). *Kjemi fagdidaktikk: Kjemi i skolen*. Cappelen Damm Akademisk.
- Sequeira, M., & Leite, L. (1990). On relating macroscopic phenomena to microscopic particles at the junior high school level. I P. L. Lijnse, P. Licht, W. de Vos, & A. J. Waarlo (Red.), *Relating macroscopic phenomena to microscopic particles: A central problem in secondary science education ; proceedings of a seminar* (s. 220–232). CD-β Press.
- Silverman, D. (2014). *Interpreting qualitative data: David Silverman* (Fifth edition). SAGE.
- Sjøberg, S. (2009). *Naturfag som allmenndannelse en kritisk fagdidaktikk*. Gyldendal akademisk.
- Skemp, R. R. (1976). Relational Understanding and Instrumental Understanding. *Mathematics Teaching*, 77, 20–26.
- Skilbrei, M. (2019). *Kvalitative metoder—Planlegging, gjennomføring og etisk refleksjon*. Fagbokforlaget.
- Sletnes, K. B. (2021). Forståelse. I *Store norske leksikon*. <http://snl.no/forst%C3%A5else>
- Smith, C. L., Wiser, M., Anderson, C. W., & Krajcik, J. (2006). FOCUS ARTICLE: Implications of Research on Children's Learning for Standards and Assessment: A Proposed Learning Progression for Matter and the Atomic-Molecular Theory. *Measurement: Interdisciplinary Research & Perspective*, 4(1–2), 1–98. <https://doi.org/10.1080/15366367.2006.9678570>
- Suits, J. P. (2015). Design of Dynamic Visualizations to Enhance Conceptual Understanding in Chemistry Courses. I J. García-Martínez, E. Serrano-Torregrosa, & P. W. Atkins (Red.), *Chemistry education: Best practices, opportunities and trends* (s. 595–619). Wiley-VCH.
- Taber, K. S. (2015). The Role of Conceptual Integration in Understanding and Learning Chemistry. I J. García-Martínez, E. Serrano-Torregrosa, & P. W. Atkins (Red.), *Chemistry education: Best practices, opportunities and trends* (s. 375–394). Wiley-VCH.

---

Tan, K. C. D., & Treagust, D. F. (1999). Evaluating students' understanding of chemical bonding. *School Science Review*, 81(294), 75–84.

Teichert, M. A., Tien, L. T., Anthony, S., & Rickey, D. (2008). Effects of Context on Students' Molecular-Level Ideas. *International Journal of Science Education*, 30(8), 1095–1114. <https://doi.org/10.1080/09500690701355301>

Thagaard, T. (2013). *Systematikk og innlevelse en innføring i kvalitativ metode* (4. utgave). Fagbokforl.

Tjora, A. (2021). *Kvalitative forskningsmetoder i praksis*. Oslo.

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. <https://doi.org/10.1080/0950069032000070306>

Treagust, D. F., & Duit, R. (2008). Conceptual change: A discussion of theoretical, methodological and practical challenges for science education. *Cultural Studies of Science Education*, 3(2), 297–328. <https://doi.org/10.1007/s11422-008-9090-4>

Utdanningsdirektoratet. (2020). *Læreplan i naturfag* (NAT01-04). <https://www.udir.no/lk20/nat01-04>

Willats, J. (2005). *Making Sense of Children's Drawings*. Taylor & Francis Group. <http://ebookcentral.proquest.com/lib/hilhmr-ebooks/detail.action?docID=257289>

Øyehaug, A. B., & Holt, A. (2013). Students' understanding of the nature of matter and chemical reactions – a longitudinal study of conceptual restructuring. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 14(4), 450–467. <https://doi.org/10.1039/C3RP00027C>

---

## Vedlegg 1

**Forklar hva som skjer når vi blander salt og vann**

---

---

---

---

---

---


---

---

---

---

**Tegn hva som skjer når vi blander salt og vann**



---

**Forklar hvorfor saltet løste seg opp raskere i varmt vann, enn i kaldt vann**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Tegn og forklar hva som skjer når vi blander salt i kaldt vann og i varmt vann**

--	--