



Norges miljø- og  
biovitenskapelige  
universitet

**Masteroppgave 2021 30 stp**  
Fakultet for realfag og teknologi

## **Visualisering av ikke-observerbare kjemiske prinsipper. Elevers læring av kjemi ved bruk av simulerings- og animasjonsverktøy**

Visualization of unobservable chemical principles.  
Students' learning of chemistry by using simulation  
and animation tools

**Klaudia Natalia Jozwicka**  
Lektorutdanning i realfag



## Forord

Denne masteroppgaven representerer avslutningen på nesten 6 år med utdanning ved Norges miljø- og biovitenskapelige universitet. Det har vært noen fantastiske, men veldig krevende år. Da jeg startet i 2015 var jeg ikke forberedt på alt jeg kom til å oppleve i løpet av disse årene. Det å bli lærer har vært en drøm siden jeg var 8 år gammel. Endelig avslutter jeg utdanningen min og blir lærer. Jeg sitter igjen med utrolig mye kunnskap og har funnet meg selv i rollen som lærer. Det er veldig betryggende å høre fra både forelesere og praksisplassene at dette er den rette jobben for meg. Jeg vil takke elever og lærere som sa seg villige til å delta i prosjektet mitt. Dere har gjort denne masteroppgaven mulig å gjennomføre.

Jeg vil rette en stor takk til mine arbeidskollegaer som har heiet på meg og støttet meg hele veien. Dere har bidratt til en enklere og hyggeligere hverdag i løpet av hele perioden med masterskriving. Tusen takk til kollektivet for et uforglemmelig samboerskap og takk for hjelpen med korrekturlesing. Avslutningsvis setter jeg stor pris på alle medstudenter som har vært med meg på denne reisen. Spesielt vil jeg takke Marita, Anniken og Bendik for det vennskapet vi har, alt samarbeid vi har hatt på skolen og ikke minst alle feriene og opplevelsene vi har sammen.

Tusen takk til min veileder Edvin Østergaard og biveiledere Linda Helèn Godager og Iren Øvre Abrahamsen for denne perioden både i forberedelsene og i masterskrivingen. Takk for alle konstruktive tilbakemeldingene og oppmuntringen, det har vært til stor hjelp.

Ås, 14, februar, 2021

Klaudia Natalia Jozwicka



## Sammendrag

Med den økende digitaliseringen i samfunnet og i skolen der simulering og visualisering er begreper nevnt i læreplanen i kjemi, kan det være hensiktsmessig at lærere innfører bruk av visualiseringsverktøy i kjemiundervisningen for at elevene skal nå kompetansemålene.

Elevene trenger å trene på bruk av visualiseringsverktøy for å styrke læringsutbyttet og utvikle visualiseringsevner slik at de er i stand til å skape mentale modeller av kjemien på mikronivået. I denne studien undersøkes elevenes og lærernes erfaringer med bruk av visualiseringsverktøy i kjemiundervisning. Forskningsspørsmålet i denne studien er: *Hvilke faktorer ved bruk av visualiseringsverktøy som simuleringer og animasjoner kan påvirke elevenes læring av grunnleggende prinsipper i kjemi, og hvordan kan lærere tilrettelegge for dette?*

For å besvare forskningsspørsmålet har det blitt gjennomført en kvalitativ casestudie. Dataene ble samlet inn ved spørreskjema utfyllt av kjemielever fra andre klasse på studiespesialisering ved en norsk videregående skole, og ved intervjuer med tre lærere som underviser eller har undervist i kjemi 1 ved samme skole. Det ble gjennomført to separate undervisningsopplegg. I det første opplegget jobbet elevene med simuleringsverktøy på egenhånd og i det andre opplegget ble fagstoffet gjennomgått av meg som lærer samtidig med et animasjonsverktøy som presenterte fagstoffet. Ut fra innsamlet data ble elevenes og lærernes erfaringer med bruk av visualiseringsverktøy i kjemiundervisningen analysert. Det ble gjort funn av en rekke faktorer som kan påvirke elevenes læring av kjemiske prinsipper som er ikke-observerbare.

Resultatene viser først og fremst at elevene foretrekker en gjennomgang av hvordan de kan bruke visualiseringsverktøyet, før de tar det i bruk på egenhånd. I tillegg mener elevene at gjennomgang av teori samtidig som læreren bruker en animasjon for å vise teorien visuelt, spilte godt sammen og ga bedre forståelse av kjemisk prinsipper sammenlignet med kun å lese i læreboka. Det ble også avdekket at elevene bør ha forkunnskaper i det temaet der et visualiseringsverktøy skal brukes for å styrke deres læringsutbytte. Studien viser også at læreren spiller en viktig rolle når et simulerings- eller animasjonsverktøy skal brukes i undervisningen. Læreren veileder elevene og stiller utfordrende spørsmål til det elevene ser i visualiseringsverktøyet for å hjelpe elevene med å se sammenheng mellom teorien og det verktøyet viser dem.



## Abstract

With the increasing digitalization in society and in schools where simulation and visualization are concepts mentioned in the chemistry curriculum, it is appropriate that teachers introduce the use of visualization tools in chemistry teaching for students to achieve the competence goals. Students need to practice the use of visualization tools for the benefit of learning outcomes and develop visualization skills so that they can create mental models of chemistry that act at the micro-level. In this study, students' and teachers' experiences of using visualization tools in chemistry teaching are examined. The research question is: *What factors in the use of visualization tools such as simulations and animations can influence students' learning of basic principles in chemistry, and how can teachers facilitate this?*

To answer the research question, a qualitative case study has been conducted. The data were collected using a questionnaire completed by chemistry students from second grade at a Norwegian upper secondary school, and interviews with three teachers who teach or have taught chemistry 1 at the same upper secondary school. Two separate teaching sessions were implemented. In the first session, the students worked with simulation tools on their own and in the second session, the subject matter was reviewed by me as a teacher at the same time as an animation tool that presented the subject matter was used. Based on collected data, students' and teachers' experiences with the use of visualization tools in chemistry teaching were analyzed. Findings of factors were made that may affect students' learning of chemical principles that are unobservable.

The results show that the students prefer a review of how to use the visualization tool before the students themselves use it on their own. Also, the students believe that the review of theory at the same time as the teacher uses an animation to show the theory visually, played well together and gave a better understanding of a chemical principle compared to only reading in the textbook. Furthermore, it was revealed that students should have prior knowledge in the topic where a visualization tool is used to strengthen their learning outcomes. The study further shows that the teacher plays an important role when a simulation or animation tool is used. The teacher guides the students and asks challenging questions about what the students see in the visualization tool to help them make the connection between theory and what they see with the help of visualization tools.





# Innholdsfortegnelse

<b>1. Innledning</b> .....	<b>1</b>
1.1 Bakgrunn .....	1
1.2 Forskningsspørsmål .....	3
<b>2. Teori</b> .....	<b>4</b>
2.1 Læring i kjemi .....	5
2.2 Dynamiske representasjoner av kjemi .....	7
2.3 Digital kompetanse .....	8
2.4 To typer visualiseringsverktøy til bruk i kjemifaget .....	9
<b>3. Forskningsdesign og metoder</b> .....	<b>10</b>
3.1 Forskningsdesign .....	10
3.2 Metoder for datainnsamling.....	12
3.2.1 Spørreskjema.....	12
3.2.2 Intervju .....	13
3.3 Beskrivelse av to økter fra kjemiundervisningen .....	15
3.3.1 Økt 1 – Reaksjonsfart.....	15
3.3.2 Økt 2 - Le Chateliers prinsipp.....	16
3.4 Dataanalyse.....	17
<b>4. Resultater</b> .....	<b>19</b>
4.1 Spørreskjema .....	19
4.1.1 Økt 1.....	20
4.1.2 Økt 2.....	21
4.1.3 Sammenfatning av data fra begge øktene .....	22
4.2 Intervju.....	23
4.3 Sammenfatning av data fra spørreskjema og intervju .....	26
<b>5. Diskusjon</b> .....	<b>27</b>
5.1 Resultat fra spørreskjema besvart av elever .....	27

5.2 Resultat fra intervju .....	32
5.3 Samlet drøfting .....	36
5.4 Kvalitet i studien.....	39
5.4.1 Studiens reliabilitet .....	39
5.4.2 Studiens validitet.....	40
5.5 Etske betraktninger .....	41
<b>6. Konklusjon og implikasjoner .....</b>	<b>42</b>
6.1 Konklusjon.....	42
6.2 Min læring av studien .....	44
6.3 Implikasjoner og veien videre .....	45
<b>Referanser .....</b>	<b>46</b>
<b>Vedlegg .....</b>	<b>48</b>

# 1. Innledning

I dette kapittelet presenteres bakgrunnen for prosjektet, samt motivasjonen for valgt tema (kapittel 1.1). Kapittel 1.2 presenterer forskningsspørsmålet og begrunnelse for formuleringen.

## 1.1 Bakgrunn

I læreplanen, under formål med kjemifaget, står det at alt i naturen består av stoffer (Utdanningsdirektoratet, 2006). I kjemifaget lærer vi vitenskapelige teorier som skal kunne knyttes til virkeligheten og forsøk som vi gjennomfører på laboratoriet. For mange er det vanskelig å tenke seg at vi mennesker og alt i naturen består av kjemiske stoffer og at kjemiske prosesser skjer hele tiden rundt oss og inni oss. Formålet med faget er blant annet å gi elevene kunnskap om disse prosessene som er livsviktige i hverdagen vår og for å kunne være en del av samfunnet. I boken *Kjemi fagdidaktikk* presenterer Ringnes og Hannisdal (2014) hensikten med kjemifaget i skolen. De skriver at kjemi i skolen er viktig for at elevene skal opparbeide seg kunnskap som er nyttig i dagliglivet, i videre studier og i yrkeslivet. Undervisningen formidler også faglig kunnskap som er viktig for å ta ansvar som en samfunnsborger. Eksempelvis, hvorfor er vann så spesielt? Hvordan kan råolje og naturgasser være grunnlaget for industrien og alt vi forbruker hver eneste dag? Dette er bare noen av eksemplene på ting som vi hører om i samfunnet som har en stor tilknytning til kjemi og naturvitenskap.

Hvis vi beveger oss videre til hvordan vi skal opparbeide oss disse kunnskapene, må vi se på læringsprosesser og forståelse av kjemi. Kjemifaget består av tre dimensjoner: makro- og mikronivå og kjemispråk (Ringnes & Hannisdal, 2014). Kjemiske stoffer og kjemiske prosesser foregår på makro- og mikronivå der makronivået er den delen av kjemi som er observerbar. Eksempler på kjemiens makronivå kan være fargeendring som signaliserer ekvivalenspunktet i en titrering eller hvilket grunnstoff et ukjent salt består av når flammen er grønn ved en flammeprobe. Når det kommer til mikronivået er det den delen der vi blant annet ser på hvilke partikler som reagerer, hvilke bindinger som dannes og hvilke som brytes. Denne delen blir brukt for å forklare det vi ser av observasjoner i makronivået. Mikronivået er den delen av kjemien som ikke er observerbar fordi dette opptrer på en molekylær skala som ikke er mulig å se med det blotte øyet. Den siste dimensjonen er kjemispråket med dets representasjoner som vi bruker for å presentere kjemiske stoffer og prosesser ved bruk av

formler, likninger, navnsetting og beregninger. Av erfaring som kjemielev på videregående, student på universitet og erfaringer fra klasserommet som praksisstudent, er det vanskelig å forstå det som skjer på mikronivået nettopp fordi det ikke kan observeres med sansene våre. Dette støttes også av Wu m. fl. (2001), at kjemien på dette nivået er vanskelig å forstå elevenes tankegang er avhengig av sensorisk informasjon. Her er sensorisk informasjon den informasjonen elevene kan oppfatte ved hjelp av sansene sine. I tillegg blir det nevnt at uten evnen til å visualisere, er det vanskelig å skape forståelse for det som de ikke kan oppfattes ved hjelp av sansene.

Teknologien har utviklet seg de siste tiårene og digitalisering er gradvis blitt innført i skolen og samfunnet generelt. Etter hvert som teknologien har utviklet seg og flere ting kan gjøres via datamaskiner, har det blitt utviklet programvarer hvor du kan uttrykke faglig innhold og ikke minst programvarer som kan vise oss det vi ellers ikke har muligheten til å se (Imsen, 2006). Programvare er en fellesbetegnelse på programmer som kan kjøres på datamaskiner, slik som Word, Excel eller ulike databaserte visualiseringsverktøy som simuleringer og animasjoner (Hegarty, 2004). Den store utviklingen innen teknologi og digitale ressurser har gjort det mulig å utarbeide ressurssterke visualiseringsverktøy som kan hjelpe oss i forståelsen av vitenskapelige fenomener blant annet den delen av kjemifaget som befinner seg på mikronivået. Dette kan blant annet skje ved bruk av simulerings- og animasjonsverktøy som kan visualisere forenklinger av kjemiske prinsipper på mikronivå (Hegarty, 2004; Store norske leksikon, 2018). Disse er laget for å gjenskape og illustrere virkeligheten og hva som skjer når det gjennomføres forsøk på kjemilaboratoriet.

Vi har tilgang til visualiseringsverktøy og programvarer som kan gi oss innsikt i hvordan kjemien ser ut og opptrer på mikronivået. Likevel er det lite forskning som undersøker hvordan visualiseringsverktøy bør brukes i kjemiundervisningen, noe som har betydning for elevenes evne til å opparbeide seg forståelse av kjemien gjennom bruk av visualiseringsverktøy. I tillegg må elevene kunne klare å opparbeide seg evnen til å koble sammen teorien og det de ser gjennom disse verktøyene. Vi møter elever med forskjellige holdninger, forkunnskaper, erfaringer og behov (Utdanningsdirektoratet, 2020). Disse elementene fører til at elevene lærer fagstoffet på ulike måter, noe som spiller en viktig rolle for hvordan visualiseringsverktøy kan anvendes i klasserommet til fordel for læringsutbytte.

Det som har vært den største faktoren i valg av tema for prosjektet var erfaringer fra praksisperioden i PPU i 2018. Temaet var kjemiske likevekter og Le Chateliers prinsipp.

Dette regnes som et av de vanskeligste temaene i kjemi og det er et tema som ikke er synlig på makronivået (Trey & Khan, 2008). Le Chateliers prinsipp handler om hvordan kjemiske reaksjoner i likevekt motarbeider ytre påvirkninger, slik som endring i trykk, temperatur og konsentrasjon. En likevekt er en kjemisk reaksjon som er reversibel og alle stoffene som deltar i reaksjonen, er til stede samtidig (Brandt & Hushovd, 2013). Da jeg planla undervisningen i min praksis i 2018, ble jeg rådet til å bruke en simulering som læreren tidligere har brukt, noe som gjorde at jeg forstod Le Chateliers prinsipp mye bedre. Jeg hadde teorien om dette prinsippet som grunnlag og koblet sammen teorien i forhold til det simuleringen viste. Underveis og etter undervisningsøkten fikk jeg mange tilbakemeldinger fra elevene der de sa at simuleringen hadde vært nyttig. De ga uttrykk for at de forstod prinsippet bedre enn etter kun å ha lest teori fra læreboken. I refleksjonen etter undervisning diskuterte min praksislærer og jeg hva som kan ha vært grunnen til dette. En av ideene var at simuleringen ga elevene muligheten til å visualisere hva som skjer med likevekten og hvordan reaktantene og produktene responderte på ytre påvirkninger. Det var i utgangspunktet denne erfaringen som ga meg stor interesse for bruk av visualiseringsverktøy i kjemiundervisning og videre motiverte meg til dette prosjektet. Jeg begynte å innse at visualisering av kjemi kan være viktig og nyttig for å kunne skape mentale modeller, knytte dette til teorien og se sammenhenger. Hvis du skal lære deg å sykle, er det ikke nok å lese eller bli fortalt hvordan dette skal gjøres. Du må prøve selv før du kan si at du klarer å sykle. Dette var i utgangspunktet min motivasjon til å bruke visualiseringsverktøy i kjemiundervisningen. Det som videre har blitt hovedfokuset, var å finne ut hvordan jeg kan bruke disse verktøyene for å oppnå godt læringsutbytte i kjemifaget og å hjelpe elevene med å se sammenhenger mellom teori og visualiseringsverktøy som brukes i undervisningen. Dette ble i hovedsak starten på prosessen med forberedelser til masteroppgaven.

## **1.2 Forskningsspørsmål**

Det har allerede blitt poengtert hvorfor de ikke-observerbare fenomenene er vanskelig å forstå og bør vises for elevene ved hjelp av noe annet enn bilder og teori. Det som har fanget min interesse er hvordan vi kan bruke disse verktøyene i klasserommet for å oppnå læringsutbytte og øve elevene på å se sammenhenger mellom teori og det som skjer i forsøkene. Jeg som lærer kan bruke mange forskjellige undervisningsmetoder, men spørsmålet jeg stiller meg selv er om dette vil fungere, hva gir det elevene, og hvordan bør jeg bruke visualiseringsverktøy i klasserommet for at elevene skal oppnå godt læringsutbytte? Dette har vært hovedfaktorene

for utviklingen av forskningsspørsmålet. På grunnlag av dette har følgende forskningsspørsmål blitt utarbeidet for prosjektet:

***Hvilke faktorer ved bruk av visualiseringsverktøy som simuleringer og animasjoner kan påvirke elevenes læring av grunnleggende prinsipper i kjemi, og hvordan kan lærere tilrettelegge for dette?***

Gjennom prosjektet er formålet å finne hvilke faktorer som bør tas hensyn til ved planlegging og gjennomføring av undervisning der visualiseringsverktøy skal benyttes. Det har tidligere blitt nevnt at simuleringer og animasjoner gir oss en visuell modell av det vi ikke kan observere og derfor har det vært hensiktsmessig å velge ut disse verktøyene i denne studien. Simuleringsverktøy omfatter programvarer der elevene selv kan interagere med verktøyet, og selv arbeide med forskjellige påvirkninger og prøve ut ting. Elevene kan på den måten observere hva som skjer i simuleringen dersom de endrer på noen parametere. Animasjoner er undervisningsvideoer der noen har spilt inn hvordan den kjemiske teorien muligens hadde sett ut dersom vi fikk se det med egne øyne. Forskningsspørsmålet gir muligheten til å avdekke om det finnes noen faktorer som kan påvirke læringsprosessen. Det varierer fra elev til elev hvordan visualiseringsverktøy kan påvirke deres læring siden elever oppfatter informasjon og teori på forskjellige måter, men likevel er det ønskelig å avdekke noen faktorer som er gjentakende for en gruppe elever. Grunnleggende prinsipper i kjemi er forkunnskaper som elevene må ha for videre læring av hovedtemaer i kjemi som syre-base reaksjoner, vannkjemi og organisk kjemi. Forkunnskapene er grunnlaget for videre forståelse av disse temaene.

I dette prosjektet er det også ønskelig å prøve å avdekke hvordan lærere kan bruke disse verktøyene i kjemirommet, hvilke verktøy som kan være hensiktsmessig å se etter og hvordan vi kan prøve å knytte det elevene ser til teorien de lærer. Dette prosjektet kan videre sette lys på hvilken rolle visualisering spiller i forståelse av det som ikke kan observeres når elevene jobber med fagstoffet.

## **2. Teori**

Dette kapittelet omhandler litteratur som er relevant for å drøfte forskningsspørsmålet. Kapittel 2.1 tar for seg læring i kjemi. Kapittel 2.2 tar for seg dynamiske representasjoner av kjemi. I kapittel 2.3 blir den digitale kompetansen presentert, mens kapittel 2.4 presenterer ulike typer visualiseringsverktøy til bruk i kjemifaget.

## 2.1 Læring i kjemi

Læring i kjemi omtales som en tretrinnsprosess og er en del av kjemididaktikkens felles plattform (Ringnes & Hannisdal, 2014). Tretrinnsprosessen starter med at elevene bearbeider fagstoff i korttidsminnet ved å tolke og trekke inn tidligere kunnskap. Etter at dette er bearbeidet og er forståelig for elevene, vil det lagres i langtidsminnet og være ny kunnskap som elevene har opparbeidet seg. Til slutt vil elevene bruke den nye kunnskapen til å bearbeide nytt fagstoff igjen. Dette er en prosess som også er viktig for å unngå at elevene puffer fagstoffet. For at denne prosessen skal være vellykket, må alle stegene være oppfylt. Læring kan defineres på mange forskjellige måter ut fra hva slags type læring det er. I boken *Elevens verden* (Imsen, 2008) tar Gunn Imsen opp fem forskjellige måter å definere læring på. Jeg har valgt følgende definisjon fordi den er mest relevant i kjemifagets sammenheng: «... å lære ... er ikke bare å lære fakta. Det er også å forstå, å se sammenhenger og kunne bruke kunnskap til å trekke konklusjoner, å tenke uavhengig ...» (Säljö, 1979, sitert av Imsen, 2008, s. 167). Dette drøftes også i boken *Kjemi fagdidaktikk* der det står at målet i kjemifaget er å skape meningsfull læring som er det motsatte av memorering og pugging. For at elevene skal kunne se sammenhenger, er lærere nødt til å hjelpe elevene på veien. Lærere må skape undervisningssituasjoner der elevene kan skape sammenhenger mellom teori og det som skjer i naturen. Disse sammenhengene kan ikke gis som tilfeldige snutter av informasjon, men må fremlegges oversiktlig og systematisk, i tillegg til å skape en rød tråd gjennom hele undervisningsperioden. For at elevene skal kunne forstå det som skjer på mikronivå, er det nødvendig å gi dem forutsetninger for dette. Her kan det både brukes statiske bilder, videosnutter, animasjoner eller simuleringer. Variasjon i undervisningen er også svært viktig for opplæringen (Imsen, 2006). Lærere møter elever med ulike forkunnskaper og behov slik at variasjon i undervisningen er viktig for å best mulig kunne treffe behovet til elever. Digitale verktøy er et sentralt tema i skolen med tanke på at det er nevnt både i den overordnede delen av læreplanen og i læreplanen i kjemifaget. Dette kommer jeg tilbake til i kapittel 2.3. Bruk av digitale verktøy i klasserommet har ført utfordringer i forbindelse med elevers læringsutbytte via digitale verktøy (Khalil m. fl., 2005). Det er derfor viktig å studere hvordan dette kan brukes i undervisningen for å motivere elevene til læring, oppnå positivt læringsutbytte og ikke minst visualisere prinsipper som er ikke-observerbare. Teknologiens utvikling har ført til at det har blitt utarbeidet programvarer som kan brukes til å visualisere kjemien som opptrer på mikronivået (Stratford, 1997; Trey & Khan, 2008). Videre er det viktig å merke seg at ikke alt fungerer optimalt første gangen, noe som er forståelig når lærere prøver nye undervisningsmetoder i en klasse. Elevene vil ikke opparbeide seg kunnskapen i

bruk av digitale verktøy dersom det ikke innføres i undervisningen og brukes på en hensiktsmessig måte slik at det fører til et godt læringsutbytte.

Det er også nødvendig å se på hva god undervisning innebærer fordi det kan gi forutsetninger for god læring. Det finnes ulike prinsipper for god undervisning og en av dem er MAKIS-prinsippet (Imsen, 2006). Forkortelsen står for motivering, aktivisering, konkretisering, individualisering og samarbeid. Opp gjennom årene har dette prinsippet blitt omskrevet og bokstavene det består av tolkes på forskjellige måter. Læringscenteret ved Handelshøyskolen BI har i tillegg en *v* som står for variasjon (Handelshøyskolen BI, 2020). MAKVIS-prinsippet er hentet fra Kompetansesenteret for læring og bruk av IKT i undervisningen. Det er viktig at elevene føler *motivasjon* som kan gi dem videre lærelyst. Dette kan oppnås ved hjelp av *aktivisering* av elevene, hvor elevene selv tar del i læringsprosessen. Slik studentaktiv undervisning gir elevene rom for å ta ansvar for sin egen læring og være en aktiv deltaker i læringsprosessen. Videre sier det at «Kunnskap kan ikke mottas reseptivt. Kunnskap må erobres ved egen kraft gjennom egne erfaringer» (Imsen, 2008, s. 242). Kjemi inneholder store mengder med teori, men det er også et praktisk fag. Derfor mener jeg at elevene bør opparbeide seg kunnskapen ved å gjennomføre kjemiforsøk i praksis og knytte dette til teori. Videre kommer *konkretisering* som vil si at fagstoffet må spesifiseres slik at elevene skal vite hvilke kompetansemål de jobber med i timen. Dette kan blant annet gjøres ved at lærer presenterer hvilket kompetansemål som gjelder for timen og hvordan dette eventuelt henger sammen med tidligere eller fremtidige temaer de skal lære. Dette kan hjelpe elevene med å se sammenhenger mellom forskjellige temaer i kjemi. For eksempel lærer elevene i kjemi 1 om kjemiske likevekter hvor de skal kunne regne ut likevektskonstanten. Senere skal de kunne regne på løselighetsprodukt som henger sammen med likevektskonstanten. Her er det da viktig å vise elevene hvordan formelen for løselighetsproduktet er utviklet ut ifra likevektskonstanten. *Variasjon* i undervisningen er viktig for å skape engasjerende og motiverende undervisning, i tillegg til inkludering av ulike innfallsvinkler for oppfatning av fagstoffet. Videre står *i-en* i MAKVIS for *individualisering* som går ut på at undervisningen skal tilpasses forutsetningene elevene har. Det kan være problematisk med tanke på at en klasse kan ha opptil 30 elever som har ulike forutsetninger, og som lærer på forskjellige måter. Derfor er *variasjon* i undervisningen også viktig her. Eleven bør videre kunne *samarbeide* med både andre elever og lærere, noe som også vil være viktig senere i livet. Samarbeid kan være hensiktsmessig i undervisningen slik at elevene kan lære av hverandre, snakke om faget og utvikle bruk av fagspråket, hvor dette kan bidra til bedre læringsutbytte



(Imsen, 2006). Undervisningsoppleggene brukt i dette prosjektet er i stor grad basert på denne modellen ved at de ulike delene av dette prinsippet blir praktisert i større eller mindre grad da jeg ønsker å avdekke om noen av disse faktorene kan påvirke læringsutbyttet.

## **2.2 Dynamiske representasjoner av kjemi**

Et av målene med opplæringen i kjemi på videregående skole er å kunne skape mentale bilder og modeller som skal knyttes til teori (Ringnes & Hannisdal, 2014). Det ble innledningsvis presentert at kjemi kan beskrives på tre forskjellige nivåer, mikro- og makronivå og kjemispråket. Mye av det elevene skal lære i kjemi er prinsipper og fenomener som opptrer på mikronivå og er umulig for oss å observere med det blotte øyet. Elevene trenger hjelp til å forestille seg hva som skjer i kjemiske prosesser og hvordan kjemiske elementer er bygget opp. Det som har vært vårt vanligste hjelpemiddel i undervisningen er læreboka som presenterer teorien og viser statiske bilder. Kjemiske reaksjoner og elementer er i bevegelse, og dette kan kun til en viss grad vises gjennom bilder.

I studien til Trey og Khan (2008) kommer det fram at siden de kjemiske prosessene er i bevegelse og det skjer reaksjoner mellom atomer og molekyler, er det i utgangspunktet hensiktsmessig for elevene å lære dette ved hjelp av dynamiske verktøy som viser disse bevegelsene og endringene over tid. Videre blir det gitt uttrykk for at elevene opparbeidet seg bedre forståelse av kjemiske prosesser og kjemiske reaksjoner etter at de jobbet med fagstoffet ved hjelp av visualiseringsverktøy kontra statiske bilder i læreboka. Det samme drøftes også av Kracop og Doymys (2012) når de skriver: «Visualization tools such as animations can be used to give an accurate and rich picture of the dynamic nature of molecules and molecular interaction (...)» (s. 188). Dynamiske representasjoner bør være et utgangspunkt for å visualisere kjemiske prosessene og skape mentale bilder som videre kan knyttes opp til teorien som elevene lærer. Det er spesielt vanskelig for elever å forstå kjemi på mikronivå nettopp fordi de ikke kan se det for seg (Trey & Khan, 2008). Dette resulterer videre i at noen elever pugger fagstoffet kontra å opparbeide forståelse av kjemi i en helhetlig sammenheng. I tillegg gir visualiseringsverktøy elevene muligheten til å se interaksjoner mellom atomer og molekyler som videre kan hjelpe dem med å forstå sammenhenger mellom de ulike temaene kjemifaget består av (Wu m. fl., 2001). Siden visualiseringsverktøy viser en illustrasjon av virkeligheten, kan det også hjelpe elevene med å oppdage mulige misoppfatninger som kunne ha oppstått ved at elevene prøver å skape de mentale bildene på egenhånd og uten disse verktøyene. Det kan føre til økt forståelse ved at misoppfatningene

blir endret fordi elevene har noe visuelt å knytte teorien til (Stratford, 1997). Den store utviklingen i teknologien og utviklingen av programvarer har resultert i at vi kan innføre bruk av visualiseringsverktøy i kjemiundervisningen og hjelpe elevene med å utvikle deres evne til å visualisere og skape bilder kjemien på mikronivået.

### 2.3 Digital kompetanse

Det er viktig å drøfte hvilken rolle visualiseringsverktøy og digitale verktøy har i læreplanen i kjemi. Lærere legger opp undervisningen i forhold til læreplanen og det er derfor hensiktsmessig å se om læreplanen i det hele tatt tar dette i betraktning. Våren 2021 kommer ny læreplan i kjemi 1 og 2 på videregående skole. Denne studien har blitt gjennomført i forhold til den nåværende læreplanen (KJE1-01), men etter en gjennomgang av forslaget til den nye læreplanen, er studien også relevant i henhold til dette forslaget. Jeg tar opp betydningen fra begge læreplanene.

I forslaget til den nye læreplanen er det et kompetansemål for kjemi 1 som sier at elevene skal kunne bruke simuleringer i tolkning og trekking av konklusjoner av data hentet fra simulerte forsøk (Utdanningsdirektoratet, 2020). I kjemi 2 er et av målene å kunne bruke modeller til å undersøke reaksjonsfart til kjemiske reaksjoner av orden 0., 1. og 2. Det er de eneste kompetansemålene som tar for seg bruk av visualiseringsverktøy. Det første målet omhandler spesifikt bruk av simuleringer for å trekke konklusjoner. Det andre målet tar for seg modeller av reaksjonsfarten til reaksjoner. Her tolker jeg modeller som en visuell representasjon eller en form for visuell illustrasjon av disse hvor vi kan bruke simuleringer eller animasjoner. Det er kun to kompetansemål som går direkte på bruk av visualiseringsverktøy, samtidig som digitale ferdigheter i avsnittet *grunnleggende ferdigheter* er en del av ferdighetene elevene skal opparbeide seg i løpet av undervisningen i kjemi (Utdanningsdirektoratet, 2020). Det blir nevnt at elevene skal kunne bruke forskjellige verktøy for modellering og visualisering, og bruke programvarer for å utforske kjemiske problemstillinger. Her blir både begrepet visualisering og programvarer nevnt, i tillegg til at en kjemisk problemstilling kan framstilles i alle temaer innenfor kjemifaget. I denne studien skal det blant annet brukes en animasjon (programvare) til å utforske hvordan ytre faktorer påvirker en kjemisk likevekt (kjemisk problemstilling) og hvordan likevekten vil motarbeide disse påvirkningene. Det er selvfølgelig opp til hver enkelt lærer å tolke læreplanen og bruke den slik han eller hun mener er gunstig for opplæringen av kjemifaget. For at elevene skal kunne opparbeide seg disse kompetansemålene, må visualiseringsverktøy benyttes i kjemiundervisningen (Ringnes &

Hannisdal, 2014). Likevel er det ikke nok at de brukes, visualiseringsverktøyet må benyttes slik at det gir et positivt læringsutbytte og elevene kan nå kompetansemålene.

I den nåværende læreplanen er det kun skrevet om digitale verktøy og visualisering i grunnleggende ferdigheter (Utdanningsdirektoratet, 2006). Det er ikke spesifisert i noen av kompetansemålene verken i kjemi 1 eller kjemi 2. Samtidig er det under grunnleggende ferdigheter spesifisert at elevene skal kunne bruke digitale verktøy til å simulere forsøk. Dette ser jeg på som svært viktig med tanke på at det er store forskjeller på hvordan laboratoriene på norske skoler er utstyrt, blant annet hvilke stoffer som er tilgjengelige for bruk på de ulike skolene og hvilke som er lovlige å bruke på laboratoriet. Det finnes en rekke kjemiforsøk som er for kostnads- eller tidkrevende, eller der sikkerheten på laboratoriet ikke kan ivaretas godt nok. Det kan også være at skolen ikke har det nødvendige utstyret til å gjennomføre enkelte kjemiforsøk. Det er derfor fint at det eksisterer en alternativ løsning på internett slik at elevene likevel kan få et visuelt bilde av disse forsøkene.

## **2.4 To typer visualiseringsverktøy til bruk i kjemifaget**

Det finnes forskjellige visualiseringsverktøy som kan brukes i kjemifaget, men i dette prosjektet er det simuleringer og animasjoner som blir satt i fokus. Disse visualiseringsverktøyene har stort sett lik oppbygning, men hvordan de brukes varierer. I simuleringer er det elevene selv som interagerer med hva og hvordan ting foregår, mens i animasjoner følger elevene med på en dynamisk gjennomgang av et tema. Den ulike oppbygningen av disse verktøyene kan påvirke bruksområdet. Verktøyet som skal brukes skal være forståelig for elevene. Mange visualiseringsverktøy kan være omfattende og inneholde mye data som elevene skal klare å oppfatte på kort tid, noe som kan føre til kognitiv overbelastning. I artikkelen til Ainsworth og VanLabeke (2004) diskuteres kognitiv overbelastning som en faktor som kan være med på å hemme læringsutbytte. Kognitiv overbelastning er overbelastning av elevenes oppfatninger, tenking og hukommelse, som blant annet kan oppstå ved at elevene mottar for mye informasjon på en gang som de ikke klarer å bearbeide. Animasjoner og simuleringer er forbigående slik at den forrige informasjonen bør være oppfattet av elevene for at de skal se sammenhenger mellom informasjonen for å bygge deres kunnskap. Det er anbefalt at elevene jobber med oppgaver eller får retningslinjer slik at de holder fokus på en spesifikk del av prosessen for å minske risikoen for kognitiv overbelastning (Stenning & Oberlander, 1995).

Det er også viktig å se forskjellen på interaktive og ikke-interaktive undervisningsmetoder (Hegarty, 2004). Ikke-interaktive visualiseringsverktøy som for eksempel animasjoner, kan være lite aktiviserende og kan føre til at elevene ikke er aktive i læringsprosessen. Derfor kan det være hensiktsmessig for læringsutbytte at elevene i noe grad blir aktivisert ved for eksempel en rekke oppgaver de skal svare på underveis som kan føre til aktiv lytting eller aktivt bruk av visualiseringsverktøyet. Simuleringer er interaktive verktøy fordi elevene styrer prosessen selv, noe som gjør dem aktive i læringsprosessen (Hegarty, 2004). Dette støttes også av MAKIS prinsippet som sier at elevene lærer best når de får være aktive, og lærere bør unngå at elevene blir passive deltakere i læringsprosessen. Aktivisering kan videre motivere elevene i læringsprosessen når de får gjort arbeidet på egenhånd.

Det er i tillegg viktig å reflektere over om visualiseringsverktøy er den riktige metoden for det aktuelle tema som skal læres. For noen temaer i kjemifaget kan det være nok med statiske bilder. Noen visualiseringsverktøy kan være for abstrakte for elevene eller gi dem for mye informasjon på en gang, noe som kan hemme læringsutbyttet. Dette henger sammen med kognitiv overbelastning. Hvis elevene ikke forstår hva som skjer i simuleringen eller hva de skal gjøre, vil de heller ikke klare å knytte dette til teorien. Konkretisering av lærestoffet er også viktig for å spesifisere hva elevene skal lære av visualiseringsverktøyet for å begrense den kognitive overbelastningen. En grundig vurdering av visualiseringsverktøyet er derfor viktig for å oppnå positivt læringsutbytte (Stratford, 1997).

### **3. Forskningsdesign og metoder**

Dette kapittelet omhandler forskningsdesign og metoder brukt i prosjektet. I kapittel 3.1 presenteres hvilket forskningsdesign jeg har valgt for prosjektet mitt og begrunnelse for valget. I kapittel 3.2 presenteres metoder for datainnsamling og begrunnelser for valgt metode. Kapittel 3.3 omhandler undervisningsoppleggene og temaene hvor jeg gjennomførte datainnsamling. Avslutningsvis vil metode for analyse av datamaterialet bli gjennomgått i kapittel 3.4.

#### **3.1 Forskningsdesign**

I samfunnsvitenskapelig forskning der forskningen handler om mennesker og samhandling skiller vi mellom to forskningstilnæringer, kvalitativ og kvantitativ tilnærming (Christoffersen & Johannessen, 2018). Kvalitativ forskningstilnærming er fleksibel og gir rom

for spontanitet fordi dataene består av ord. I slik forskning blir deltakerne stilt åpne spørsmål der de har anledning til å besvare med egne ord. Denne tilnærmingen brukes når forskeren er interessert i menneskelig atferd, tanker, handlinger, forståelse og fortolkning av en situasjon. Fordi deltakerne kan svare med egne ord, gir dette få begrensninger og man kan få unike svar fra deltakerne. I denne studien er intervju en av metodene for å samle inn data. Denne datainnsamlingsmetoden gir en interaksjon mellom forsker og deltaker, samt større rom for spontanitet og fleksibilitet. Begrunnelsen for valg av denne metoden kommer i kapittel 3.2.2. Den andre forskningstilnærmingen er kvantitativ tilnærming. Denne tilnærmingen gir resultater som variabler og tall i form av statistikk og brukes når utvalget er stort (Christoffersen & Johannessen, 2018). En vanlig datainnsamlingsmetode i kvantitativ tilnærming er spørreskjema med forhåndsbestemte svaralternativer. Min studie benytter også spørreskjemaer, men uten faste svaralternativer som gjør innsamlingsmetoden kvalitativ. Det vil si at deltakerne blir stilt åpne spørsmål der de svarer på spørsmålene med egne ord, noe som gjør spørreskjemaene kvalitative. Videre begrunnelse for valg av metoden kommer i kapittel 3.2.1.

Forskningsdesignet i prosjektet er en casestudie og valgt forskningstilnærming er kvalitativ tilnærming hvor datainnsamlingen skjer ved å bruke intervju og spørreskjema med åpne spørsmål. En casestudie er en studie av enkelte tilfeller eller enheter, og i dette prosjektet er min case et undervisningsopplegg med en klasse på en skole (Sander, 2020; Wæhle, Dahlum, & Grønmo, 2020). De enkelte undervisningssituasjonene studeres og analyseres hver for seg, men analysen foregår på samme måte slik at de kan sammenlignes og det kan trekkes helhetlige konklusjoner. I casestudier kan forskeren gå i dybden av en tilfeldig situasjon og resultatet kan bli detaljerte beskrivelser av situasjonen. Disse studiene blir som oftest undersøkt ved hjelp av kvalitativ forskningstilnærming eller en kombinasjon av kvalitativ og kvantitativ tilnærming (Sander, 2020). Ikke alle metoder for datainnsamling passer til alle studier. Det er viktig å vurdere hvilke typer av datainnsamling som egner seg best for prosjektet. Utvalget av deltakere i dette prosjektet er lite og siden jeg er interessert i å avdekke deltakernes meninger om en situasjon, ble kvalitativ forskningstilnærming valgt som forskningsstrategi.

Formålet med prosjektet er å undersøke hvilke faktorer ved bruk av visualiseringsverktøy som kan påvirke elevenes læring av grunnleggende prinsipper i kjemi. Siden prosjektet skal gjennomføres i programfaget kjemi, var det naturlig å velge en videregående skole som har studiespesialiserende retning og kjemi som et av undervisningsfagene. Valget av den aktuelle

videregående skolen ble gjort fordi jeg har kjennskap til skolen og vet at lærerne som underviser i kjemi har brukt visualiseringsverktøy. Jeg kontaktet lærere som har undervist eller underviser i kjemi og forhørte meg om de ønsket å ta del i prosjektet. Tre lærere takket ja til å bli intervjuet. To av lærerne har lang erfaring innen kjemi og den tredje er nyutdannet. Alle lærere fikk informasjonsskriv og samtykkeskjema (se vedlegg 6). Jeg avtalte med en av lærerne om å gjennomføre min undersøkelse i hennes kjemiklasse. Det er en lærer som har undervist i kjemi i mange år og har noe erfaring med visualiseringsverktøy. Læreren underviser i kjemi 1 og derfor var hennes elever relevante for prosjektet. Det er i kjemi 1 elevene lærer de grunnleggende prinsippene som skaper en grunnmur for deres kunnskaper for de fremtidige temaene i kjemi. Kjemiklassen hennes består av 15 elever og alle elevene ble spurt om de ønsker å delta i prosjektet. Elevene fikk utdelt informasjonsskriv og samtykkeskjema (se vedlegg 5). Reaksjonsfart og Le Chateliers prinsipp er temaer valgt til casestudien. Dette fordi det er to av de grunnleggende prinsippene i kjemi og de opptrer på mikronivået som ikke kan observeres. Nærmere begrunnelse beskrives i kapittel 3.3. Sammenfattende består mitt forskningsdesign av gjennomføring av to undervisningsøkter i en klasse bestående av 15 kjemielever, spørreskjema rettet mot elevene og intervju med tre lærere.

## **3.2 Metoder for datainnsamling**

I dette kapitlet presenteres valg av datainnsamlingsmetoder og begrunnelse for bruk av disse metodene. Valg av metoder i prosjektet er åpent spørreskjema og semistrukturert intervju.

### **3.2.1 Spørreskjema**

Spørreskjemaer er bygget opp av en rekke spørsmål som deltakerne skal svare på og de kan være prekodet, åpne eller semistrukturert (Christoffersen & Johannessen, 2018). Prekodet vil si at svaralternativene er forhåndsbestemte, åpne vil si at elevene svarer fritt på spørsmålene og semistrukturert er en blanding av prekodet og åpne. En av fordelene med spørreskjemaer er at det er en god metode for å samle inn stort antall svar på kort tid, i motsetning til for eksempel intervjuer. Det var ønskelig å få tilbakemeldinger fra alle elevene i kjemiklassen for å få størst mulig antall besvarelser. Med spørreskjema hvor alle deltakerne får samme spørsmål, er det enklere å sammenligne dataene mot hverandre. Det som kan være ulempen med prekodet eller semistrukturert spørreskjema er at deltakerne ikke kan svare med egne ord eller utdype svarene sine fordi svaralternativene er forhåndsbestemt. I noen tilfeller kan det være at et av svaralternativene passer bra, men at deltakerne gjerne vil utdype sitt svar. På

bakgrunn av dette bestemte jeg meg for å bruke åpent spørreskjema hvor elevene kan svare med egne ord.

Det viktigste når man utarbeider et spørreskjema er at det skal gi svar som danner grunnlag for å drøfte problemstillingen. Ordlegging, språkbruk og konkretisering er svært viktig i utforming av et spørreskjema. Spørsmålene bør være enkelt formulert for å sikre at alle deltakerne forstår hva de blir spurt om og kan avgi svar. Dette er med på å gjøre det enklere for deltakerne å svare på spørsmålene og jeg får mer detaljerte beskrivelser om det de egentlig mener. I tillegg er det viktig at spørreskjema ikke er for langt. Dersom det er for mange spørsmål kan det føre til at deltakerne velger å svare kort og lite beskrivende. Christoffersen og Johannessen (2018) anbefaler å ha færrest mulig spørsmål, men likevel tilstrekkelig mengde som kan danne et godt grunnlag for besvarelse av forskningsspørsmålet. På dette grunnlaget ble spørreskjemaet laget og forekommer som vedlegg 1. Spørreskjemaene ble gitt ut til elevene i slutten av to separate undervisningsøkter der de brukte visualiseringsverktøy. Dette fordi det er enklere for elever å reflektere over erfaringer og meninger når de ligger friskt i minne. Det er lettere å se tilbake til undervisningen når de nettopp har gjennomført den. Videre kan dette føre til at det er enklere å svare på spørsmålene siden de skal beskrive en hendelse som nylig har skjedd. Jeg var til stede mens elevene svarer på spørreskjemaet slik at de skal ha muligheten til å stille spørsmål dersom noe er uklart. Oppklaring av usikkerheten rundt hva spørsmålene etterspør, kan bidra til at det er enklere for elevene å svare på spørsmålene og datamateriale kan muligens være mer relevant for å besvare forskningsspørsmålet.

### **3.2.2 Intervju**

Kvalitative intervjuer er en metode for datainnsamling som gir rom for fleksibilitet fordi forskere kan få fyldige og detaljerte beskrivelser (Christoffersen & Johannessen, 2018). Intervju regnes som en samtale eller dialog mellom intervjueren og deltakeren der man kan få utfyllende svar, kommentere utsagn eller handlinger og få beskrivelser av hva deltakeren tenker og mener om et tema. Jeg har muligheten til å stille oppfølgingsspørsmål dersom det er noe uforutsigbart eller interessant som blir nevnt av deltakeren. I tillegg gir det mulighet til å følge opp underveis for å løse uklarheter eller utdype svar. Her er det store muligheter for spontanitet og intervjueren har anledning til å få svar som ikke var forventet.

Målet med datainnsamlingen gjennom intervju med lærere var å få en beskrivelse av lærerens erfaringer med visualiseringsverktøy og hvordan læreren opplever bruken av dette i

klasserommet. Deres oppfatninger og erfaringer kan skille seg fra mine egne fra da jeg selv var ute i praksis, derfor forventet jeg ulike erfaringer og oppfatninger fra forskjellige lærere. Jeg ser på intervju som en hensiktsmessig metode for datainnsamling av læreres erfaringer fordi vi kan ha en åpen dialog hvor jeg med en gang kan respondere til deres beskrivelser. Utvalget av lærere er ikke stort slik at det er mulig å gjennomføre et intervju med hver enkelt lærer. Det kan være tidkrevende å gjennomføre, transkribere og analysere intervju dersom utvalget er stort. I tillegg ønsket jeg å gi lærerne en større frihet til å uttrykke seg. Jeg hadde en forhåndslaget intervjuguide (se vedlegg 2), men likevel gir denne metoden muligheten til at deltakerne kan være med på å bestemme hva som blir tatt opp i intervjuet. På grunn av fordelene nevnt ovenfor, ble intervju valgt som datainnsamlingsmetode for lærernes erfaring og oppfatninger av bruk av visualiseringsverktøy i kjemiundervisningen.

Før intervjuene ble gjennomført ble det laget en intervjuguide som skulle være utgangspunktet for hvilke spørsmål og temaer jeg ønsker å ta opp i intervjuet. Som tidligere nevnt kunne deltakere svare på spørsmålene med egne ord i tillegg til at jeg ga rom for oppfølgingsspørsmål. Dette peker til et semistrukturert intervju (Christoffersen & Johannessen, 2018). Jeg har en liste med spørsmål jeg ønsker å stille i løpet av intervjuet, men rekkefølgen kan variere i forhold til hvordan samtalen kommer til å forløpe. Dersom en av deltakerne beveger seg inn på et annet spørsmål, vil jeg ikke avbryte, men heller opprettholde flyten i samtalen. Intervjuene ble gjennomført en og en fordi jeg ønsket å fokusere på hvert enkelt individs erfaringer og meninger. Dette kan være med på å skape en trygg atmosfære, noe som kan føre til at det er enklere for deltakerne å åpne seg og være ærlige. I et intervju bør begge parter føle seg komfortable slik at det er naturlig flyt i samtalen. Ved starten av intervjuet presenterte jeg formålet med prosjektet og intervjuet. Jeg brukte diktafon for å ta opp intervjuet fordi jeg ønsket å fokusere på det som ble sagt og være en aktiv lytter. Dette ser jeg på som en stor fordel fordi jeg kan konsentrere meg om samtalen og det er lettere å følge opp det som blir sagt. I tillegg er det en risiko for at jeg ikke oppfatter og skriver ned alt som blir sagt dersom jeg skal notere under intervjuet. Det er ikke mulig å skrive ned ordrett det deltakerne sier, og det er også risiko for at jeg kan tolke det som blir sagt. Det har også blitt tydeliggjort at under intervjuet skal ingen navn nevnes for å opprettholde lærerens og elevenes anonymitet. Lærerne har gitt samtykke til både intervjuet og lydopptak på forhånd.



### 3.3 Beskrivelse av to økter fra kjemiundervisningen

I dette kapittelet blir det beskrevet to ulike undervisningsøkter hvor visualiseringsverktøy ble brukt som undervisningsmetode. I første økt brukte elevene et simuleringsverktøy på egenhånd i tema reaksjonsfart hvor de i tillegg svarte på oppgaver underveis. I andre økt brukte jeg som lærer et animasjonsverktøy samtidig som jeg gjennomgikk teorien om Le Chateliers prinsipp. Hver økt varte i 90 minutter og det var to uker mellom gjennomføringen av øktene.

#### 3.3.1 Økt 1 – Reaksjonsfart

Tema i første økten som ble gjennomført var reaksjonsfart. Reaksjonsfart handler om hvor fort en kjemisk reaksjon skjer, og defineres som den mengden stoff som omdannes per tidsenhet. Reaksjonsfarten kan påvirkes ved hjelp av temperatur-, konsentrasjons- og overflateendring, og bruk av katalysator og inhibitor (Brandt & Hushovd, 2013). I denne økten fokuserte vi på hvordan temperaturen endrer reaksjonsfarten i en kjemisk reaksjon. Det var naturlig å bruke dette tema i prosjektet i forhold til årsplanen til læreren og fordi dette temaet opptrer på mikronivå. Det er ikke mulig for elevene å observere hvor fort de kjemiske elementene (ioner og molekyler) beveger seg før og etter en temperaturendring. Det er heller ikke mulig å se at når disse kolliderer så dannes det nye produkter. Dette er ikke noe elevene kan se for seg og derfor valgte jeg å bruke en simulering som kunne illustrere dette. Elevene hadde fått introduksjon til tema forrige time slik at de har opparbeidet seg litt forkunnskaper.

I dette undervisningsopplegget valgte jeg verken å repetere temaet eller gjennomgå hvordan simuleringen fungerer på forhånd, fordi jeg var interessert i om dette kan være faktorer som kan påvirke elevenes læringsutbytte. Undervisningsøkten varte i 90 minutter og jeg styrte undervisningen. Det var 12 av 15 elever til stede. Elevene fikk utdelt oppgaveark *Simulering reaksjonsfart* (se vedlegg 3) som de jobbet med i 60 minutter. Oppgavearket inneholdt instruksjoner på hvordan de skulle gjennomføre undervisningsopplegget i tillegg til spørsmål som de skulle svare på underveis. Det å bruke visualiseringsverktøy er nytt for de fleste elevene og noen av disse verktøyene kan være vanskelige å forstå på grunn av mengde informasjon du får på en gang. For at elevene ikke skulle få for mye informasjon på en gang, valgte jeg å gi de oppgaver som de skulle jobbe med mens de brukte simuleringen. Dette ble gjort for å holde fokus på det viktigste i simuleringen. Simuleringen som ble brukt i denne økten består av mange forskjellige elementer og jeg ønsket å gi de noen retningslinjer for å minske den kognitive overbelastningen. I og med at jeg ikke forklarte hvordan simuleringen fungerte, la jeg ved et bilde med forklaringer på hva de forskjellige delene av simuleringen

betyr. Simuleringen var på engelsk, og siden få elever på videregående har lært kjemiske begreper på engelsk med tanke på at alle lærebøkene er på norsk, valgte jeg derfor å oversette noen av begrepene. I slutten av timen svarte elevene på spørreskjema som ble samlet inn før timen var over.

### **3.3.2 Økt 2 - Le Chateliers prinsipp**

I andre økt i prosjektet mitt valgte jeg å bruke Le Chateliers prinsipp som tema. Som det står innledningsvis i oppgaven regnes Le Chateliers prinsipp som et av de vanskeligste temaene i kjemi på videregående (Trey & Khan, 2008). Dette er et tema jeg selv underviste i da jeg var i praksis i PPU-året i 2018. Jeg husker at elevene synes dette tema var spesielt vanskelig og hadde store utfordringer med å forstå hva prinsippet går ut på. Jeg synes også at det var utfordrende å undervise i dette temaet. Praksislæreren hadde en simulering tilpasset dette prinsippet som jeg brukte i undervisningen i praksisperioden. Derfor var jeg spesielt interessert i å ta med dette tema inn i mitt prosjekt.

I dette undervisningsopplegget valgte jeg å bruke en animasjon som jeg presenterte for elevene i plenum ved hjelp av prosjektor. Denne animasjonen tok for seg alle faktorene som kan påvirke en likevekt og vi gikk gjennom alle i løpet av en 90 minutters økt. Elevene fikk utdelt oppgaveark *Animasjon - Le Chateliers prinsipp* (se vedlegg 4) slik at de kunne gå inn og se på den senere på egenhånd. Animasjonen som ble brukt hadde en forhåndsinnspilt forklaring på engelsk, men jeg valgte å skru av lyden og forklare selv. Den største grunnen til at jeg valgte å forelese selv var for å slippe å utsette elevene for misforståelser i forbindelse med språkvansker og vanskelige begreper. Derfor brukte jeg animasjonen som støtte i mine forklaringer og teorigjennomgang. I løpet av gjennomgangen fikk elevene stille spørsmål som jeg besvarte, og jeg kunne samtidig henvise til det visuelle. På den måten fikk elevene oppklart det som var vanskelig og jeg kunne hele tiden henvise til animasjonen. Jeg lot elevene stille spørsmål også for å holde de aktive til tross for at de satt rolig og lyttet. Dette kunne også være med på å unngå at de mister konsentrasjonen underveis og det var ønskelig å avdekke om gjennomgang av spørsmål kan være en faktor som kan ha betydning for læringsutbytte. Elever stiller spørsmål oftest fordi det er noe som er uklart eller vanskelig å forstå (Khalil m. fl., 2005). Derfor ønsket jeg å finne ut om muligheten for å få stilt spørsmål kunne oppklare eventuell usikkerhet rundt temaet. Av erfaring som elev selv er det sannsynlig at en elev stiller et spørsmål som andre også lurer på, og at elevene får svar som kan føre til bedre forståelse av temaet. I slutten av timen svarte elevene på spørreskjema

### 3.4 Dataanalyse

Etter at datamaterialet er samlet inn, må dette analyseres for å kunne trekke konklusjoner og svare på forskningsspørsmålet. Analyseprosessen består av «... å arbeide med datamaterialet, sortere og organisere det, bryte det ned i håndterbare enheter, kode det, sette sammen kodene og se etter mønstre» (Nilssen, 2014, s. 104). Innsamlingen av data resulterer i mange sider med transkribert datamateriale som i første omgang ikke direkte besvarer forskningsspørsmålet. Dette må analyseres ved å dele det opp og sortere i kategorier for å kunne avdekke en mening eller et budskap. Målet med prosjektet mitt er å finne essensen i det deltakerne forteller og omforme kategoriene til faktorer som er med på å drøfte forskningsspørsmålet. I løpet av denne prosessen leser forskeren gjennom datamaterialet flere ganger for å bli ordentlig kjent med det. I tillegg til at det kan oppdages nye ting som man tidligere ikke har observert. I den siste delen av analysen skjer det en tolkningsprosess der forskeren trekker konklusjoner ut ifra det bearbejdede datamaterialet for å kunne diskutere det opp mot forskningsspørsmålet (Christoffersen & Johannessen, 2018).

For å analysere datamaterialet har jeg brukt deler av det Christoffersen og Johannessen (2018) presenterer, blant annet Bruce L. Berg sin oversikt over rekkefølgen som benyttes når man skal analysere kvalitativt datamateriale (s. 105). Oversikten ble brukt som et utgangspunkt i analyseprosessen for å bearbeide datamaterialet. Nedenfor presenterer jeg et utdrag av oversikten som jeg har omskrevet og tilpasset til mitt prosjekt:

- Dataene samles inn og gjøres om til tekster.
- Utsagn fra tekstene trekkes ut ved hjelp av induksjon eller deduksjon.
- Utsagnene sorteres i kategorier som kan gi en oversikt over de viktigste temaene som kommer fram i teksten.
- Datamaterialet sorteres etter disse kategoriene for å finne mønstre, sammenhenger og likheter eller ulikheter
- Det sorterte datamaterialet analyseres for å gi beskrivelser for å drøfte forskningsspørsmålet. Kategoriene ble omformet til faktorer og direkte utsagn plassert til hver faktor.

I oversikten til Berg blir det tatt opp to forskjellige metoder for koding: deduktiv og induktiv tilnærming. Deduktiv tilnærming i analyse handler om å analysere data ved hjelp av forhåndsbestemt rammeverk som innebærer at kategoriene er bestemt på forhånd og er drevet av teori. Induktiv tilnærming handler om at man lar datamaterialet snakke fritt for seg.

Gjennom analysen lager man kategorier som er tilpasset det dataen sier. Studier drevet av deduktiv tilnærming har forkunnskaper om tema der man til en viss grad gjennomfører hypotesetesting i motsetning til induktiv tilnærming der man kommer frem til kunnskap hvor det ikke finnes eller er lite forkunnskaper om tema. Forskeren er nødt til å vurdere hva som er den beste metoden for analyse i lys av forskningsspørsmålet (Sander, 2020). Det er ikke fastsatt at man skal velge det ene eller det andre. Før jeg satte i gang med datainnsamlingen ønsket jeg å være så induktiv så mulig og la datamateriale snakke fritt for seg. I etterkant og under bearbeidingen av data kom det fort frem at jeg har noen kategorier som jeg ønsker å finne igjen i datamaterialet. Jeg tror at det kan falle naturlig under denne prosessen med tanke på at det er jeg som har utformet formålet for prosjektet, valgt metode for datainnsamling, laget spørreskjema og intervjuguide. Valg som blir tatt i løpet av denne prosessen er på bakgrunn av at jeg ønsker å få svar på forskningsspørsmålet, slik at noen av kategoriene har vært indirekte forhåndsbestemt. Gjennom prosjektet mitt vil jeg finne faktorer som påvirker læringsutbytte ved hjelp av visualiseringsverktøy. Da kan det være naturlig å se etter fordeler og ulemper ved denne undervisningsmetoden og undervisningen i seg selv. Dermed har dataene blitt analysert gjennom en interaksjon mellom deduktiv og induktiv tilnærming, en abduktiv tilnærming. I abduktiv tilnærming gjennomføres analysen både med forhåndsbestemte kategorier og kategorier som kommer av datamaterialet.

Datamaterialet som blir analysert i denne studien er spørreskjemaer gitt til elever i forbindelse med to undervisningsøkter, og intervju med tre lærere. Både spørreskjemaene og intervjuene ble analysert ved hjelp abduktiv tilnærming. Analysen startet med å samle alle besvarelsene under hvert spørsmål fra spørreskjemaene for å gjøre det lettere å se sammenhengen mellom alle deltakers svar. Det resulterte i to sett med svar på spørreskjema fra de to undervisningsøktene, et sett for første økt og et sett for andre økt. I løpet av analysen oppdaget jeg at det var noen kategorier jeg var interessert i å finne i datamaterialet. Likevel ble datamateriale analysert ved hjelp av åpen koding. «Åpen koding betyr å identifisere, kode, klassifisere og sette navn på de viktigste mønstrene i materialet.» (Nilssen, 2014, s. 82). Kodene som er nevnt her er gjort om til omskrevne utsagn hentet fra besvarte spørreskjemaer. Meningen er å gjøre datamaterialet mindre og mer oversiktlig, i tillegg til å finne det som er signifikant for forskningsspørsmålet. I denne prosessen ble de viktigste momentene markert og organisert i kategorier. En av kategoriene var forhåndsbestemt mens de resterende ble utarbeidet fra utsagnene funnet i datamaterialet. Det ble opprettet et skjema hvor utsagnene ble organisert etter disse kategoriene. Siste steget i analyseprosessen var å analysere det

sorterte datamaterialet og trekke konklusjoner som jeg kunne diskutere opp mot forskningsspørsmålet. Kategoriene ble derfor omskrevet til faktorer som jeg skulle bruke i diskusjonen, og direkte utsagn fra spørreskjemaene ble plassert til faktoren disse tilhørte. Til slutt ble alle faktorene fra begge undervisningsøktene samlet i en tabell.

Intervjuene gjennomført med kjemilærere ble tatt opp på diktafon og transkribert ord for ord rett etter intervjuene. Dette ble analysert på samme måte som spørreskjemaene. Jeg leste gjennom samtalesekvensene flere ganger og markerte de viktigste delene av dataen.

Samtalene ble så analysert ved bruk av åpen koding og oversikten til Bruce L. Berg. I dette tilfelle hadde jeg ingen forhåndsbestemte kategorier fordi jeg ikke visste hvilke svar jeg kunne forvente. Kategoriene var derfor utarbeidet fra rådataen. Videre opprettet jeg faktorer som jeg analyserte fra de markerte høydepunktene i samtalesekvensene og sorterte utsagnene i faktorene som ble funnet fra intervjuene. Faktorene og direkte utsagn ble samlet i en tabell for å gi en oversikt over funnene som ble gjort fra alle lærere. Dette ble gjort fordi utgangspunktet for datainnsamlingssituasjonen var lik for alle lærerne.

## **4. Resultater**

I dette kapitlet blir resultatene presentert. I kapittel 4.1 blir resultater fra analysen av spørreskjemaene besvart av elevene fra begge undervisningsøktene presentert. I kapittel 4.2 presenteres resultater fra intervjuene med tre lærere. Avslutningsvis i kapittel 4.3 gis det en fullstendig oversikt over alle faktorene som ble funnet fra spørreskjema og intervju.

### **4.1 Spørreskjema**

Underkapittel 4.1.1 presenterer resultater av spørreskjemaene fra økt 1 og resultater fra økt 2 presenteres i underkapittel 4.1.2. Til slutt kommer en sammenfatning av alle faktorene som ble funnet fra begge øktene. Resultatene blir først presentert hver for seg fordi det ble brukt to forskjellige undervisningsstrategier og hvordan undervisningen ble gjennomført. I disse to øktene jobbet elevene med visualiseringsverktøyene på to forskjellige måter og derfor var det hensiktsmessig å skille disse fra hverandre. Alle faktorene som ble funnet fra begge undervisningsøktene blir presenter i underkapittel 4.1.3.

#### 4.1.1 Økt 1

Resultatene fra analyserte spørreskjemaer fra første undervisningsopplegget blir presentert i *tabell 1*. Tabellen presenterer de viktigste kategoriene som ble markert i løpet av analysen.

Utvalget av omformede utsagn ble gjort i forhold til deres relevans for kategoriene. Utsagnene ble deretter en del av utformingen av faktorene som presenteres i *tabell 3*.

*Tabell 1 viser resultater av analysen av spørreskjemaene fra første undervisningsøkt.*

Kategorier	Omformede utsagn
Fordeler for læringsutbytte og fordeler med visualiseringsverktøy	<ul style="list-style-type: none"><li>• Gir forståelse av hvordan reaksjonsfarten blir påvirket, hva skjer med atomene</li><li>• Kan se hva som skjer med atomene, simuleringen viste hva som skjer når atomene kolliderer som videre førte til dannelse av nye molekyler</li><li>• Variasjon i undervisningen</li><li>• Gå tilbake og gjennomføre flere ganger</li><li>• Hjelper med å skape bilder som kan knyttes til teori i boka</li><li>• Lærerikt å se hva som skjer i virkeligheten</li><li>• Kombinasjon av teori og etterfulgt av simulering fungerte bra sammen. Først teori som ble brukt til å visualisere det som skjedde i simuleringen</li><li>• Et bilde/bevegelse er lettere å huske enn tekst</li><li>• «Lager bilde av hva som skjer i virkeligheten når jeg ellers ikke kan se det for meg.»</li><li>• Forenkler fagstoffet og forklarer på en annen måte</li></ul>
Ulemper for læringsutbytte og ulemper med visualiseringsverktøy	<ul style="list-style-type: none"><li>• Krevende å fokusere, mer opptatt av hvordan verktøyet fungerer enn selve undervisningen.</li><li>• Lærer mer av tradisjonell undervisning</li><li>• Mer forvirrende, lite mulighet for å skrive notater eller tegne av fordi det er i bevegelse</li><li>• Borte forrige time og derfor ble dette lite forståelig</li></ul>
Forbedringer	<ul style="list-style-type: none"><li>• Grundigere gjennomgang av simuleringen i starten av timen</li><li>• Forklaring av spørsmålene og gjennomgang av de på slutten</li><li>• Mer gruppeoppgave slik at elevene kan snakke sammen, lærer bedre av å snakke om kjemi</li><li>• Mer moderne simulering</li></ul>

#### 4.1.2 Økt 2

Analysert data fra andre undervisningsopplegg presenteres i *tabell 2*. Tabellen presenterer de viktigste kategoriene som ble markert i løpet av analysen. Utvalget av omformede utsagn ble gjort i forhold til deres relevans for kategoriene. Utsagnene ble deretter en del av utformingen av faktorene som presenteres i *tabell 3*.

*Tabell 2 viser resultatene av analysen av spørreskjema fylt ut av elevene fra andre økt.*

Hovedkategorier	Omformede utsagn
Fordeler for læringsutbytte og fordeler med visualiseringsverktøy	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tid til spørsmål og diskusjoner underveis</li><li>• Hjelper å skape bilder kontra bare definisjoner og teori i boka</li><li>• «Fint å visualisere hva som skjer i reaksjonene, føler at jeg forstår det bedre enn bare fra forelesningen»</li><li>• Mer interessant</li><li>• Hjelp å følge med i timen</li><li>• Snakke teori samtidig som elevene så virkeligheten</li><li>• Simulering er et pluss i tillegg til teori</li><li>• «Skapte bilder i hodet som jeg husker bedre enn tekst»</li><li>• «Oppklarte en del tvil rundt tema fra tidligere gjennomgang i tillegg til at jeg kunne stille spørsmål for å få svar på det jeg lurte på»</li><li>• «Visualisering er vanskelig å gjøre selv ut ifra teori, dette hjalp meg å skape et bilde og bekreftet noe av det jeg hadde gjort på egenhånd»</li></ul>
Ulemper for læringsutbytte og ulemper med visualiseringsverktøy	<ul style="list-style-type: none"><li>• Synes kjemi er vanskelig så det ble vanskelig for meg å følge med siden jeg forstod lite</li><li>• Ikke mulig å skrive notater</li></ul>
Forbedringer	<ul style="list-style-type: none"><li>• Skrive notater ved siden av</li><li>• Får et sammendrag etter timen</li><li>• «Oppgaver som vi kunne jobbet med ved siden av»</li></ul>

### 4.1.3 Sammenfatning av data fra begge øktene

I påfølgende avsnitt blir analysen av spørreskjemaene fra begge øktene oppsummert. *Tabell 3* viser faktorene jeg har funnet gjennom analysen av de omformede utsagnene. Til hver faktor følger det en rekke direkte utsagn hentet fra de besvarte spørreskjemaene som førte til funn av disse faktorene. Utvalget av direkte sitater ble gjort på bakgrunn av deres relevans for de ulike faktorene. I tabellen er det brukt koder der E1 betyr elev nummer en for å gi en oversikt av ulike utsagn fra forskjellige elever.

*Tabell 3 viser en sammenfatning av data hvor det blir presentert hvilke faktorer som ble funnet fra begge øktene samt direkte utsagn hentet fra spørreskjemaene som førte til funn av faktorer. Utsagnene er markert med koder hvor E1 betyr elev nummer en.*

Faktorer	Siterte utsagn
Praktisk bruk av visualiseringsverktøy gjennomgått på forhånd.	<ul style="list-style-type: none"><li>• E5: Grundigere gjennomgang i starten</li><li>• E7: Forklart og gjennomgått svarene på oppgavene vi fikk</li><li>• E8: Synes det var krevende, fokusere mer hvordan jeg skal få til det digitale enn selve undervisningen.</li><li>• E15: Hvis dataen blir for ny og jeg ikke har brukt det før blir jeg mer fokusert på det og jeg glemmer hva egentlig poenget er</li></ul>
Forklaring av teori gjennom visualiseringsverktøyet	<ul style="list-style-type: none"><li>• E1: Teori underveis mens vi så animasjonen spilte godt sammen. Simulering er et pluss for forståelsen.</li><li>• E2: Undervisningen ga meg mer informasjon/kunnskap fordi du forklarte teorien og pekte på deler av animasjon til det du sa. Føler jeg forstod det mye bedre sånn. Man får sett, lest og hørt.</li><li>• E4: For meg utgjorde dette en stor forskjell. Prøvde å arbeide med stoffet ved hjelp av læreboka, men opplevde dette som uforståelig. Nå ble det mye klarere. Kunne se på animasjonen mens du forklarte teorien.</li><li>• E5: Får hjelp til å visualisere og man slipper å visualisere på egenhånd. Jeg stresser ofte om det er riktig. Kan til tider være feil i forhold til virkeligheten.</li><li>• E8: Synes det er bra ting fordi ikke alle lærer best teori. Noen lærer av å se det for seg.</li><li>• E12: Gir god forståelse for reaksjonen, så det blir lettere å se hva som skjer. Blir lettere å se sammenhengen mellom teorien og den faktiske reaksjonen som jeg ikke kan se.</li></ul>
Samarbeid mellom elevene	<ul style="list-style-type: none"><li>• E8: (...) mer gruppeoppgaver. Forklare hverandre ting. Ofte usikker på hva jeg kan (...) lærer mye av å snakke om faget selv og de jeg samarbeider med.</li></ul>
Skape variasjon i undervisning	<ul style="list-style-type: none"><li>• E3: Synes det er en fin måte å visualisere ting på, det gjør at man får bilder og bedre forståelse. (...) Viser oss hvordan alt ser ut. Siden alt i kjemi er så smått at vi ikke kan se det med bare øyene.</li><li>• E5: God læringsmetode som gir variasjon og kunnskap på annen måte</li></ul>



	<ul style="list-style-type: none"> <li>• E6: Fint med variasjon, åpner for mange muligheter, det er positivt</li> <li>• E11: Morsom variasjon, men tror jeg lærer best av å lese i boka, samtidig er det lærerikt å virkelig se hva som skjer</li> <li>• E15: Jeg lærer ikke best av en spesiell type undervisning, men mer en blanding av teoretisk og praktisk arbeid slik at jeg får brukt hjernen på ulike metoder og får inn fagstoffet på flere måter.</li> </ul>
Lærer svarer på spørsmål for å løse uklarheter rundt teorien i visualiseringsverktøyet	<ul style="list-style-type: none"> <li>• E1: Timen ble mer interessant og fint at du tok deg tid til spørsmål og diskusjon underveis. Vi kunne snakke om det underveis mens vi så hva som skjedde i realiteten. (...) Forklare forståelig og svare på konkrete spørsmål hvis det noe som er uforståelig eller vanskelig. Hjalp veldig med å forstå prinsippet bedre.</li> <li>• E8: Bedre når lærer går gjennom enn at jeg jobber på egenhånd. I tillegg til at det er fint at vi fikk diskutere forskjellige deler av prinsippet.</li> </ul>

## 4.2 Intervju

Faktorene funnet ut ifra analysen av intervju gjennomført med tre lærere presenteres i *tabell 4*. Til hver faktor følger det en rekke direkte utsagn hentet fra transkriberte intervjuer som førte til funn av disse faktorene. Utvalget av direkte sitater ble gjort på bakgrunn av deres relevans for de ulike faktorene. I tabellen er det brukt koder som L1 som betyr lærer nummer en, for å gi en oversikt av ulike utsagn fra forskjellige lærere.

*Tabell 4 viser oversikt over faktorer som ble funnet fra analysen av intervjuene samt direkte utsagn fra intervjuet som har ført til funn av de forskjellige faktorene. Utsagnene er markert med koder der L1 betyr lærer nummer en.*

Faktorer	Siterte utsagn
Elever har forkunnskaper i tema som visualiseringsverktøyet handler om	<p>L1:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• «Vi har alltid hatt teori på forhånd slik at de har noe grunnlag om tema før de bruker simuleringen. Ellers tror jeg det kan bli vanskelig å forstå hva simuleringen skal vise de. (...) Sist jeg brukte det, kunne jeg lettere vise elevene hva jeg snakket om ved å referere til animasjonen. Elevene kunne da se hva begrepet går ut på og se sammenhenger.»</li> <li>• «Lavt presterende elever synes at det er lettere å forstå teorien når de får se dette foran seg. Høyt presterende synes at dette bekrefter eller retter opp bildene de har laget seg i forhold til teori.»</li> </ul> <p>L2:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• «Simuleringer er modeller og noe må kanskje forenkles som kan føre til at noen deler av teorien kan forsvinne. Det kan føre til misforståelser fordi deler av teorien de lærer, ser de ikke igjen i simuleringen. Derfor en gjennomgang av teori er nødvendig for å få en helhet.»</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• «Ofte blir simuleringer eller animasjoner brukt for å hjelpe meg i å formidle teori slik at det kan være lettere for elevene å forstå det vi går gjennom. I tillegg bruker jeg det ofte dersom elevene spør om en spesifikk ting, så bruker jeg disse verktøyene for å prøve å forklare det de lurer på.»</li> </ul> <p>L3:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• «Jeg mener at for at elevene skal forstå hva simuleringen viser, må de ha en grunnforståelse av tema som simuleringen representerer.»</li> <li>• «Jeg gikk ikke gjennom teori, men elevene skulle se på undervisningsvideo. Elevene synes det hadde vært bedre om jeg gikk gjennom teorien istedenfor video.»</li> <li>• «Jeg kan godt noen ganger kjøre simuleringene også vise og snakke om teori samtidig.»</li> </ul>
<p>Lærer som støtter og aktiviserer elevene mens de jobber med visualiseringsverktøy</p>	<p>L1:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• «Elevene fikk step by step hva de skal gjøre med simuleringen og hva de skal se etter. (...) svare spørsmål som hvorfor skjedde dette. Tvinge de litt til å reflektere over det som skjer. Ellers blir det bare at de trykker rundt uten mening. Etter prøven fikk jeg tilbakemeldinger av flere som sa at det hjalp veldig med å forstå temaet. Så noen retningslinjer underveis kan hjelpe de kanskje å forstå litt mer. (...) tror at de oppgavene også hjelper til å knytte teori til det de observerer i simuleringen.»</li> <li>• «Jeg oppdaget i løpet av undervisningen at elevene som sliter med å holde motet oppe, jobbet mye bedre i den timen fordi ofte melder de seg til en viss grad ut når det blir for mye teori. De kviknet litt til. I motsetning til vanlig oppgaveløsning i boka hvor de bare driver med sitt og snakker ikke med hverandre, denne timen snakket de mye med hverandre og diskuterte det de så.»</li> </ul> <p>L2:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• «Vi svarer på spørsmål for å løse opp i uklarhetene, knytte teorien til det visuelle, hjelpe elevene med å se sammenhenger, utfordre til å reflektere over hva de ser og hvordan det henger med teori, hvordan det viser teorien slik at de kan skape mentale modeller som kan føre til bedre forståelse av kjemiske prinsipper»</li> </ul> <p>L3:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• «Sist jeg brukte simulering i timen var halvparten av klassen borte på studietur og skulle ta dette igjen på egenhånd hjemme. Jeg lagde et helt system med undervisningsvideoer først som endte med at de gjennomførte et simulert forsøk. Tilbakemeldingene fra elevene sa at det var utfordrende å gjøre det på egenhånd hvor de ikke hadde tilgang på lærer og kunne der og da spørre om hjelp. De er nok ikke mer modne enn at de foretrekker at lærer gjennomgår. Vi er som en pensumkilde. Det vi sier er riktig og de stoler på oss.»</li> </ul>

<p>Lærer stiller utfordrende og utdypende spørsmål for å knytte teori til visualiseringsverktøyet</p>	<p>L1:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• «Elevene har kommet med kommentarer som: «Uu, det var gøy at det ble noe nytt når de kolliderte». Det i seg selv gir ikke forståelse og derfor må jeg stille litt utfordrende spørsmål hvor de må tenke hvorfor det skjedde. I denne prosessen kan de knytte teori til det som skjedde i simuleringen. Tror det må til for å skape forståelse. Underveis gikk jeg rundt og stilte mer åpne og utfordrende spørsmål for å prøve å få de til å reflektere.»</li> </ul> <p>L2:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• «(...) stille refleksjonsspørsmål underveis hvor de blir på en måte tvunget til å anvende teorien og knytte den til det de ser i simuleringen.»</li> </ul>
<p>Variasjon i undervisningsmetoder</p>	<p>L1:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• «På grunn av Covid-19 og digital skole har de ikke hatt muligheten til å lene seg på lærer som de er vant til. Viktig at de får ulike plattformer for å lære stoffet»</li> </ul> <p>L2:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• «Bruker ofte visualiseringsverktøy som variasjon i undervisningsmetoder, men også for å variere hvordan elevene skal oppfatte informasjonen og teorien. Elever sier at de liker ulike vinklinger av informasjonen. (...) variere undervisningsmetoder for å treffe flere elever.»</li> </ul>
<p>Visualiseringsverktøyet er forståelig og relevant for tema i timen</p>	<p>L1:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• «Synes det er vanskelig å bedømme om jeg kan bruke de eller ikke. Ofte må jeg bare prøve det ut for å se om det hjelper elevene.»</li> </ul> <p>L2:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• «Hvis simuleringen eller animasjonen er for avansert, gir elevene opp og orker ikke sette seg inn i hva som skjer.»</li> <li>• «Jeg må vurdere om det visualiseringsverktøyet passer mine elever i forhold til faglig nivå, forståelse av tema, eventuelt språket dersom det er på engelsk.»</li> </ul> <p>L3:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• «Mye er på engelsk og elever flest synes det er greit at det er på engelsk, men de som sliter med å forstå kjemi på norsk, kommer ikke simulering til å gjøre det enklere hvis den i tillegg er på engelsk. Disse elevene vil mest sannsynlig trenge mer veiledning underveis.»</li> <li>• «Viktig at visualiseringsverktøy er relevante og mulig for de å forstå. Vi må finne en balanse i forhold til hva vi ønsker å få frem og hva de klarer å oppfatte.»</li> </ul>

### 4.3 Sammenfatning av data fra spørreskjema og intervju

Faktorene som ble funnet fra spørreskjemaene fra to undervisningsøkter og fra tre intervjuene blir presentert i *tabell 5*. Tabellen gir en oversikt over alle faktorene fra spørreskjemaene og intervjuene hver for seg. Disse faktorene er hentet fra *tabell 3 og 4*.

*Tabell 5 presenterer alle faktorene som ble funnet ut ifra analysen av spørreskjemaene og intervjuene. Dette er en sammenfatning av faktorer fra tabell 3 og 4.*

Faktorer fra spørreskjemaene (elever)	Faktorer fra intervjuene (lærere)
Forklaring av teori gjennom visualiseringsverktøyet	Elever har forkunnskaper i tema som visualiseringsverktøyet handler om
Variasjon i undervisningsmetoder	Variasjon i undervisningsmetoder
Praktisk bruk av visualiseringsverktøy gjennomgått på forhånd	Visualiseringsverktøyet er forståelig og relevant for tema for timen
Lærer svarer på spørsmål for å løse uklarheter rundt teorien i visualiseringsverktøyet	Lærer stiller utfordrende og utdypende spørsmål for å knytte teori til visualiseringsverktøyet
Samarbeid mellom elevene	Lærer støtter og aktiviserer elevene mens de jobber med visualiseringsverktøyet

Etter en analyse av alle faktorene gis det oversikt over forslagene til faktorer lærere bør ta hensyn til ved planlegging og gjennomføring av kjemiundervisning med visualiseringsverktøy som undervisningsmetode.

*Tabell 6 presenterer oversikt over faktorene som lærere bør legge til rette ved planlegging og gjennomføring av kjemiundervisning.*

Faktorer lærere bør ta hensyn til når de skal bruke visualiseringsverktøy
1. Gjennomgang av praktisk bruk av visualiseringsverktøy
2. Gjennomgang av teori i forkant av bruk av visualiseringsverktøy
3. Gjennomgang av teori samtidig som lærer demonstrerer et visualiseringsverktøy
4. Elever har oppgaver de jobber med underveis mens de bruker visualiseringsverktøy
5. Elever oppklarer spørsmål underveis enten med medelever eller lærer

## 5. Diskusjon

I dette kapittelet drøftes resultatene av dataanalysen i lys av forskningsspørsmålet. I kapittel 5.1 diskuteres faktorer som ble funnet vha. spørreskjema besvart av elever i en kjemiklasse etter gjennomføring av to undervisningsøkter. I kapittel 5.2 blir faktorene funnet vha. intervju med tre kjemilærere diskutert. Faktorene i begge kapitlene er i kursiv for å tydeliggjøre drøftingen av disse. I kapittel 5.3 presenteres forslagene for hvordan lærere kan tilrettelegge undervisning med visualiseringsverktøy som undervisningsmetode. I kapittel 5.4 diskuterer jeg kvaliteten i studien og kapittel 5.5 tar for seg etiske betraktninger ved gjennomføring av mitt prosjekt.

### 5.1 Resultat fra spørreskjema besvart av elever

*Gjennomgang av praktisk bruk av visualiseringsverktøy.* Elevene ga uttrykk for at en gjennomgang av hvordan de skal bruke visualiseringsverktøyet hadde vært nyttig slik at de ikke brukte tid på å finne ut av det på egenhånd. Det kom også til uttrykk at bruk av visualiseringsverktøy er nytt for de fleste elevene. Alle elevene som var med i dette prosjektet svarte på at dette var første eller andre gangen de har brukt visualiseringsverktøy i kjemi. Det er her også viktig å bemerke at de startet med kjemikurset august 2020, og at Covid-19 har ført til mye digital undervisning som kan være årsaken til at dette ikke har blitt brukt mer i undervisningen. Denne faktoren er knyttet til første undervisningsøkt hvor elevene skulle jobbe selv med visualiseringsverktøyet. På oppgavearket som elevene fikk utdelt i timen, var det et bilde med forklaringer av de forskjellige delene av simuleringer (se vedlegg 3). Likevel ønsket elevene en gjennomgang i plenum hvor jeg viser hvordan simuleringen skal brukes. Elevene synes at det var krevende å finne ut av dette på egenhånd og de fokuserte mer på hvordan simuleringen skal brukes enn hva den skal gi av kunnskap om tema. Derfor kan gjennomgang av praktisk bruk av visualiseringsverktøyet føre til at elevene raskere kan sette i gang med å bruke simuleringen slik at fokuset deres er rettet mot det faglige. Dette samsvarer også med at elevene ikke skal stilles overfor krav som de ikke er i stand til å gjennomføre (Imsen, 2008). Dersom kravene er for høye for elevenes forutsetninger, kan det ha en negativ effekt på læringsutbytte fordi elevene i liten grad vil klare å mestre de kravene som stilles i en læringssituasjon. Ved planleggingen av undervisningsøkten ble jeg kjent med hvordan simuleringen skulle brukes og kunne derfor formidle dette til elevene slik at det ble lettere for de å sette i gang med det faglige innholdet. Det kan videre føre til at bruk av visualiseringsverktøy blir mer effektiv til fordel for læringsutbyttet.

Det er også viktig å påpeke kognitiv overbelastning som ble forklart i kapittel 2.4. Denne overbelastningen handler om hva elevene er i stand til å bruke av ressurser, oppfatte av informasjon, tenke og huske (Khalil m. fl., 2005). Til denne faktoren passer spesielt den delen av kognitiv overbelastning som handler om bruk av ressurser. Spesielt er det viktig å tenke over at bruk av visualiseringsverktøy i kjemiundervisningen er nytt for de fleste elevene. Etter min mening bør læreren starte med visualiseringsverktøy som er bygget opp på enklere måte og ikke inneholder store mengder med informasjon og forbigående momenter som elevene skal oppfatte. Et visualiseringsverktøy som inneholder stor mengde med informasjon og mange elementer som skjer på en gang, kan virke negativt på elevenes læringsutbytte (Ainsworth & VanLabeke, 2004). Det kan derfor være hensiktsmessig for læringsprosessen å gi retningslinjer som kan begrense utfordringene ved avanserte visualiseringsverktøy. Jeg mener også at å starte med enklere varianter av simuleringer eller animasjoner kan bidra til å sette i gang en prosess hvor elevene kan tilegne seg ferdigheter innenfor bruk av denne undervisningsmetoden. I senere anledning kan læreren bruke mer avanserte visualiseringsverktøy dersom det er til en fordel for å formidle fagstoffet. Dette henger sammen med at det kan være utfordrende for elevene å tilegne seg kunnskap dersom de ikke er vant til å bruke disse verktøyene og undervisningsmetodene (Mork & Erlien, 2010). Elevene kan ha store utfordringer med å oppfatte alt som skjer i programmet og derfor få et lavt læringsutbytte siden de ikke klarer å hente ut den informasjonen som er nyttig. Dersom elevene i tillegg ikke forstår hvordan visualiseringsverktøyet skal brukes kan dette føre til at de trykker på tilfeldige elementer verktøyet er bygget opp av uten en faglig mening.

Et annet viktig argument for gjennomgang av praktisk bruk av visualiseringsverktøy er språket som er brukt. I løpet av undervisningsplanleggingen oppdaget jeg at det kun finnes en liten andel av simuleringer og animasjoner på norsk og det jeg fant dekker i liten grad temaene som elevene lærer i kjemifaget. Det finnes derimot flere simulering- og animasjonsverktøy på engelsk. Det som bør påpekes er at disse kan inneholde vanskelige begreper og begreper som elevene aldri har hørt om siden de lærer kjemi på norsk. Likevel av min erfaring som praksisstudent vet jeg at elevene er flinke i engelsk slik at det ikke er så utfordrende å forstå det som står i simuleringen så lenge man forklarer eller oversetter de vanskelige begrepene.

*Forklaring av teori sammen med gjennomgang av visualiseringsverktøy.* Gjennom analysen av spørreskjemaene fra andre undervisningsøkt, kom det frem at forklaring av teori sammen med visualiseringsverktøyet har gitt elevene bedre forståelse av Le Chateliers prinsipp. Dette

kom også til uttrykk gjennom de faglige diskusjonene som oppstod i løpet av gjennomgangen noe jeg kommer tilbake til senere i dette kapittelet. Kjemiske reaksjoner opptrer på mikronivået som elevene ikke kan observere og derfor er vi nødt til å skape mentale modeller av disse reaksjonene, og generelt alt som skjer på dette nivået. For noen elever kan det være vanskelig å anvende teorien og skape de mentale modellene på egenhånd. Før teknologien gjorde et gjennombrudd ble dette gjort via bilder i læreboka og tegninger på tavla. Det blir fortsatt praktisert, men nå som vi har tilgang til visualiseringsverktøy som simuleringer og animasjoner, kan dette gjøres visuelt slik at de dynamiske prosessene vises som bevegelser for å gjenspeile det som vi ikke kan se. Mye av forståelsen i kjemifaget på mikronivået ligger i det å skape mentale modeller for å forstå det teorien prøver å formidle (Ringnes & Hannisdal, 2014). Dette må gjøres nettopp fordi det ikke er mulig å observere kjemiske reaksjoner på mikronivået med det blotte øyet. Kommentarer fra to elever som spesielt vekket oppmerksomheten mot denne faktoren: «Undervisningen ga meg mer informasjon/kunnskap fordi du forklarte teorien og pekte på deler av animasjonen til det du sa. (...) Man får sett, lest og hørt» og «(...) Prøvde å arbeide med stoffet ved hjelp av læreboka, men opplevde dette som uforståelig. Nå ble det mye klarere. Kunne se på animasjonen mens du forklarte teorien». Mange elever synes det er utfordrende når det kommer mye teori og teori som er vanskelig å forstå. Mange av elevene synes at teorigjennomgang sammen med animasjonen spilte godt sammen på den måten at de kunne høre på det som ble sagt samtidig som de så dette visuelt gjennom animasjonen. Dette stemmer også overens med Hiim og Hippe (2009) som sier at «Elevene forstår teoretiske prinsipper bedre når de har direkte sammenheng med utførelsen av konkret arbeid.» (s. 151).

En annen ting som er viktig å få frem er at elevene skaper egne mentale modeller via teorien som blir gjennomgått uten å vise dette visuelt. Ofte kan elevene være usikre på om dette er riktig nettopp fordi det er noe de har gjort på egenhånd. Dersom læreren finner et passende visualiseringsverktøy der teorien knyttes til det visuelle, kan elevene få hjelp til å skape disse bildene. Lærere spiller en viktig rolle i elevenes læringsprosess blant annet fordi de er formidlere av skolens innhold (Imsen, 2008). I tillegg er elevene vant til at det som blir sagt, vist og brukt av læreren er riktig og til å stole på. Derfor kan kunnskap formidlet av lærere oppleves som mer riktig enn det elevene tilegner seg på egenhånd, i dette tilfelle det å skape mentale modeller. Kommentaren fra en elev som peker på dette var: «Får hjelp til å visualisere og man slipper å visualisere på egenhånd. Jeg stresser ofte om det er riktig. Kan til tider være feil i forhold til virkeligheten». Lærere kan derfor støtte elevene i denne prosessen

og minke graden av usikkerhet rundt egne mentale modeller. På bakgrunn av dette, dersom teorien blir gjennomgått visuelt av læreren, kan det gi elevene en trygghet i egne oppfatninger.

*Gjennomgang av spørsmål fra elever og faglige diskusjoner mellom elevene og læreren.* I den andre undervisningsøkten hvor jeg brukte en animasjon til å underbygge teorien kom det fram at elevene synes det var nyttig at de fikk svar på spørsmål og diskuterte ulike oppfatninger av tema for timen. Jeg ga elevene muligheten til å stille spørsmål i løpet av hele gjennomgangen av tema for å bidra til å oppklare det som var utydelig eller vanskelig for elevene å forstå. Dette er en viktig faktor for å oppnå meningsfull læring i kjemifaget. Dette samsvarer med Ringenes og Hannisdal (2014) som drøfter at meningsfull læring kan oppnås ved at elevenes oppfatninger kommer fram slik at læreren kan finne eventuelle årsaker til det som hindrer elevene i å se sammenhenger og dermed lære fagstoffet. Lærere bør derfor skaffe seg kjennskap til elevens oppfatninger og ideer om et bestemt tema for å forsikre seg om at dette stemmer overens med teori og det elevene skal lære. Det at elevene fikk svar på spørsmål førte til at noen misoppfatninger ble oppklart slik at fagstoffet ble mer forståelig. Et av utsagnene som peker mot dette var: «Forklare forståelig og svare på konkrete spørsmål hvis det er noe som er uforståelig eller vanskelig. Hjalp veldig med å forstå prinsippet bedre.». Det som også kan hjelpe læreren i å opparbeide seg kunnskap om elevenes oppfatninger av et tema, er bruk av faglige diskusjoner i klasserommet hvor elevene kan uttrykke sine oppfatninger. Læreren kan på den måten gå inn og rette på eventuelle misoppfatninger. Faglige diskusjonen kan også føre til at elevene lærer av hverandre siden de får høre andre oppfatninger av kjemien. Ifølge læring som tretrinnsprosess presentert i kapittel 2.1, ved at kunnskapen blir mer forståelig kan den videre lagres i langtidsminne (Ringnes & Hannisdal, 2014). Kunnskapen som ble lagret hentes ut igjen ved senere anledning der den er aktuell i et nytt tema. Da starter elevene å opparbeide seg ny kunnskap ved å bruke det som er lagret i langtidsminne. Dette tror jeg også kan være med på å skape en sammenheng mellom de forskjellige temaene i kjemifaget. I få tilfeller vil elevene oppnå forståelse ved å pugge fagstoffet. Dette setter en brems på meningsfull læring og sammenheng mellom temaene fordi uten en form for forståelse av kunnskapen de skal tilegne seg, vil ikke dette lagres i langtidsminne. Imsen (2008) mener likevel at lærere vet at enkelte deler av lærestoffet krever pugging. For å unngå for mye pugging av kan det lønne seg å spesifisere hvilke deler som må pugges og for de andre delene som krever forståelse, legge opp undervisningen slik at elevene blir nødt til å reflektere og se sammenhenger.



*Variasjon i undervisningsmetoder.* Flere av elevene synes at bruk av visualiseringsverktøyet ga de en variasjon i hvordan undervisningen foregår og hvordan de lærer kjemifaget. Det ble tidligere i kapittel 2.1 presentert et prinsipp for hva som kan skape god undervisning, MAKVIS-prinsippet. Variasjon i undervisningen er viktig for å bryte opp det tradisjonelle, tavle og oppgaveløsning, og dermed skape engasjement og motivasjon hos elevene. Enkelte kommentarer fra elevene som vekket min oppmerksomhet mot variasjon som en faktor var: «God læringsmetode som gir variasjon og kunnskap på annen måte» og «Jeg lærer ikke best av en spesiell type undervisning, men mer en blanding av teoretisk og praktisk arbeid slik at jeg får brukt hjernen på ulike metoder og får inn fagstoffet på flere måter». Dette kan forstås som at elevene selv mener at de liker å få presentert fagstoffet på forskjellige måter. Dette er også sagt til å være hensiktsmessig for forståelsen av kjemien (Wu, Krajcik, & Soloway, 2001). Å få presentert kjemien via forskjellige måter, kan gi elevene en forståelse for sammenhengen mellom de tre nivåene som kjemien opptrer på. Vi møter elever med ulike erfaringer og forkunnskaper i tillegg til at elevene lærer på forskjellige måter og i ulikt tempo. Her kan variasjon hjelpe med å nå flest mulig elever i løpet av læringsprosessen. Dette samsvarer med det Hiim og Hippe (2009) mener at variasjon i arbeidsmåter bidrar ofte til mer spennende og motiverende læring. I tillegg mener de at en bevisst og gjennomtenkt variasjon av undervisningen er nødvendig for å nå fram til hver enkelt elev. Dette kan føre til at elevene blir mer engasjerte i læringsprosessen. Jeg mener også at engasjement kan bidra til at elevene ønsker å være aktive og interesserte i å finne kunnskapen.

*Samarbeid mellom elevene.* Noen få elever ga uttrykk for at de skulle ønsket at de kunne samarbeidet med andre klassekamerater. Samarbeid er en del av MAKVIS-prinsippet som kan bidra til å skape god undervisning (Imsen, 2006). I dette prosjektet fikk elevene muligheten til å samarbeide med sidemannen i den første økten hvor de skulle jobbe selv med en simulering. På grunn av Covid-19 og rødt nivå måtte avstanden mellom elevene overholdes. Av egne erfaringer er elever vant til at de får sitte rett ved siden av hverandre når de blant annet skal samarbeide. Derfor tror jeg at dagens situasjon i forhold til Covid-19 til en viss grad førte til at det ble unaturlig for elevene å samarbeide slik at det ble liten grad av samarbeid i den økten. Det var spesielt en elev som skrev at han lærer mye av å snakke kjemi. Dette peker tilbake til at elevene får høre andres oppfatninger av kjemifaget og får muligheten til å lære av hverandre. I en samtalesetting blir det i tillegg enklere å utfordre elevene til å uttrykke seg faglig ved hjelp av egne ord. Elevene kan ta i bruk det faglige språket, bruke kjemiske begreper og lære dette av hverandre siden hver enkel har noe å bidra med i et samarbeid noe

som støttes av Johnson m. fl. (2006). Elevene kan til en viss grad sette seg inn i andres perspektiver av de faglige momentene de skal lære. Samarbeid kan i mange tilfeller også føre til faglig støtte hvor elevene har forskjellige innspill å komme med til det aktuelle tema. Ikke minst er bruk samarbeid i skolen viktig for å utvikle egne samarbeidsevne. Jeg tror at i veldig mange yrker blir man på et tidspunkt nødt til å samarbeide med arbeidskollegaer på tomannshånd og i grupper slik at samarbeidsferdighetene bør være på plass for å kunne være en aktiv deltaker av samarbeidet.

Samarbeid er kanskje den faktoren som kom minst frem i mitt prosjekt, men på bakgrunn av teori og den ene kommentaren fra en elev, mener jeg det er viktig å sette lys på bruk av samarbeid når elevene jobber med visualiseringsverktøy og generelt i kjemiundervisning. Det jeg har oppdaget når jeg underviser i skolen under pandemien, er at bruk av samarbeid ikke blir praktisert like mye av lærere som det ble gjort tidligere på grunn av avstanden som skal overholdes. I tillegg til at kjemiklassen som deltok i prosjektet er satt sammen av elever som tilhører forskjellige kohorter. Det er vanskelig å kontrollere avstand mellom elevene og spesielt når ikke alle elevene tar pandemien på alvor.

## **5.2 Resultat fra intervju**

*Visualiseringsverktøyet må være relevant og forståelig.* For at elevene skal oppnå læring vha. visualiseringsverktøy bør verktøyet være relevant for tema de skal lære og de må ha en forståelse av hvordan verktøyet skal brukes. Når det kommer til relevansen for tema, må visualiseringsverktøyet gjenspeile teorien slik at elevene kan hente ut nødvendig informasjon for å opparbeide kunnskap. Det henger sammen med at elevene må se meningen med undervisningsmetoden for å være motivert til å jobbe med den. Derfor er det svært viktig at visualiseringsverktøyet er relevant for tema som det skal beskrive og visualisere, noe som Ringnes og Hannisdal (2014) sier å være et bidrag til meningsfull læring. Ofte har jeg hørt elever spørre om hvorfor de skal lære dette eller «hvorfor må vi gjøre det på den måten?». I disse tilfellene er det viktig at lærere prøver å tydeliggjøre relevansen til fagstoffet med læringen og hvorfor nettopp den metoden er relevant for at de skal oppnå kunnskap i det aktuelle tema. Jeg mener selv at dersom elevene forstår hvorfor de skal lære det de lærer, vil det videre føre til at de får lærelyst.

Visualiseringsverktøyet som brukes i undervisningen må være forståelig for elevene. For at elevene skal oppnå læring og forstå teorien i visualiseringsverktøyet, må de være i stand til å

forstå hvordan verktøyet brukes og kunnskapen som formidles. Forståelse av den praktiske bruken av visualiseringsverktøyet er viktig både for at elevene skal klare å oppfatte informasjonen og for motivasjonen slik at de ikke melder seg ut. Lærerens kommentarer til dette var: «Hvis simuleringen blir for avansert, gir elevene opp og orker ikke sette seg inn i hva som skjer.» og «Viktig at visualiseringsverktøyet er relevant og mulig for de å forstå. Vi må finne en balanse i forhold til hva vi ønsker å få frem og hva de klarer å oppfatte.». Den første kommentaren nevner avansert simulering og at elever gir opp. Det at elevene gir opp og melder seg ut, stopper hele læringsprosessen. Hvis det er noe som er for vanskelig og elevene ikke klarer å forstå eller bruke visualiseringsverktøyet, vil det virke negativt på læringsutbytte. Dette blir også tydeliggjort av Ringnes og Hannisdal (2014) som sier at ved valg av modell som skal illustrere virkeligheten bør modellen være enkel i sin konstruksjon slik at det blir enklere for å elevene å jobbe med den, i tillegg til at modellen stimulerer elever i refleksjonen om virkeligheten.

*Elever har forkunnskaper i tema som visualiseringsverktøyet handler om.* Alle lærerne mener at elevene bør ha forkunnskaper om tema som visualiseringsverktøyet omhandler. Det kan være utfordrende for elever å bruke visualiseringsverktøy og trekke nødvendige konklusjoner dersom de ikke har kjennskap til tema som blir vist. Dette står i samsvar med Ringnes og Hannisdal (2014) i boken *Kjemi fagdidaktikk* hvor de sier at elevene bør ha teoretisk grunnlag for å forstå hva modellene skal vise. Dersom elevene ikke har forkunnskaper om tema, vet de kanskje ikke hva de skal se etter, hva dette skal formidle eller gi de av kunnskap. Det kan derfor være hensiktsmessig for læringen av ikke-observerbare kjemiske prinsipper å ha teorigjennomgang på forhånd, ellers har ikke elevene noe å knytte det visuelle til (Ringnes & Hannisdal, 2014). På lik linje står dette også i samsvar til Hiim og Hippe (2009) som understreker at mange elever lærer best fra konkrete erfaringer i praksis. Likevel er det umulig å skaffe seg kunnskapen bare ved hjelp av praksis. I dette tilfelle kan vi se på praksis som erfaringer fra det visuelle i simuleringer og animasjoner. Videre igjen henger dette i tråd med Ringnes og Hannisdal som sier at modeller gjenspeiler aldri hele teorien og virkeligheten, men er kun en forenkling som er menneskeskapt og representerer noe enkelt og velkjent. På bakgrunn av dette mener jeg at teorien bør være opparbeidet før visualiseringsverktøy benyttes som i økt 1 eller at teorien underbygges vha. visualiseringsverktøy som det ble gjort i økt 2 i dette prosjektet.

Elevene flest stoler nok på læreren sin og dersom det visuelle kommer fra læreren nettopp gjennom knytting av teori til visualiseringsverktøyet, kan det forhåpentligvis føre til at de selv

føler seg mer sikre på at de mentale bildene de har laget seg er riktige. En av lærere lagde et system hvor elevene skulle først se undervisningsvideoer og deretter gjennomføre et simulert forsøk. Læreren sa at «(...) Elevene synes det hadde vært bedre om jeg gikk gjennom teorien istedenfor video». Grunnen til dette kan være at elevene føler seg tryggere når teorien formidles av læreren samtidig som jeg tror det er svært viktig å påpeke at undervisningsvideoene er grundig undersøkt av læreren selv og at videoene gir kunnskapen som kreves i dette tema. Dette blir også sagt av læreren at «De er nok ikke mer modne enn at de foretrekker at lærer gjennomgår». Mer om lærerens rolle kommer i neste avsnitt.

*Lærer som støtter og aktiviserer elevene mens de jobber med visualiseringsverktøy.* Lærere spiller en viktig rolle i elevenes læringsprosess og aktivisering av elevene i læringsprosessen er nødvendig for å holde motivasjonen ved like. En av lærerne sa at sist hun brukte simulering i kjemiklassen sin var halvparten borte på studietur og skulle ta dette igjen på egenhånd hjemme. Tilbakemeldingene som hun fikk fra elevene sa at de synes det var utfordrende å gjøre det på egenhånd hvor de ikke hadde tilgang på lærer og kunne spørre direkte om hjelp. Videre sa læreren at «Vi er som en pensumkilde. Det vi sier er riktig og de stoler på oss.». Utsagnet vil jeg tolke som at lærere blir sett på som kilde til kunnskap i tillegg til at de er viktig del av usikkerheten elevene kan ha rundt visualiseringsverktøyet de jobber med. Siden mange elever ikke er vant til å jobbe med visualiseringsverktøy kan denne usikkerheten blant annet være hvordan dette skal brukes, hva det skal gi av informasjon eller hva dette betyr for teorien som ligger til bakgrunn i visualiseringsverktøyet. Dette stemmer også med det som blir sagt av Imsen (2006) hvor en lærer er en veileder, en som formidler fagstoffet til elevene og dermed en viktig del av elevenes læringsprosess og konkretiseringen av det elevene skal lære gjennom visualiseringsverktøyet for å oppnå læringsutbytte. En annen lærer sa: «Vi svarer på spørsmål for å løse opp i uklarhetene, knytte teorien til det visuelle, hjelpe elevene med å se sammenhenger og utfordre til å reflektere over hva de ser og hvordan det henger med teori, hvordan det viser teorien slik at de kan skape mentale modeller som kan føre til bedre forståelse av kjemiske prinsipper.». Med dette antyder læreren at momentene som nevnes, er viktige deler av læringsprosessen gjennom visualiseringsverktøy som kan påvirke læringsutbytte. Ringnes og Hannisdal (2014) sier også at lærere er nødt til å hjelpe elevene i læringsprosessen og skape undervisningssituasjoner der elevene kan se sammenhenger.

Aktivisering av elevene er en del av MAKVIS-prinsippet som sies å være grunnlaget for å oppnå en god og varig læring (Hiim & Hippe, 2009). Det påpekes at aktivitet i undervisningssituasjoner er en nødvendig forutsetning for å lære. Elever flest er vant til

tradisjonell undervisning i kjemi der det ofte er gjennomgang av teori på tavla, oppgaveløsning og forsøk. Dette kan føles trygt for elevene siden de får presentert teori via læreren og de skriver utfyllende notater til tema. Det å løsrive eleven fra det tradisjonelle ved å aktivisere de i timen, kan føre til at de er mer interessert i å lære og finne ut av det de lurer på eller er usikre på. Det samme blir også sagt av Imsen (2006) at «Elevene lærer best når de får være aktive, og ikke bare passivt lyttende.» (s. 302). Gjennomgang av teori på tavla kan ofte føre til at elevene blir passive og konsentrerer seg om å skrive ned alt som står på tavla. Når elevene bruker visualiseringsverktøy, kan det være nyttig å gi elevene oppgaver underveis som kan føre til at de blir indirekte tvunget til å aktivt bruke visualiseringsverktøyet og følge med på det som skjer. En av kommentarene fra lærer som ble intervjuet var: «Elevene fikk step by step hva de skal gjøre med simuleringen (...) svare på spørsmål som hvorfor skjedde dette. (...) Ellers blir det bare at de trykker rundt uten mening.». Læreren oppdaget også at elevene hennes som har vanskeligheter med å holde motivasjonen oppe, jobbet mye bedre i den timen på den måten at de ofte melder de seg ut når det blir for mye teori. Hun synes også at det var større grad av engasjement og faglige diskusjoner i den undervisningssituasjonen. Med dette antyder læreren at aktivisering av elevene kan de skape engasjement for å gripe tak i læringen i motsetning til oppgaveløsning hvor de blir passive elementer i læringsprosessen. I tillegg er aktivisering av elevene viktig for at de skal lære seg å ta ansvar for sin egen læring. De går på studiespesialisering og noen av de skal studere på høyskoler og universiteter hvor det er spesielt viktig å ta ansvar for sin egen læringsprosess. Av egne erfaringer fra videregående, var lærer en trygghet som vi alltid kunne gå til, i tillegg til at vi fikk lekser som måtte gjøres til neste time for å holde progresjonen oppe. På høyere utdanning er du nødt til å ta ansvar for din egen progresjon siden det er i få tilfeller en som passer på at du har lest forelesningsnotatene eller gjort oppgavene til temaet fra forelesningen.

*Lærer stiller utfordrende og utdypende spørsmål for å knytte teori til visualiseringsverktøyet.* Lærere ga uttrykk for at de er nødt til å stille utfordrende og utdypende spørsmål for å hjelpe elevene med å knytte visualiseringen til teorien og se sammenhenger. Målet er at elevene skal skape mentale modeller og se teorien gjennom visualiseringsverktøyet, men ofte tror jeg det er vanskelig å få til på egenhånd. Som det ble nevnt tidligere, spiller oppgaver underveis en viktig rolle slik at de vet hva de skal fokusere på og hva visualiseringen betyr for tema de skal lære. En av lærere beskrev hennes erfaring fra en av timene hvor det ble brukt simulering: «Elevene har kommet med kommentarer som «Uu, det var gøy at det ble noe nytt når de kolliderte!». Det i seg selv gir ikke forståelse og derfor må jeg stille litt utfordrende spørsmål

hvor de må tenke hvorfor det skjedde. (...) Tror det må til for å skape forståelse. (...)». Kommentaren til eleven viser egentlig ikke forståelse av det som skjer i simuleringen eller i seg selv beskriver ved bruk av fagbegreper hva som skjedde. Læreren kan stille spørsmål som «Hva var det som kolliderte?», «Hva var resultatet av kollisjonen?» og «Hvorfor fikk vi nye ioner eller molekyler når atomene kolliderte?». Dette er spørsmål som får elevene til å reflektere over det som skjedde i simuleringen mot teorien de har lært. Videre kan dette bidra til at de kan se sammenhenger mellom det visuelle og teorien, og danne mentale modeller av situasjonen.

*Variasjon i undervisningsmetoder.* Variasjon i undervisningen har også kommet frem som en faktor fra lærernes intervjuer hvor det er en viktig del av hvordan fagstoffet blir formidlet. Som nevnt i kapittel 5.1, er variasjon en del av MAKVIS-prinsippet som beskriver hva som bør ligge til grunn for god undervisning. Ved at lærere varierer undervisningen, kan det bidra til at elevene synes undervisningen blir mer interessant og føler motivasjon som videre kan føre til ønske om å delta i læringsprosessen. Dette samsvarer med det Hiim og Hippe (2009) mener, at variasjon i arbeidsmåter bidrar ofte til å gjøre læringen mer spennende og motiverende. Den andre siden av variasjon er å nå flere elever. Hiim og Hippe (2009) sier også at en bevisst og gjennomtenkt variasjon i undervisningsmetoder er nødvendig for å nå fram til hver enkelt elev. Lærere møter elever med forskjellige erfaringer, forkunnskaper og oppfatningsevner. Elever lærer på forskjellige måter og på grunn av dette kan det være hensiktsmessig å variere hvordan elevene lærer fagstoffet til fordel for læringsutbytte. Gjennom en lærers utsagn kom det fram at elevene hennes sier at de liker ulike vinklinger av informasjonen og noe grad av variasjon i undervisningen. Det kan derfor være hensiktsmessig for elevenes læringsutbytte å variere både undervisningsmetoden som blir brukt og hvordan visualiseringsverktøy blir brukt for å formidle fagstoffet.

### **5.3 Samlet drøfting**

I dette kapitlet drøfter jeg *tabell 6* som er en oversikt over forslagene til hvordan lærere kan tilrettelegge for bruk av visualiseringsverktøy i kjemiundervisningen for å styrke elevenes læringsutbytte.

*Gjennomgang av praktisk bruk av visualiseringsverktøyet.* Før elevene skal jobbe med et visualiseringsverktøy er det hensiktsmessig at læreren går gjennom den praktiske bruken av verktøyet. Elevene ga uttrykk for at de fokuserte mer på hvordan programvaren skulle brukes

enn læringen de skulle oppnå. Lærerne ga uttrykk for det samme der de blant annet sa at dersom visualiseringsverktøyet blir for avansert, kan det føre til at verktøyet blir brukt uten formål eller at elevene melder seg ut og gir opp. Dersom elevene forstår hvordan de skal bruke visualiseringsverktøyet, vil det føre til at bruken blir mer effektiv og elevene kan raskere bruke verktøyet faglig. I tillegg skal ikke elevene stilles overfor krav som de ikke kan gjennomføre fordi det kan ha en negativ virkning på elevenes motivasjon og læringsutbytte (Imsen, 2008).

*Gjennomgang av teori i forkant av bruk av visualiseringsverktøy.* Dersom elevene skal klare å skape mentale modeller og knytte teori til det de ser, er det nødvendig at elevene har forkunnskaper om tema som visualiseringsverktøyet omhandler. Forkunnskapene kan opparbeides i forkant av undervisningen hvor verktøyet skal benyttes, eller at teorien gjennomgås av lærer samtidig med verktøyet. Det kan være krevende å visualisere kjemiske prinsipper dersom elevene ikke har nødvendige forkunnskaper. Eksempelvis, dersom vi øker temperaturen for en kjemisk reaksjon, vil ionene og molekylene bevege seg raskere noe som påvirker reaksjonsfarten. Dersom elevene ikke har forkunnskaper om reaksjonsfart, vil det være vanskelig å trekke konklusjonen om at reaksjonsfarten øker fordi en temperaturøkning fører til høyere aktiveringsenergi som får reaksjonen til å skje. Det er også viktig å påpeke at dynamiske modeller er forenklinger av fagstoffet og det vi ikke kan observere, dermed vil ikke disse modellene gjenspeile det helhetlige fagstoffet. Derfor må teorien ligge til grunn både for å nå kompetansemålene i læreplanen og for at elevene skal klare å knytte det visuelle til teori for å skape egne mentale modeller. Dette stemmer også med Hiim og Hippe (2009) som sier at det kan være umulig å skaffe seg kunnskapen kun ved hjelp av praktisk arbeid og derfor bør kunnskapene likevel opparbeides på en annen måte enn kun gjennom visualiseringsverktøy.

*Gjennomgang av teori samtidig som lærer demonstrerer visualiseringsverktøy.* Ved at læreren gjennomgår teori samtidig med en demonstrasjon av visualiseringsverktøyet, vil det være enklere for elevene å skape de mentale modellene og knytte teori til det de ser. Elevene vil høre teorien samtidig som de vil se teorien visuelt. Et eksempel fra andre undervisningsøkt er at når en kjemisk likevekt blir utsatt for trykkøkning, forskyves likevekten i den retningen slik at det dannes færre gassmolekyler. Da kan elevene se at trykket øker og antall molekyler minker. Elevene ga uttrykk for at teorigjennomgang samtidig med visualiseringsverktøyet var hjelpsomt for forståelsen fordi de så teorien i en visuell sammenheng istedenfor kun høre eller lese i læreboken. Det er også viktig å påpeke at gjennomgang av teori samtidig som

visualiseringsverktøyet vises for elevene, kan det være enklere for læreren å formidle teorien på en forståelig måte siden læreren hele tiden kan støtte sine forklaringer til visualiseringsverktøyet.

*Elever har oppgaver de jobber med underveis.* Dersom elevene har oppgaver som de jobber med underveis, tilrettelegger læreren for aktiv bruk av visualiseringsverktøyet, i tillegg til at læreren begrenser hva elevene skal fokusere på i verktøyet. Oppgavene som gis bør da omhandle det som er ønskelig at elevene skal opparbeide seg av kunnskap i henhold til kompetansemålene. Aktivisering av elevene kan føre til at elevene føler seg motiverte i læringsprosessen, noe som er viktig for å oppnå god læring (Hiim & Hippe, 2009). Mens elevene jobber med visualiseringsverktøy, vil de være på utkikk etter innhold i visualiseringsverktøyet som kan svare på oppgavene. Visualiseringsverktøy som inneholder mange parametere, kan medføre til en overbelastning av hva elevene klarer å oppfatte fra verktøyet. Oppgavene kan hjelpe elevene med å fokusere på enkelte parametere av gangen slik at informasjonen kan oppfattes gradvis og elevene unngår overbelastningen.

*Elever oppklarer spørsmål underveis enten med medelever eller lærer.* Elever stiller spørsmål i undervisningen fordi det er noe som er uklart eller vanskelig å forstå (Khalil m. fl., 2005). Ved at læreren svarer på elevenes spørsmål, kan læreren bidra til å oppklare det elevene eventuelt lurer på i forbindelse med teorien i verktøyet, noe som kan bidra til økt læring. I tillegg er samarbeid også en faktor som kan oppklare elevenes spørsmål. Dersom elevene samarbeider med andre medelever, kan de lære av hverandre og høre hvordan andre medelever oppfatter samme tema. Elevene får anledning til å uttrykke sine oppfatninger og i faglige diskusjoner kan læreren og elevene forsikre seg om at elevenes oppfatninger stemmer overens med teorien. Dersom det er noen misoppfatninger til stede, kan disse misoppfatningene rettes opp. Videre er det også viktig å påpeke at dersom læreren stiller elevene utfordrende og utdypende spørsmål, kan elevene på den måte uttrykke sine oppfatninger av teorien og prøve å knytte det visuelle i forhold til teorien som verktøyet omhandler. Det er ikke sikkert at visualiseringsverktøyet i seg selv vil føre til læring av kjemiske prinsipper. Derfor kan det være fordel for elevenes læring å hjelpe de på veien med å knytte det visuelle til teorien de lærer.

Avslutningsvis er det viktig å avklare at variasjon i undervisningsmetoder i seg selv kan være en faktor som påvirker læringsutbytte fordi elevene blir løsrevet fra den tradisjonelle tavleundervisningen og får presentert fagstoffet på en annen måte. Likevel kan variasjon i hvordan elevene jobber med visualiseringsverktøy være med på å påvirke læringsutbytte.



I den første undervisningsøkten brukte elevene simuleringsverktøyet på egenhånd og de hadde forkunnskaper om tema. I den andre undervisningsøkten brukte jeg et animasjonsverktøy samtidig som jeg gjennomgikk teorien om Le Chateliers prinsipp. Jeg brukte animasjonen som støtte for å vise de forskjellige delene av teorien rundt prinsippet der jeg direkte pekte i henhold til det som ble sagt. Visualiseringsverktøy er en type undervisningsmetode som lærere kan bruke for å skape variasjon i kjemiundervisningen og hvordan elevene skal oppfatte fagstoffet. Noen elever mener at de lærer best av tradisjonell undervisning mens andre mener at de lærer bedre når de får kunnskapen formidlet på forskjellige måter. Denne studien viser at det kan være nyttig for elevenes læringsutbytte å skape en balanse mellom tradisjonell tavleundervisning og studentaktiv undervisning.

## **5.4 Kvalitet i studien**

I et forskningsprosjekt er det viktig å vurdere kvaliteten av studien i henhold til reliabilitet og validitet. Disse to begrepene er sentrale i vurderingen av påliteligheten og gyldigheten av et forskningsarbeid.

### **5.4.1 Studiens reliabilitet**

Reliabilitet i en studie handler om hvor pålitelig og nøyaktig innsamlet data er, «... hvilke data som brukes, den måten de samles inn på, og hvordan de bearbeides» (Christoffersen & Johannessen, 2018, s. 23). Metoden for datainnsamling er spørreskjema og intervju tatt opp på diktafon. Spørreskjemaet som ble laget til dette prosjektet inneholder åpne spørsmål hvor deltakerne svarer fritt. Fordeler og ulemper ved bruk av spørreskjema er omtalt i kapittel 3.2.1. Det som er svakheten ved bruk av spørreskjema, er blant annet formuleringen av spørsmål og lengden på skjemaet. Spørsmålene må være entydige, enkelt formulert og tilpasset deltakerne slik at de forstår hva de blir spurt om. Disse elementene kan minske risikoen for utydelige besvarelser eller mangel på besvarelse. Etter at jeg lagde det første utkastet, sendte jeg det til min veileder for gjennomgang og i forkant av timen ba jeg læreren om å se gjennom for å forsikre meg om at det er forståelig for hennes elevgruppe. I tillegg var jeg til stede mens elevene svarte på spørreskjema og elevene fikk muligheten til å spørre dersom det var noe de ikke forstod. Svaret som ble avgitt på de åpne spørsmålene kan også vurderes opp mot om det kan stemme overens med hva spørsmålet egentlig etterspør. Svarene til elevene kan også være korte og lite forklarende eller utfyllende, noe som vil begrense mengden med innsamlet datamaterialet. Elevene har skrevet under på samtykkeskjema, likevel kan jeg ikke kreve mer utdypende svar siden det er frivillig å delta i prosjektet. Jeg har

i stor grad prøvd å unngå ja/nei spørsmål slik at de er nødt til å utdype svarene mer. Deltakerne kan også velge å ikke svare på noen av spørsmålene, noe som også er en svakhet i datainnsamlingsmetoden. Antall spørsmål i et spørreskjema kan ha en betydning for hvordan elevene svarer. Dersom spørreskjema blir for langt, kan elevene velge å ikke svare eller svare kort for å unngå å skrive et utdypende svar. Dette var ikke tilfelle i dette prosjektet der alle elevene svarte på alle spørsmålene og svarene deres var i stor grad utdypende. I tillegg ble elevene bedt om å svare på spørreskjema i undervisningen av to årsaker. Den første årsaken var at de kan spørre meg dersom det er noe uklart. Den andre årsaken er at det er enklere å få elevene til å bruke tid fra undervisningen til å svare på spørreskjema, enn egen privat tid.

En del av reliabilitet i studien er også hvordan datamaterialet bearbeides. Det å analysere et datamateriale er nytt for meg og det er mange metoder for å bearbeide et datamateriale. I løpet av kodingen og kategoriseringen av innsamlet data, kan man gå glipp av noe data eller ikke lage nok kategorier slik at noen av kodene ikke passer inn noen steder og forsvinner i datamengden. For å unngå dette leste jeg gjennom datamaterialet flere ganger. I tillegg varierer det fra person til person hva som ses på som viktig og relevant. Derfor mener jeg det er viktig at forskeren selv gjennomfører hele prosessen i en studie, både valg av metode, datainnsamling, analyse og diskusjon av data i henhold til problemstillingen. Dette kan være med på å begrense risikoen for tapt data som er relevant for forskningsspørsmålet.

I etterkant har jeg sett at det kunne ha vært hensiktsmessig for prosjektet at jeg intervjuet noen av elevene, enten en og en eller i grupper for å få større grad av utdypning i deres besvarelser. Dette kunne ha gitt meg bredere forståelse av deres besvarelser og hvorfor de ulike faktorene ved bruk av visualiseringsverktøy har påvirket deres læringsutbytte om de kjemiske prinsippene.

#### **5.4.2 Studiens validitet**

Begrepet validitet omhandler gyldigheten i resultatene, hvor relevant er dataen som er samlet inn, hvor godt den representerer fenomenet som forskes på og hvor relevant den er for å besvare forskningsspørsmålet (Christoffersen & Johannessen, 2018). I analysen av datamaterialet ønsket jeg å bearbeide det med åpent sinn og la datamaterialet bestemme kategoriene for analysen. Ved sorteringen av utsagn var det viktig for meg å ikke tolke det som stod der, men å la utsagnene fortelle hvilken kategori som de hører til. Det som også er viktig er å sitte igjen med analysert datamaterialet som er med på å besvare forskningsspørsmålet og utelukke det som ikke hadde tilknytning til målet med prosjektet.

En annen ting som må vurderes er også hvor godt metoden egner seg for å finne svar på forskningsspørsmålet. I kapittel 3.2.1 har jeg begrunnet hvorfor åpent spørreskjema kan egne seg som metode for datainnsamling i denne studien. Jeg mener at spørreskjema var en nyttig metode for datainnsamling slik at jeg kunne samle inn data fra hele klassen og få alle elevenes tanker rundt bruk av visualiseringsverktøy i den aktuelle timen. Jeg var til stede ved datainnsamlingen slik at elevene kunne spørre hvis det var deler av spørreskjema som var utfordrende å forstå. Dette medfører at datamaterialet blir mer gyldig fordi elevene vet hva spørsmålene etterspør av informasjon fra elevene. Det var 15 elever som samtykket til å delta i prosjektet og det var ønskelig å få alle elevers erfaringer fra undervisningssituasjonene, egnet spørreskjema seg godt fordi jeg hadde anledning til å samle inn datamaterialet på en effektiv måte. Å bruke intervju som metode for datainnsamling for denne elevgruppen, hadde vært omfattende og tidskrevende med tanke på datamengden og analysen av datamaterialet. Når det kommer til datainnsamling for lærernes erfaringer med visualiseringsverktøy, var utvalget på tre lærere, slik at i dette tilfelle var det mindre omfattende å gjennomføre intervju. Metoden egnet seg godt for denne datainnsamlingen fordi jeg kunne med det samme interagere med lærernes beskrivelser dersom det var noe uklart i tillegg til å etterspørre mer utdypende svar på enkelt områder. Likevel mener jeg at det er vanskelig å fange opp alt uansett hvilke metode for datainnsamling og analyse man benytter seg. Forskning på et fenomen er likevel den beste måten for å opparbeide seg kunnskap om fenomenet i virkeligheten (Christoffersen & Johannessen, 2018; Kvale & Brinkmann, 2018). Forskeren er nødt til å arbeide med fenomenet i forhold til bevisst valg av metode som man tror egner seg best og analysere dataen slik at den blir mest mulig relevant og representativ for besvarelsen av forskningsspørsmålet.

## **5.5 Etiske betraktninger**

I all forskning er etikk et viktig begrep og forskeren er nødt til å ha et etisk ansvar overfor sitt prosjekt. Det er spesielt viktig der det er mennesker involvert og man forsker på deres atferd, erfaringer og væremåte. Siden jeg i dette prosjektet behandler spørreskjema besvart av elevene og har intervju med lærere som jeg tar opp på diktafon, har jeg et ansvar for å ivareta deres personvern. Det er tre ting jeg er nødt til å ta hensyn til, informantens rett til selvbestemmelse, respektere privatlivet og være ansvarlig for å unngå skade på deltakerne. Derfor ble prosjektet meldt inn til Norsk senter for forskningsdata AS (NSD). Alle deltakerne fikk et informasjonsskriv og samtykkeskjema der prosjektet blir presentert, deres rettigheter

som deltakere og hvordan jeg skal ivareta deres personopplysninger og data jeg samler inn. Elevene og lærere fikk hvert sitt skriv fordi datainnsamlingen foregikk på forskjellige måter (vedlegg 5 og vedlegg 6). Deltakerne har rett til selvbestemmelse som vil si at de når som helst kan trekke seg, og jeg skal da slette alt data som eventuelt har blitt samlet inn (Christoffersen & Johannessen, 2018). Dette ble spesifisert i informasjonsskrivet og ved presentasjonen min for elevene. Det samme gjelder for intervju med lærere. I tillegg ble elevene spesifikt informert om at dersom de ikke ønsker å delta, vil ikke dette gå utover deres vurderingen i faget. Det er viktig at deltakerne ikke føler seg presset til å delta.

Under besvarelsen av spørreskjema og i starten av intervjuet spesifiserte jeg også at deltakerne ikke skal nevne noen personopplysninger fordi de skal holdes anonyme. Under transkripsjonen og analysen ble alle navn anonymisert, og hver deltaker fikk en kode. Navneliste med kodene ble oppbevart separat fra datamaterialet og vil bli slettet etter at prosjektet er slutt. Dette ble gjort for å sikre at ingen klarer å spore tilbake til deltakerne, slik at deres identitet og personvern ivaretas.

## **6. Konklusjon og implikasjoner**

I kapittel 6.1 presenteres en konklusjon av funnene i studien sammen med forslag til hvordan lærere kan tilrettelegge bruk av visualiseringsverktøy i undervisningen. I kapittel 6.2 presenterer jeg egen læring fra gjennomføringen av studien. Avslutningsvis presenteres implikasjoner og veien videre i kapittel 6.3.

### **6.1 Konklusjon**

I denne studien har bruk av visualiseringsverktøy i kjemiundervisning blitt undersøkt i henhold til hvilke faktorer som kan påvirke læringsutbytte. Forskningsspørsmålet var: *Hvilke faktorer ved bruk av visualiseringsverktøy som simuleringer og animasjoner kan påvirke elevenes læringsutbytte av grunnleggende prinsipper i kjemi, og hvordan kan lærere tilrettelegge for dette?*

Det har blitt avdekket ulike faktorer som gir forslag til hva lærere bør ta hensyn til ved planlegging av kjemiundervisning med visualiseringsverktøy som undervisningsmetode. Funnene i studien tyder først og fremst på at det er viktig at visualiseringsverktøyet er relevant for tema og at verktøyet er forståelig for elevene slik at de er i stand til å oppfatte den

nødvendige informasjonen for å oppnå læring. Videre bør lærere gjennomføre praktisk gjennomgang av visualiseringsverktøyet før elevene jobber på egenhånd med verktøyet, noe som er hensiktsmessig for å effektivisere det faglige arbeidet. Dersom elevene vet hvordan de skal bruke programvaren, kan de raskere sette i gang med å jobbe faglig. Lærere bør også tilrettelegge for at elevene har forkunnskaper i tema som visualiseringsverktøyet handler om. Dette er en fordel for læringsutbytte på den måten at elevene har bakgrunn i teori som de skal knytte og se i sammenheng med det visuelle. I tillegg er forkunnskapene viktige for at elevene skal ha en viss forståelse av hva de skal hente ut av informasjon fra visualiseringsverktøyet, noe som kan begrense en mulighet for kognitiv overbelastning.

Det har videre blitt avdekket fordeler ved at læreren har gjennomgang av teori samtidig med visualiseringsverktøy, hvor elevene kan høre lærerens gjennomgang samtidig som de ser teorien visuelt. Det har kommet til uttrykk at dette kan støtte lærerne i formidlingen av teori på en forståelig måte siden de i stor grad kan referere til noe visuelt. I dette arbeidet er også lærerens rolle i bruk av visualiseringsverktøy i kjemiundervisningen blitt diskutert. Dersom elevene ikke er vant til å bruke verktøyene, kan dette bringe usikkerhet med hensyn til hvordan verktøyet skal brukes og hva det betyr for læringen av kjemifaget. Derfor er det viktig at læreren svarer på spørsmål som stilles av elevene for å oppklare eventuell usikkerhet og det elevene kan synes er uklart eller vanskelig å forstå. Det er heller ikke nok at elevene jobber med simulerings- og animasjonsverktøy uten noen retningslinjer for å oppnå læring. Læreren har en viktig rolle i veiledningen underveis ved for eksempel å stille utfordrende spørsmål slik at elevene er nødt til å reflektere over det de ser og knytte det til teori for å se sammenhenger. Det kan også være hensiktsmessig for elevenes læringsutbytte å gi oppgaver som de skal jobbe med underveis. Læreren kan på den måten bidra til aktivisering av elevene i læringsprosessen, aktivt bruk av visualiseringsverktøyet for å finne løsninger på oppgavene og for å begrense hva de skal fokusere på slik at det ikke blir for mye å oppfatte på en gang.

Ved at lærere tilrettelegger for samarbeid mellom elevene når de bruker visualiseringsverktøy, kan læringsprosessen styrkes på den måten at elevene kan lære av hverandre og hjelpe hverandre med forståelse av det som visualiseres. Elevene kan også uttrykke og høre andres oppfatninger av tema de jobber med. Avslutningsvis avdekker studien at bruk av visualiseringsverktøy i kjemiundervisningen gir elevene variasjon i læringsprosessen og måten fagstoffet formidles. Dette kan legge til rette for at elevene enklere kan tilegne seg kunnskap om sammenhenger mellom de tre nivåene som kjemien representeres på, makro-, mikronivå og kjemispråk (Wu m. fl., 2001).

## 6.2 Min læring av studien

Det har vært en tøff periode for både meg, lærere og elever med tanke på covid-19 den siste tiden. Pandemien har til en viss grad gitt meg utfordringer i forbindelse med gjennomføringen av prosjektet. En ustabil hverdag preget av veksling mellom gult og rødt nivå, i tillegg til fullstendig nedstenging av skolen hvor jeg har gjennomført prosjektet. Likevel har denne perioden lært meg veldig mye om meg som person og gitt meg mye kunnskap i forbindelse med lærerrollen. Det har blant annet vært utfordrende å være lærer i denne perioden hvor vi har vært nødt til å omstille oss og tilpasse oss hurtig til gjeldene retningslinjer. Perioden med covid-19 har lært meg at jeg er i stand til å håndtere utfordringer, noe som har vært en stor motivasjonsfaktor. Denne perioden har også vært med på å gjøre meg til en bedre og mer tilpasningsdyktig lærer.

Alle lærere jeg intervjuet i dette prosjektet nevnte at det er tidskrevende å finne visualiseringsverktøy som er relevante og som kan brukes av deres elever. De nevnte også at i en ideell læringssituasjon, hadde det vært nyttig å ha en bank med forskjellige simuleringer og animasjoner som kan brukes i kjemiundervisningen. Mye av det som de hadde lagret fra tidligere kurs, kunne ikke brukes lenger fordi det var støttet av Flash Player som nå er borte. Jeg støtter deres erfaringer fordi det var utfordrende for meg å finne visualiseringsverktøy som jeg kunne bruke i mitt prosjekt. Dette har inspirert meg til så smått å starte med å lage en slik bank. Det vil være mest relevant å starte med å lage en slik bank når jeg selv skal undervise kjemi slik at det er enklere å bedømme om det er aktuelt med visualiseringsverktøyene som jeg finner. Lærerne jeg har samarbeidet med i dette prosjektet og på min nåværende arbeidsplass, har uttrykt sin interesse, og sier at en slik bank hadde vært hjelpsom og tidsbesparende.

Avslutningsvis har denne masteroppgaven satt spor i min rolle som lærer. Jeg har startet denne utforskningen med lite kunnskap om visualiseringsverktøy. Personlig har jeg alltid synes at Le Chateliers prinsipp er et vanskelig tema å forstå, men også å formidle på en forståelig måte slik at elevene oppnår et godt læringsutbytte. Jeg synes at animasjonen som ble brukt i mine forklaringer av hva Le Chateliers prinsipp går ut på, hjalp meg veldig med å formidle fagstoffet på en forståelig måte, noe som elevene også ga uttrykk for. I denne studien har jeg kommet frem til ulike faktorer som kan påvirke elevenes læring av kjemiske prinsipper ved å bruke visualiseringsverktøy, i tillegg til en rekke forslag for hva lærere bør ta hensyn til ved planlegging og gjennomføring av bruk av visualiseringsverktøy. Disse

faktorene og forslagene kommer jeg til å ta i betraktning når jeg selv skal bruke simulering- og animasjonsverktøy i min kjemiundervisning.

### **6.3 Implikasjoner og veien videre**

Med den økende digitaliseringen i samfunnet og på skolen, spesielt når simuleringer og visualisering er begreper nevnt i læreplanen, er det hensiktsmessig å synliggjøre hva som kan legges til rette for elevenes læringsutbytte ved bruk av visualiseringsverktøy i kjemiundervisning. Elevene trenger å øve på å bruke verktøyene i faglig sammenheng og utvikle visualiseringsevner i tillegg til å skape mentale modeller. I løpet av forberedelsene til masterarbeidet og under skrivingen, har jeg funnet artikler som er relevante for dette prosjektet. Den største andelen av forskningen er gjennomført i andre land og jeg fant lite forskning gjort i Norge innen dette fagfeltet. Studien kan gi kunnskap om hvordan lærere kan tilrettelegge kjemiundervisningen hvor elevene skal bruke simulering- og animasjonsverktøy for å oppnå læringsutbytte av kjemiske prinsipper.

Denne studien, kombinert med tidligere forskning, kan være et utgangspunkt for videre arbeid og undersøkelser i forbindelse med bruk av visualiseringsverktøy i kjemiundervisningen slik at disse verktøyene kan ha en positiv innflytelse på elevenes læringsutbytte og visualisering av ikke-observerbare kjemiske fenomener. Funnene i studien kan synliggjøre hva lærere bør tenke på når de skal planlegge kjemiundervisning der ulike visualiseringsverktøy skal benyttes som undervisningsmetode. Siden kjemien på mikronivået ikke er observerbar og elevene må skape mentale modeller, trekkes det fram at det er hensiktsmessig å hjelpe elevene med å skape mentale modeller ved å bruke visualiseringsverktøy. Det ville vært interessant å undersøke hvordan en gruppe elever presterer i et tema i kjemifaget etter at de har brukt visualiseringsverktøy kontra en gruppe som ikke har bruk det. Jeg håper at denne oppgaven kan hjelpe lærerne på veien dersom de ønsker å bruke visualiseringsverktøy i sin kjemiundervisning. I tillegg håper jeg også at oppgaven kan rette oppmerksomheten mot bruk av visualiseringsverktøy i kjemiundervisningen og kanskje generelt i læringen av ikke-observerbare fenomener.

## Referanser

- Ainsworth, S. & VanLabeke, N. (2004). Multiple forms of dynamic representation. *Learning and Instruction*, 14(3), 241-255. <http://doi.org/doi:10.1016/j.learninstruc.2004.06.002>
- Brandt, H. & Hushovd, O. T. (2013). *Kjemi 1*. Oslo: Aschehoug.
- Christoffersen, L. & Johannessen, A. (2018). *Forskningsmetode for lærerutdanningene*. Oslo: Abstrakt forlag AS.
- Handelshøyskolen BI. (u.å.). *MAKVIS eller KAMPVISE for planlegging av undervisning*. Kompetansesenter for læring og bruk av IKT i undervisningen. Hentet 08.12.2020 fra: <https://www.bi.no/forskning/laringssenteret/teaching-excellence/makvis/>
- Hegarty, M. (2004). Dynamic visualizations and learning: getting to the difficult questions. *Learning and Instruction*, 14(3), 343-351. <http://doi.org/doi:10.1016/j.learninstruc.2004.06.007>
- Hiim, H. & Hippe, E. (2009). *Undervisningsplanlegging for yrkesfaglærere* (3. utgave). Oslo: Gyldendal Akademisk.
- Imsen, G. (2006). *Lærerens verden: Innføring i generell didaktikk* (3. utgave). Oslo: Universitetsforlaget.
- Imsen, G. (2008). *Elevers verden: Innføring i pedagogisk psykologi* (4. utgave). Oslo: Universitetsforlaget.
- Johnson, D. W., Johnson, R. T., Haugaløkken, O. K. & Aakervik, A. O. (2006). *Samarbeid i skolen: pedagogisk utviklingsarbeid, samspill mellom mennesker*. Namsos: Pedagogisk Psykologisk Forlag.
- Karacop, A. & Doymus, K. (2012). Effects of Jigsaw Cooperative Learning and Animation Techniques on Students' Understanding of Chemical Bonding and Their Conceptions of the Particulate Nature of Matter. *Journal of Science Education and Technology*, 22, 186-203. <http://doi.org/doi:10.1007/s10956-012-9385-9>
- Khalil, M. K., Paas, F., Johnson, T. E. & Payer, A. F. (2005). Interactive and Dynamic Visualization in Teaching and Learning of Anatomy: A Cognitive Load Perspective. *The Anatomical Record*, 286B(1), 8-14. <https://doi.org/10.1002/ar.b.20077>
- Kvale, S. & Brinkmann, S. (2018). *Det kvalitative forskningsintervju* (3. utgave). Oslo: Gyldendal Akademisk.
- Mork, S. M. & Erlien, W. (2010). *Språk og digitale verktøy i naturfag*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Nilssen, V. (2014). *Analyse i kvalitative studier: Den skrivende forskeren*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Ringnes, V. & Hannisdal, M. (2014). *Kjemi fagdidaktikk* (3. utgave). Oslo: Cappelen Damm Akademisk.
- Sander, K. (2020, 25. oktober). Induktiv og deduktiv studier. Estudie. Hentet 06.01.2020 fra <https://estudie.no/induktiv-deduktiv/>



- Sander, K. (2021). *Casestudie*. Estudie. Hentet 21.01.2021 fra <https://estudie.no/casestudie/>
- Stenning, K. & Oberlander, J. (1995). A cognitive theory of graphical and linguistic reasoning: Logic and implementation. *Cognitive Science*, 19(1), 97-140. [https://doi.org/10.1016/0364-0213\(95\)90005-5](https://doi.org/10.1016/0364-0213(95)90005-5)
- Store norske leksikon. (2018). *Visualisere*. Hentet 15.09.2020 fra <https://snl.no/visualisere>
- Stratford, S. J. (1997). A review of computer-based model research in precollege science classrooms. *Journal of computers in mathematics and science teaching*, 16(1), 3-23.
- Trey, L. & Khan, S. (2008). How science students can learn about unobservable phenomena using computer-based analogies. *Computers & Education*, 51(2), 519-529. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2007.05.019>
- Utdanningsdirektoratet. (2006). *Læreplan i kjemi (KJE1.01)*. Hentet 10.09.2020 fra <http://data.udir.no/kl06/KJE1-01.pdf>
- Utdanningsdirektoratet. (2020). *Verdier og prinsipper for grunnopplæringen – overordnet del av læreplanverket*. Hentet 19.12.2020 fra <https://www.udir.no/lk20/overordnet-del-samlet/>
- Utdanningsdirektoratet. (2020). *Læreplan i kjemi*. Hentet 04.01.2021 fra <https://hoering.udir.no/Hoering/v2/1490>
- Wu, H., Krajcik, J. S. & Soloway, E. (2001). Promoting understanding of chemical representations: Students' use og visualization tool in the classroom. *Journal of reasearch in science teaching*, 38(7), 821-842. <https://doi.org/10.1002/tea.1033>
- Wæhle, E., Dahlum, S. & Grønmo, S. (2020). *Case-studie*. Store norske leksikon. Hentet 21.01.2021 <https://snl.no/case-studie>

## Vedlegg

### Vedlegg 1 – Spørreskjema elever

### **Spørreskjema - Bruk av animasjoner og simuleringer som visualiseringsverktøy i kjemiundervisning**

I denne timen har vi brukt digitale verktøy for å jobbe med temaet. Vi har blant annet brukt animasjoner og simuleringer som regnes som visualiseringsverktøy. Dette spørreskjema omhandler undervisningen du nettopp har gjennomført. Det er ønskelig å avdekke hvordan visualiseringsverktøyene brukt i timen har påvirket din læring denne timen.

Visualiseringsverktøy er for eksempel animasjoner, simuleringer og undervisningsvideoer.

Det er ingen rette eller gale svar. Det er frivillig å utfylle dette spørreskjema. Ikke skriv navnet ditt eller noen personopplysninger om deg her. Du som deltaker holdes anonym og dine besvarelsen vil ikke kunne spores tilbake til deg.

1. Hva synes du om å bruke digitale verktøy i kjemiundervisningen?
2. Hva synes du om å bruke animasjoner/simuleringer i kjemi?
3. Hvor ofte bruker dere disse verktøyene i undervisningen?
4. Av dette, hvor mange ganger jobber du selv med disse verktøyene kontra at lærer viser dette i plenum?
5. Hvilke erfaringer har du fra bruk av animasjoner og simuleringer i kjemitimene?
6. Hvilke undervisningsmetoder opplever du at du lærer best av?
7. Hvordan opplevde du at undervisningen ga deg tilstrekkelig informasjon om tema?
8. Hvilke fordeler ser du med bruk av animasjoner eller simuleringer i kjemiundervisning?
9. Er det noe som kunne blitt gjort annerledes for å støtte din læring i timen?
10. Er det noe mer du vil opplyse om som ikke ble spurt ovenfor?

## Vedlegg 2 – Intervjuguide lærere

### Intervjuguide - kjemilærere

Informasjonen og dine besvarelser vil bli brukt i masteroppgaven min som en del av diskusjonen i forbindelse med lærerens erfaringer og synspunkter tilknyttet bruk av visualiseringsverktøy i undervisningen. Informasjonen fra dette intervjuet vil bli anonymisert og lagret på en trygg server slik at ingen utenforstående får tilgang til lydopptaket. Dine personlige opplysninger vil ikke bli tatt opp eller dokumentert på noe tidspunkt. Når masterarbeidet er avsluttet, vil lydopptaket bli slettet.

I mitt masterarbeid skal jeg undersøke bruk av visualiseringsverktøy i kjemiundervisningen som for eksempel animasjoner og simuleringer. Jeg ønsker å finne ut hvordan dette kan brukes for å påvirke elevers læring og forståelse av grunnleggende temaer i kjemi. Av egen erfaring som elev, student og lærervikar, blir veldig mye av fagstoffet pugget kontra at elever skaper forståelse. Gjennom prosjektet mitt ønsker jeg å finne hvordan visualisering kan påvirke elevers forståelse av kjemi. Med visualiseringsverktøy mener jeg blant annet simulasjoner og animasjoner. Det kan også være undervisningsvideoer som inneholder dette.

Hvilke digitale verktøy har du selv brukt i kjemiundervisningen?

Hvor ofte bruker du visualiseringsverktøy i kjemiundervisningen?

Sist du bruke visualiseringsverktøy, i hvilken sammenheng ble dette brukt, hvordan og hvorfor? Hvordan jobbet elevene med dette?

Har du sett noen forskjeller i læringsutbytte eller motivasjon og engasjement hos elever?

I forbindelse med nye læreplaner som gradvis blir innført, blir begrepene digitale verktøy og visualisering mer sentrale. Hvorvidt mener du at dette spiller en viktig rolle i ditt fag, kjemi?

Hvilke fordeler ser du ved å bruke visualiseringsverktøy i undervisningen? Ser du også noen ulemper?

Hvordan tror du visualisering (vha. digitale verktøy) kan påvirke forståelsen av kjemi kontra tradisjonell undervisning?

Jeg har ofte hørt av kjemilærere at elevene puger fagstoffet istedenfor at de bygger forståelse. Hvilken erfaring har du fra dette? Hva kan vi gjøre for å unngå det?

Hvordan mener du at du kan vurdere om elever har oppnådd forståelse i kjemi?

Hvordan forholder elevene seg til bruk av digitale verktøy og visualiseringsverktøy i undervisningen?

Hvordan har dagens situasjon i forbindelse med Covid-19 endret din mening i bruk av visualiseringsverktøy og digitale verktøy i undervisningen?

Hva brukte du som undervisningsmetoder i denne perioden (Covid-19)? Hva har vært utfordrende generelt?

I en ideell lærings situasjon, hva vil du trenge av læremidler for å styrke elevers læring av grunnleggende temaer i kjemi?

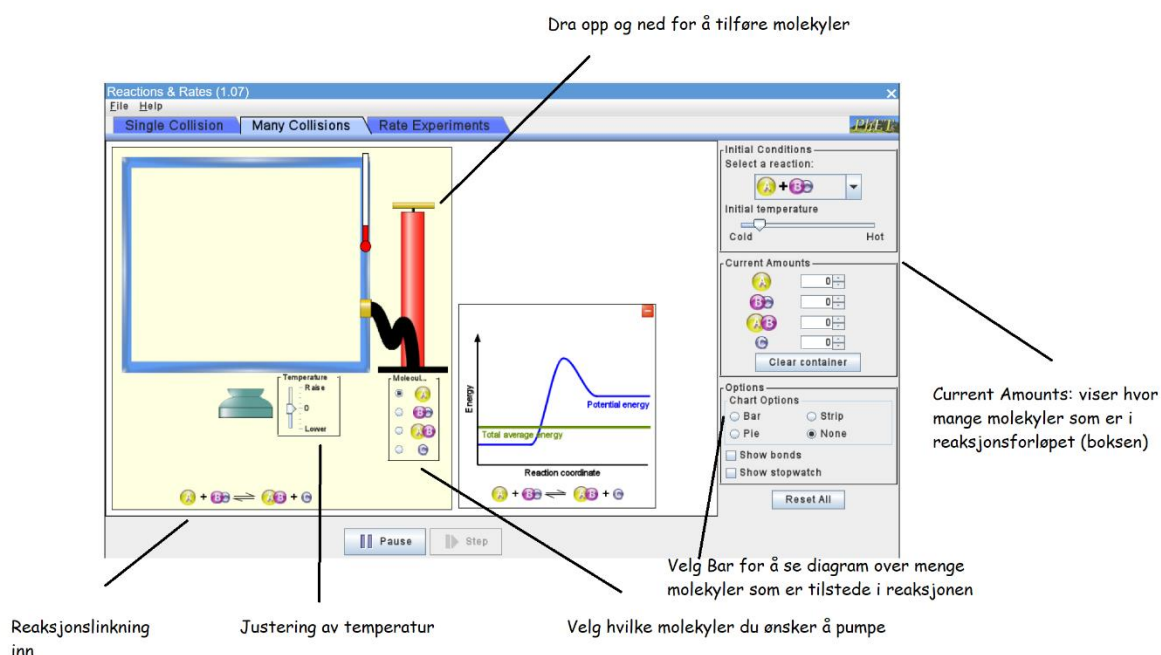
Er det noe mer du vil legge til? Er det noe vi ikke har vært innom?

## Vedlegg 3 – 1. undervisningsopplegg 09.11.2020

### Simulering: Reaksjonsfart

1. Gå inn på denne lenken: <https://phet.colorado.edu/sims/cheerpi/reactions-and-rates/latest/reactions-and-rates.html?simulation=reactions-and-rates>
2. Velg "Many collisions" på linjen øverst.
3. Tilfør en del reaktanter altså gul A og lilla+blå B.
4. Observer og beskriv hva du ser og hva som skjer med molekylene. Skriv ned mengden av de forskjellige reaktantene og hvor mange produkter du har fått ved å se på "Current Amounts" til høyre.
5. Øk temperaturen ved å dra pilen opp. Observer og noter det som skjer nå. Hva skjer nå med molekylene? Ser du noe forskjell i farten til molekylene?
6. Simuleringen kan settes på pause ved at du trykker på "Pause" under reaksjonslikningen. Det kan være enklere å se hva som har skjedd med molekylene. Noter mengde av reaktanter og produkter nå.
7. Forklar hva du har observert før og etter at temperaturen økte. Skjedde det noe reaksjon mellom reaktantene før du økte temperaturen? Hvorfor skjer det du observerer?

Her er en liten forklaring av de forskjellige delene i simuleringen. Les dette før du setter i gang for å bli kjent med simuleringen.



## **Vedlegg 4 – 2. undervisningsopplegg 24.11.2020**

### Animasjon: Kjemiske likevekter og Le Chateliers prinsipp

Tema for timen: Kjemiske likevekter og Le Chateliers prinsipp

Målet for timen: Hvordan motarbeider en kjemisk likevekt ytre påvirker som temperatur-, konsentrasjon- og trykkendring.

I denne timen skal vi jobbe med Le Chateliers prinsipp og se på hvordan kjemiske likevekter motarbeider ytre påvirkninger for å komme til likevekt igjen. Vi ser på følgende ytre faktorer: temperatur-, konsentrasjon- og trykkendring. Jeg bruker en animasjon for å synliggjøre hva som skjer med den kjemiske likevekten når den påvirkes av ytre faktorer. Dere finner animasjonen ved å gå inn på denne lenken:

<http://highered.mheducation.com/oleweb/cgi/pluginpop.cgi?it=swf::525::530::/sites/dl/free/0072857684/322633/2Equilibrium.swf::Le%20Chatelier%20Principle>

## Vedlegg 5 – Informasjonsskriv og samtykkeskjema elever

### Vil du delta i forskningsprosjektet

#### *”Bruk av animasjoner og simuleringer som visualiseringsverktøy i kjemiundervisning”?*

Dette er et spørsmål til deg om å delta i et forskningsprosjekt hvor formålet er å undersøke hvordan bruk av visualiseringsverktøy påvirker elevens læring og forståelse av grunnleggende tema i kjemi. I dette skrivet gir vi deg informasjon om målene for prosjektet og hva deltakelse vil innebære for deg.

#### **Formål**

Formålet med prosjektet er å finne ut hvordan visualiseringsverktøy påvirker elevens læring og forståelse av grunnleggende tema i Kjemi 1. Visualiseringsverktøy som skal brukes i prosjektet er animasjoner og simuleringer. Grunnleggende temaer i kjemi kan være atommodellen, kjemiske bindinger, kjemisk likevekt og tilstandsendringer. Det er ønskelig å avdekke faktorer som kan påvirke forståelsen av de elementene i kjemi som er ikke-observerbare. Det vil si at de ikke er mulig å observere med det blotte øyet. Dette forskningsprosjektet er en masteroppgave.

#### **Hvem er ansvarlig for forskningsprosjektet?**

Norges miljø- og biovitenskapelig universitet er ansvarlig for prosjektet.

#### **Hvorfor får du spørsmål om å delta?**

Du er utvalgt til dette prosjektet fordi du har Kjemi 1 og er i målgruppen som skal undersøkes i dette prosjektet.

#### **Hva innebærer det for deg å delta?**

Det vil bli gjennomført to til tre undervisningsopplegg i din klasse. Hvis du velger å delta i prosjektet, innebærer det at du fyller ut et spørreskjema etter hver undervisningsøkt. Det vil ta ca. 20-30 minutter. Spørreskjemaet inneholder spørsmål om hva du synes om å jobbe med animasjoner eller simuleringer i kjemi og hva denne undervisningen gir deg i forhold til din læring og forståelse i faget. Dine svar fra spørreskjemaet blir registrert samlet inn på papir.

Du kan også bli spurt om å delta i et intervju. Hvis du velger å delta, vil utgangspunktet for intervjuet være dine besvarelser fra spørreskjema. Intervjuet vil bli tatt opp på et lydopptak og vil vare i ca. 30 minutter.

#### **Det er frivillig å delta**

Det er frivillig å delta i prosjektet. Hvis du velger å delta, kan du når som helst trekke samtykket tilbake uten å oppgi noen grunn. Dette kan gjøres muntlig. Alle dine personopplysninger og innsamlet materiale vil da bli slettet. Det vil ikke ha noen negative konsekvenser for deg faglig eller karaktermessig hvis du ikke vil delta eller senere velger å trekke deg. Dersom du ikke ønsker å delta eller trekker deg, vil du få alternativ undervisning slik at du får planlagt opplæring på lik linje med resten av klassen.

### **Ditt personvern – hvordan vi oppbevarer og bruker dine opplysninger**

Vi vil bare bruke opplysningene om deg til formålene vi har fortalt om i dette skrivet. Vi behandler opplysningene konfidensielt og i samsvar med personvernregelverket. Ditt navn vil bli erstattet med en kode som lagres på egen navneliste i en innelåst og beskyttet mappe på universitetets server. Dersom du blir spurt om å delta i intervju og ønsker å delta, vil ingen av dine personopplysninger bli nevnt i intervjuet. Lydopptaket vil oppbevares i innelåst mappe. Dine svar samles inn og analyseres av studenten, Klaudia Natalia Jozwicka. Det er kun studenten og veilederen, Edvin Østergaard som vil ha tilgang til denne mappen. Du som deltaker vil ikke gjenkjennes i masteroppgaven eller publikasjonen av den. Lydopptaket fra et eventuelt intervju vil aldri publiseres.

### **Hva skjer med opplysningene dine når vi avslutter forskningsprosjektet?**

Opplysningene anonymiseres når prosjektet avsluttes og oppgaven er godkjent, noe som etter planen er januar 2021. Dine besvarelser på spørreskjema, kodet navneliste og eventuelt lydopptak fra intervju vil bli slettet etter at oppgaven er godkjent.

### **Dine rettigheter**

Så lenge du kan identifiseres i datamaterialet, har du rett til:

- innsyn i hvilke personopplysninger som er registrert om deg, og å få utlevert en kopi av opplysningene,
- å få rettet personopplysninger om deg,
- å få slettet personopplysninger om deg, og
- å sende klage til Datatilsynet om behandlingen av dine personopplysninger.

### **Hva gir oss rett til å behandle personopplysninger om deg?**

Vi behandler opplysninger om deg basert på ditt samtykke.

På oppdrag fra Norges miljø- og biovitenskapelig universitet har NSD – Norsk senter for forskningsdata AS vurdert at behandlingen av personopplysninger i dette prosjektet er i samsvar med personvernregelverket.

### **Hvor kan jeg finne ut mer?**

Hvis du har spørsmål til studien, eller ønsker å benytte deg av dine rettigheter, ta kontakt med:

- Norges miljø- og biovitenskapelig universitet ved Klaudia Natalia Jozwicka (student, [klaudia.jozwicka@nmbu.no](mailto:klaudia.jozwicka@nmbu.no)) eller Edvin Østergaard (veileder, [edvin.ostergaard@nmbu.no](mailto:edvin.ostergaard@nmbu.no)).
- Vårt personvernombud: Hanne Pernille Gulbrandsen (40281558, [personvernombud@nmbu.no](mailto:personvernombud@nmbu.no)).

Hvis du har spørsmål knyttet til NSD sin vurdering av prosjektet, kan du ta kontakt med:

- NSD – Norsk senter for forskningsdata AS på epost ([personvertjenester@nsd.no](mailto:personvertjenester@nsd.no)) eller på telefon: 55 58 21 17.

Med vennlig hilsen

Edvin Østergaard  
(Forsker/veileder)

Klaudia Natalia Jozwicka  
(Student)

---

## Samtykkeerklæring

Jeg har mottatt og forstått informasjon om prosjektet “Bruk av animasjoner og simuleringer som visualiseringsverktøy i kjemiundervisning”, og har fått anledning til å stille spørsmål. Jeg samtykker til:

- å delta i å svare på spørreskjema etter undervisningen knyttet til prosjektet.
- å delta i intervju dersom jeg blir spurt om min deltakelse.
- at ved forespørsel om intervju, kan intervjuet bli tatt opp på lydopptak.

Jeg samtykker til at mine opplysninger behandles frem til prosjektet er avsluttet

---

(Signert av prosjektdeltaker, dato)



## Vedlegg 6 – Informasjonsskriv og samtykkeskjema lærere

### Vil du delta i forskningsprosjektet

### *”Bruk av animasjoner og simuleringer som visualiseringsverktøy i kjemiundervisning”?*

Dette er et spørsmål til deg om å delta i et forskningsprosjekt hvor formålet er å undersøke hvordan bruk av visualiseringsverktøy påvirker elevens læring og forståelse av grunnleggende tema i kjemi. I dette skrivet gir vi deg informasjon om målene for prosjektet og hva deltakelse vil innebære for deg.

#### **Formål**

Formålet med prosjektet er å finne ut hvordan visualiseringsverktøy påvirker elevens læring og forståelse av grunnleggende tema i Kjemi 1. Visualiseringsverktøy som skal brukes i prosjektet er animasjoner og simuleringer. Grunnleggende temaer i kjemi kan være atommodellen, kjemiske bindinger, kjemisk likevekt og tilstandsendringer. Det er ønskelig å avdekke faktorer som kan påvirke forståelsen av de elementene i kjemi som er ikke-observerbare. Det vil si at de ikke er mulig å observere med det blotte øyet. Dette forskningsprosjektet er en masteroppgave.

#### **Hvem er ansvarlig for forskningsprosjektet?**

Norges miljø- og biovitenskapelig universitet er ansvarlig for prosjektet.

#### **Hvorfor får du spørsmål om å delta?**

Du er utvalgt til dette prosjektet fordi du underviser i Kjemi 1 som er målgruppen jeg vil undersøke i prosjektet.

#### **Hva innebærer det for deg å delta?**

Hvis du velger å delta i prosjektet, innebærer det at du deltar i et intervju som varer opptil 60 minutter. Intervjuet vil inneholde spørsmål om din erfaring fra bruk av visualiseringsverktøy og generelt digitale verktøy i kjemi. I tillegg vil du bli spurt om hvordan du opplever og synes at elever jobber med disse verktøyene, samt deres læringsutbytte og forståelse av kjemifaget. Intervjuet vil bli tatt opp på et lydopptak der ingen av dine personopplysninger vil bli nevnt under intervjuet.

#### **Det er frivillig å delta**

Det er frivillig å delta i prosjektet. Hvis du velger å delta, kan du når som helst trekke samtykket tilbake uten å oppgi noen grunn. Dette kan gjøres muntlig. Alle dine personopplysninger og innsamlet materiale vil da bli slettet. Det vil ikke ha noen negative konsekvenser for deg hvis du ikke vil delta eller senere velger å trekke deg. Dette vil ikke påvirke ditt forhold til arbeidsplassen eller arbeidsgiver.

#### **Ditt personvern – hvordan vi oppbevarer og bruker dine opplysninger**

Vi vil bare bruke opplysningene om deg til formålene vi har fortalt om i dette skrivet. Vi behandler opplysningene konfidensielt og i samsvar med personvernregelverket.

Ditt navn vil bli erstattet med en kode som lagres på egen navneliste i en innelåst og beskyttet mappe på universitetets server. Under intervjuet vil ingen av dine personopplysninger bli nevnt. Lydopptaket vil oppbevares i innelåst og beskyttet mappe. Dine svar samles inn og analyseres av studenten, Klaudia Natalia Jozwicka. Det er kun studenten og veilederen, Edvin Østergaard som vil ha tilgang til denne mappen.

Du som deltaker vil ikke gjenkjennes i masteroppgaven eller publikasjonen av den.

Lydopptaket fra intervjuet vil aldri publiseres.

### **Hva skjer med opplysningene dine når vi avslutter forskningsprosjektet?**

Opplysningene anonymiseres når prosjektet avsluttes og oppgaven er godkjent, noe som etter planen er januar 2021. Dine besvarelser under intervjuet, kodet navneliste og lydopptaket vil bli slettet etter at oppgaven er godkjent.

### **Dine rettigheter**

Så lenge du kan identifiseres i datamaterialet, har du rett til:

- innsyn i hvilke personopplysninger som er registrert om deg, og å få utlevert en kopi av opplysningene,
- å få rettet personopplysninger om deg,
- å få slettet personopplysninger om deg, og
- å sende klage til Datatilsynet om behandlingen av dine personopplysninger.

### **Hva gir oss rett til å behandle personopplysninger om deg?**

Vi behandler opplysninger om deg basert på ditt samtykke.

På oppdrag fra Norges miljø- og biovitenskapelig universitet har NSD – Norsk senter for forskningsdata AS vurdert at behandlingen av personopplysninger i dette prosjektet er i samsvar med personvernregelverket.

### **Hvor kan jeg finne ut mer?**

Hvis du har spørsmål til studien, eller ønsker å benytte deg av dine rettigheter, ta kontakt med:

- Norges miljø- og biovitenskapelig universitet ved Klaudia Natalia Jozwicka (student, [klaudia.jozwicka@nmbu.no](mailto:klaudia.jozwicka@nmbu.no)) eller Edvin Østergaard (veileder, [edvin.ostergaard@nmbu.no](mailto:edvin.ostergaard@nmbu.no)).
- Vårt personvernombud: Hanne Pernille Gulbrandsen (40281558, [personvernombud@nmbu.no](mailto:personvernombud@nmbu.no)).

Hvis du har spørsmål knyttet til NSD sin vurdering av prosjektet, kan du ta kontakt med:

- NSD – Norsk senter for forskningsdata AS på epost ([personverntjenester@nsd.no](mailto:personverntjenester@nsd.no)) eller på telefon: 55 58 21 17.

Med vennlig hilsen

Edvin Østergaard  
(Forsker/veileder)

Klaudia Natalia Jozwicka  
(Student)

## Samtykkeerklæring

Jeg har mottatt og forstått informasjon om prosjektet *Bruk av animasjoner og simuleringer som visualiseringsverktøy i kjemiundervisningen*, og har fått anledning til å stille spørsmål. Jeg samtykker til:

- å delta i intervju.
- at intervjuet vil bli tatt opp på et lydopptak

Jeg samtykker til at mine opplysninger behandles frem til prosjektet er avsluttet

---

(Signert av prosjektdeltaker, dato)



**Norges miljø- og biovitenskapelige universitet**  
Noregs miljø- og biovitenskapelige universitet  
Norwegian University of Life Sciences

Postboks 5003  
NO-1432 Ås  
Norway