

Linn Ødegaard Yttrelid

## Kjemiutdanning for bærekraftig utvikling

Hvordan kan fokus på kjemi i utdanning for bærekraftig utvikling bidra til økt forståelse av bærekraftig utvikling og økt forståelse for kjemiske prosesser?

Masteroppgave i naturfag. Grunnskolelærerutdanning 5.-10. trinn

Veileder: Ellen Marie Anderson

Mai 2022



Linn Ødegaard Yttrelid

## **Kjemiutdanning for bærekraftig utvikling**

Hvordan kan fokus på kjemi i utdanning for bærekraftig utvikling bidra til økt forståelse av bærekraftig utvikling og økt forståelse for kjemiske prosesser?

Masteroppgave i naturfag. Grunnskolelærerutdanning 5.-10. trinn  
Veileder: Ellen Marie Anderson  
Mai 2022

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet  
Fakultet for samfunns- og utdanningsvitenskap  
Institutt for lærerutdanning



Kunnskap for en bedre verden



## Sammendrag

I denne oppgaven undersøker jeg om bruk av kjemi i utdanning for bærekraftig utvikling fører til en bedre forståelse av bærekraftig utvikling, samt en bedre forståelse av kjemiske prosesser. For å undersøke dette bruker jeg tre ulike forskningsspørsmål, hvor det første undersøker om demonstrasjonsforsøk kan være en nyttig tilnærming for å bedre forstå sammenhengen mellom bærekraftig utvikling og kjemiske prosesser. Det andre forskningsspørsmålet undersøker hvordan fokus på kjemi i undervisning om bærekraftig utvikling kan bedre elevers forståelse av bærekraftig utvikling. Til slutt undersøker det tredje forskningsspørsmålet hvordan bruk av eksempler knyttet til klima- og miljøutfordringer kan bedre elevers forståelse av kjemiske prosesser.

Bakgrunnen for denne studien er litteratur som påpeker at kjemi er sentralt i utdanning for bærekraftig utvikling. Til tross for dette er det ikke et eneste kompetansemål fra det tverrfaglige temaet «bærekraftig utvikling» i LK20 som er knyttet til kjemi. Dette fører til et behov for å undersøke sammenhengen mellom utdanning for bærekraftig utvikling og kjemiundervisning nærmere. Jeg undersøker om bruk av demonstrasjonsforsøk er én måte elevene kan forstå sammenhengen mellom kjemiske prosesser og bærekraftig utvikling bedre.

Et undervisningsopplegg er utviklet basert på litteratur, og dette undervisningsopplegget er gjennomført av én lærer i to ulike 10. klasser. Etter gjennomført undervisningsopplegg intervjues læreren og elevene fyller ut et spørreskjema. Intervju og spørreskjema blir analysert ved henholdsvis tematisk analyse og prosentdifferanser.

Resultater i lys av litteratur viser at demonstrasjonsforsøk kan være nyttig i kjemiundervisning knyttet til bærekraftig utvikling, ettersom det gir representasjoner på makronivået og det symbolske nivået. Det viser seg også at bruk av makro- og symbolsk nivå øker forståelsen av mikronivået som er foreslått som viktig for å kunne forstå de store sammenhengene knyttet til bærekraftig utvikling. Resultatene viser også at den bedre forståelsen av kjemi i forbindelse med bærekraftig utvikling er viktig for å forstå debatter og delta i diskusjoner knyttet til bærekraftig utvikling. Som en siste betraktning kan bruk av kjente kontekster, for eksempel en klima- eller miljøutfordring, føre til at elever forstår kjemiske prosesser bedre.

## Abstract

In this assignment I investigate if the use of chemistry in education for sustainable development can cause a better understanding for sustainable development and chemical processes. To investigate this, I use three different research questions. Where the first one looks at whether demonstration experiments can be a useful approach to better understand the connection between sustainable development and chemical processes. The second research question investigate how a focus on chemistry in lessons on sustainable development can improve pupils understanding of sustainable development. Lastly, the third research question study how the use of examples related to climate- and environmental issues can improve pupils understanding of chemical processes.

The study is based upon literature regarding the importance of chemistry in education for sustainable development. Despite this, it's not a competence goal under the interdisciplinary theme "sustainable development" related to chemistry in LK20 after grade 10. Hence why further investigations about the relation between education for sustainable development and chemistry education are required. I also discover whether the use of demonstration experiments could be one way to better understand the relationship between chemical processes and sustainable development.

A teaching arrangement based on literature is developed and used by an integrated science teacher in two different 10<sup>th</sup> grade classes. After completion an interview of the teacher is conducted, and the pupils fill out a research form. The interview and research form is analysed by thematic analysis and percent differences, respectively.

The results in light of literature show that demonstration experiments can be beneficial when teaching chemistry and sustainable development, because it gives representation on the macrolevel in combination with the symbolic level. The results also implies that the use of macro- and symbolic level improves the understanding of the microlevel, which is essential to understand the major contexts regarding sustainable development. Additionally, the results indicate that superior understanding of chemistry in relation to sustainable development is essential for understanding debates and take a part of discussions regarding sustainable development. Lastly, the use of a known context, for example a climate- or an environmental issue, can result in better understanding of chemical processes among the pupils.

## Forord

Først vil jeg takke hovedinformanten i denne studien som tok seg tid til å gjennomføre undervisningsopplegget i en ellers travel hverdag. Dette ga utgangspunkt til en god samtale i etterkant, med mange gode refleksjoner. Jeg takker også de andre informantene som deltok i spørreundersøkelsen, som har gitt utgangspunkt for enda mer innsikt.

Videre vil jeg takke veilederen min som har kommet med gode råd gjennom hele prosessen, fra idémyldring til ferdig oppgave.

Jeg vil også takke min søster Guro, som har tatt seg tid til å lese gjennom oppgaven og gitt meg nyttige tilbakemeldinger underveis i skriveprosessen.

Til slutt vil jeg takke mine kjære medstudenter på naturfag for støtte, gode samtaler og godt samhold gjennom hele studietiden og gjennom mastersemesteret. Jeg kan ikke tenke meg en finere klasse.

Linn Ødegaard Yttrelid,

Vår 2022

# Innhold

Figurer .....	x
Tabeller .....	x
<b>1 Innledning .....</b>	<b>11</b>
1.1 Bakgrunn for studien .....	11
1.1.1 Definisjon av begrepet bærekraftig utvikling .....	11
1.1.2 Kjemiens plass i bærekraftig utvikling .....	11
1.2 Problemstilling og forskningsspørsmål .....	12
1.3 Oppgavens oppbygning .....	12
<b>2 Teori .....</b>	<b>13</b>
2.1 Ungdoms fremtidssyn .....	13
2.2 Utdanning for bærekraftig utvikling .....	13
2.3 Kjemiundervisning og utdanning for bærekraftig utvikling .....	14
2.4 Demonstrasjonsforsøk .....	15
2.5 Makronivå, mikronivå og symbolsk nivå .....	16
<b>3 Undervisningsopplegg .....</b>	<b>17</b>
3.1 Bakgrunn for undervisningsopplegg .....	17
3.1.1 Klima- og miljøutfordringer knyttet til tropiske korallrev .....	17
3.1.2 Forsøk i forbindelse med tropiske korallrev .....	19
3.2 Begrunnelse for undervisningsopplegg .....	19
3.3 Undervisningsopplegg: Et dypdykk i det tropiske korallrevet .....	21
<b>4 Metode .....</b>	<b>23</b>
4.1 Vitenskapelig ståsted .....	23
4.2 Utvalg .....	23
4.3 Forskningsdesign .....	24
4.4 Datainnsamling .....	24
4.4.1 Dybdeintervju .....	24
4.4.2 Spørreskjema .....	25
4.4.2 Pilotundersøkelsen .....	25
4.5 Analysemetode .....	26
4.5.1 Induktiv tematisk analyse .....	26
4.5.2 Krysstabellanalyse og prosentdifferanser .....	27
4.6 Etikk .....	28
4.6.1 Etske retningslinjer Intervju .....	28
4.6.2 Etske retningslinjer Spørreskjema .....	29
4.6.3 Etterprøvbarhet .....	29
4.7 Metodediskusjon .....	29



<b>5 Analyse</b> .....	<b>31</b>
5.1 Induktiv tematisk analyse av intervju .....	31
5.1.1 Demonstrasjonsforsøk .....	31
5.1.2 Økt forståelse for bærekraftig utvikling .....	32
5.1.3 Morgendagens samfunnsborgere.....	32
5.1.4 Økt forståelse for kjemi .....	33
5.2 Analyse av spørreskjema .....	34
5.2.1 Hvilke(n) utfordring(er) har tropiske korallrev? .....	34
5.2.2 Hva skjer når det blir mer CO <sub>2</sub> i atmosfæren? .....	34
5.2.3 Hva skjer når havet blir surere? .....	34
5.2.4 Hva skjer med korallene om havet blir surere? .....	35
5.2.5 De fire ulike spørsmålene sett I sammenheng.....	36
<b>6 Diskusjon</b> .....	<b>37</b>
6.1 Lærerens perspektiv .....	37
6.1.1 Demonstrasjonsforsøk .....	37
6.1.2 Økt forståelse for bærekraftig utvikling .....	39
6.1.3 Morgendagens samfunnsborgere.....	39
6.1.4 Økt forståelse for kjemi .....	41
6.2 Elevenes forståelse av temaet etter gjennomførelse av undervisningsopplegg .....	42
6.2.1 Hvilke(n) utfordring(er) har tropiske korallrev? .....	42
6.2.2 Hva skjer når det blir mer CO <sub>2</sub> i atmosfæren? .....	42
6.2.3 Hva skjer når havet blir surere? .....	42
6.2.4 Hva skjer med korallene om havet blir surere? .....	43
6.3 Lærerens oppfatning og elevenes forståelse .....	44
<b>7 Konklusjon</b> .....	<b>45</b>
<b>8 Til ettertanke</b> .....	<b>47</b>
8.1 Vurdering av studien .....	47
8.2 Implikasjoner og videre arbeid .....	47
8.3 Relevans for fremtidig lærer .....	48
<b>9 Referanser</b> .....	<b>49</b>
Vedlegg 1 .....	53
Vedlegg 2 .....	58
Vedlegg 3 .....	59
Vedlegg 4 .....	60

## Figurer

Figur 4.1: De 4 hovedtemaene og 9 undertemaene bestemt ved induktiv tematisk analyse.

## Tabeller

Tabell 4.1: Et eksempel på hvordan sitatene fra transkripsjonen ble ført i tabell innenfor ulike hoved- og undertemaer.

Tabell 5.1: Angitte svar på flervalgsspørsmålet «Hvilke(n) utfordring(er) har tropiske korallrev?»

Tabell 5.2: Angitte svar på flervalgsspørsmålet «Hva skjer i havet når det blir mer CO<sub>2</sub> i atmosfæren?»

Tabell 5.3: Angitte svar på flervalgsspørsmålet «Hva skjer når havet blir surere?»

Tabell 5.4: Angitte svar på kortsvarspørsmålet «Hva skjer med korallene om havet blir surere?».

# 1 Innledning

## 1.1 Bakgrunn for studien

Det har lenge vært et mål om at bærekraftig utvikling skal gjennomsyre arbeidet i skolen, og dette har blitt formulert gjennom en rekke styringsdokumenter (Sinnes & Straume, 2017). I den overordnede delen av LK20 er bærekraftig utvikling et eget tverrfaglig tema, og det er mange kompetansemål i flere fag som er knyttet til bærekraftig utvikling (Utdanningsdirektoratet, 2020d). Av disse kompetansemålene er det ingen av dem som er knyttet til kjemi, til tross for at kjemi har en sentral rolle i utdanning for bærekraftig utvikling (Burmeister & Eilks, 2012).

### 1.1.1 Definisjon av begrepet bærekraftig utvikling

Bærekraftig utvikling er et sentralt begrep i denne studien. Begrepet ble for første gang brukt i Brundtlandkommisjonens publikasjon *Vår felles framtid* i 1987. Bærekraftig utvikling defineres som «en utvikling som imøtekommer dagens behov uten å ødelegge mulighetene for at kommende generasjoner skal få dekket sine behov» (Brundtland & Dahl, 1987, s. 42). Brundtland og Dahl (1987) skriver også at overforbruk av ressurser kan ødelegge for grunnbehovene til de kommende generasjonene. I FN-sambandet presenteres tre ulike dimensjoner ved bærekraftig utvikling, hvor de tre dimensjonene er klima og miljø, økonomi og sosiale forhold (Sambandet, 2020a). Alle disse tre dimensjonene må ses i sammenheng for å forstå helheten av hva en bærekraftig samfunnsutvikling innebærer (Sambandet, 2020a).

Selv om dimensjonen klima- og miljø ofte betegnes som noe som «går på bekostning av økonomien», forklares det i *Vår felles framtid* at det på lengre sikt vil være økonomisk gunstig å prioritere miljøvern da dette for eksempel har stor sammenheng med matproduksjon (Brundtland & Dahl, 1987, s. 44). I tillegg kan tap av plante- og dyrearter redusere valgmulighetene til kommende generasjoner. Bærekraftig utvikling forutsetter derfor vern av plante og dyrearter (Brundtland & Dahl, 1987). Selv om alle de tre dimensjonene ved bærekraftig utvikling er viktige, vil det i denne studien være størst fokus på dimensjonen klima og miljø.

### 1.1.2 Kjemiens plass i bærekraftig utvikling

De forente nasjoner (FN) har utviklet 17 bærekraftsmål med 169 delmål, som betegnes som en felles arbeidsplan som trengs for å utrydde fattigdom, bekjempe ulikheter og stoppe klimaendringene før 2030 (Sambandet, 2020b). Mål 13 omhandler å stoppe klimaendringene og hvordan dette skal gjøres beskrives ved hjelp av tre delmål. Et av disse delmålene er «Styrke enkeltpersoners og institusjoners evne til å motvirke, tilpasse seg og redusere konsekvensene av klimaendringer og deres evne til tidlig varsling, samt styrke kunnskapen og bevisstgjøringen om dette» (Sambandet, 2020d). For at enkeltpersoner skal ønske å ta ansvar for klimaendringene kan det tenkes at de også må forstå dem. Et eksempel er å se nærmere på hva som skjer når det blir økt mengde CO<sub>2</sub> i atmosfæren.

Mål nummer 14 «liv i vann», handler om at havet og de marine ressursene skal brukes på en måte som fremmer bærekraftig utvikling (Sambandet, 2020c). Dette målet består av syv delmål, hvor ett av dem er «Begrense mest mulig og sørge for håndtering av konsekvensene av havforsuring, blant annet gjennom styrket vitenskapelig samarbeid på alle nivåer» (Sambandet, 2020c). For å være motivert for å begrense havforsuring, kan

det tenkes at det også er viktig med kunnskap om havforsuring. For å forstå hva som skjer når havet blir surere kan det tenkes at de kjemiske prosessene knyttet til havforsuring også må forstås.

## 1.2 Problemstilling og forskningsspørsmål

Med denne bakgrunnen ønsker jeg i denne studien å undersøke hvilken sammenheng undervisning om bærekraftig utvikling og kjemiundervisning bør ha i skolen. Dette er fordi det i læreplanen ikke ser ut til at det er lagt opp til at kjemi skal ha en sentral rolle i utdanning for bærekraftig utvikling, til tross for at det er nyttig å undervise om kjemiske prosesser og bærekraftig utvikling samtidig (Burmeister & Eilks, 2012; Utdanningsdirektoratet, 2020a). I løpet av studien ønsker jeg derfor å svare på følgende problemstilling:

*Hvordan kan fokus på kjemi i utdanning for bærekraftig utvikling bidra til økt forståelse av bærekraftig utvikling og økt forståelse for kjemiske prosesser?*

Kunnskap om de tre ulike dimensjonene er viktig for å forstå sammenhengene knyttet til en bærekraftig utvikling. For å ha muligheten til å forstå det store bildet kan det tenkes at de kjemiske prosessene knyttet til endringer i klima og miljø også er sentrale å forstå. Dette til tross for at kjemiske prosesser kan være vanskelig å forestille seg. Årsaken til dette er mange av klima- og miljøutfordringene ofte forklares og snakkes om på makronivå, til tross for at det gjerne skyldes prosesser som skjer på mikronivå. Dersom de kjemiske prosessene som beskriver mikronivået studeres, kan det tenkes at elevene i større grad klarer å se de store sammenhengene knyttet til bærekraftig utvikling.

Hensikten med denne studien er å undersøke hvilke metoder som kan tas i bruk av lærere slik at kjemiske prosesser knyttet til klima- og miljøutfordringer kan bli mer konkret for elever og dermed enklere å forstå. Med bakgrunn i problemstillingen og hensikten med studien har jeg kommet frem til følgende forskningsspørsmål. På forhånd kan det tenkes at en nyttig inngangsport for å forstå Kjemi knyttet til bærekraftig utvikling er bruk av demonstrasjonsforsøk. Dette vil derfor formuleres som et eget forskningsspørsmål.

Forskningsspørsmålene som skal forsøkes å besvares i løpet av studien er:

1. *Hvordan kan bruk av demonstrasjonsforsøk støtte elevene i forståelsen av kjemiske prosesser knyttet til klima- og miljøutfordringer?*
2. *På hvilken måte kan fokus på kjemi i utdanning for bærekraftig utvikling støtte elever i forståelse for bærekraftig utvikling?*
3. *På hvilken måte kan bruk av eksempler knyttet klima- og miljøutfordringer støtte elevene i forståelse av kjemiske prosesser?*

## 1.3 Oppgavens oppbygning

For å kunne besvare problemstillingen tas det utgangspunkt i forskningsspørsmålene gjennom studien. Først vil det være en teoretisk, hvor relevant litteratur innenfor feltet presenteres. Videre vil undervisningsopplegget som er utviklet presenteres, med bakgrunn for undervisningsopplegget, begrunnelse og en presentasjon av selve undervisningsopplegget. Etter dette presenteres metoden som er brukt i studien. Videre vises analysen og resultatene, som deretter diskuteres i lys av presentert teori. Helt til slutt vil det konkluderes.

## 2 Teori

### 2.1 Ungdoms fremtidssyn

Flere forskere har vist at unge mennesker er bekymret for fremtiden og ønsker å ta del i den grønne omstillingen (Fløttum et. al., 2016; Ojala, 2007). Dette har ført til den internasjonale bevegelsen «Fridays for future» som ble startet av klimaaktivist Greta Thunberg (Cologna et. al., 2021). Denne bevegelsen har ført til at ungdom verden over har vist engasjement for endringene som bør gjøres for å håndtere klimautfordringer (Cologna et al., 2021). Det er estimert at det er totalt 7.6 millioner mennesker i 185 forskjellige land, som har deltatt på disse streikene. Det er derfor den største miljøbevegelsen av unge mennesker per dags dato (Cologna et al., 2021).

Unge og eldre er daglig minnet på de store utfordringene som finnes i verden i dag, særlig med tanke på den økologiske krisen (Jegstad & Sinnes, 2015). Selv om det er mange unge mennesker som ønsker å være en del av endringen, er det mange som mangler kunnskap om hvordan de kan bidra til nettopp dette. Flere studier viser at den unge generasjonen er mer bekymret for klimaendringene enn det den eldre generasjonen er (Corner et al., 2015; Nikolayenko, 2011). I tillegg viser studier at unge mennesker har en mer bærekraftig livsstil, sammenliknet med eldre mennesker (Bell et. al., 2016; Wray-Lake et. al., 2010). Til tross for dette er unge menneskers interesse og bekymring knyttet til globale utfordringer ofte forbundet med pessimisme, apatisk holdning og hjelpeløshet (Ojala, 2007).

### 2.2 Utdanning for bærekraftig utvikling

Det har lenge vært et mål om at bærekraftig utvikling skal gjennomsyre arbeidet i skolen, og dette har blitt formulert i en rekke styringsdokumenter (Sinnes & Straume, 2017). I den overordnede delen av den nye læreplanen har det kommet tre tverrfaglige temaer, hvor ett av dem er bærekraftig utvikling (Utdanningsdirektoratet, 2020d). De tverrfaglige temaene tar utgangspunkt i samfunnsutfordringer og at elevene skal få innsikt i utfordringer og dilemmaer innenfor de ulike temaene, gjennom samarbeid og kunnskap (Utdanningsdirektoratet, 2020d). Innenfor det tverrfaglige temaet bærekraftig utvikling er sammenhengen mellom de sosiale, økonomiske og miljømessige forholdene beskrevet som sentralt for forståelse av temaet. Ved å arbeide tverrfaglig med temaet skal elevene kunne handle etisk og miljøbevisst, og forstå at handlingene til den enkelte har betydning (Utdanningsdirektoratet, 2020b).

Skolen skal altså sørge for at elevene skal kunne handle etisk og forstå at deres handlinger har betydning. Hvordan dette kan gjøres beskrives i boka *utdanning for bærekraftig utvikling*. Her presenteres det seks ulike kompetanser som elevene trenger for å kunne leve bærekraftige liv. Disse kompetansene er basert på det som oftest går igjen i Utdanning for bærekraftig utvikling (UBU)-litteratur.

Kreativitet er den første kompetansen som trekkes frem og innebærer evnen til å komme med nye løsninger. Dette er noe som anses som viktig i en bærekraftig skole (Daskolina et. al., 2012). Kompetanse om kritisk tenkning forklares også som en viktig kompetanse for å kunne leve bærekraftige liv. Dette kan ha en sammenheng med at det stadig publiseres nyheter om alle utfordringene som finnes i verden, slik som økologisk krise, klimaendringer, fattigdom og pandemier (Jegstad & Sinnes, 2015). Det publiseres både reelle nyheter med bakgrunn i forskning, samtidig som det finnes alternative nyheter, og elevene trenger kompetanse om kritisk tenkning for å klare å skille disse nyhetene fra hverandre.

Den neste kompetansen er systemforståelse, og dette er viktig ettersom det er flere ulike dimensjoner ved en bærekraftig utvikling, i tillegg til at klima og miljøutfordringer er komplekse og sammensatte (Sinnes, 2015). Det er viktig å evne å se en sak fra flere ulike synsvinkler og forså at løsninger på de fleste utfordringer er nokså sammensatte. Evnen til samarbeid og kommunikasjon anses også som viktig i denne sammenheng. Ved å samtale om ulike perspektiver på utfordringer, med noen som har litt ulike meninger enn seg selv, kan elevene oppleve samarbeid i praksis (Sinnes, 2015). Videre forklares fremtidstenkning og tro på at fremtiden kan være god å leve i. Som nevnt opplever mange unge en apatisk holdning og hjelpeløshet når det kommer til å takle de store klimautfordringene (Ojala, 2007). Det må derfor være et mål at undervisningen legges opp slik at elevene kan se at handling faktisk nytter (Sinnes, 2015).

Den siste av de seks kompetansene som anses som viktig for å leve bærekraftige liv er handlingskompetanse. Dette handler i større grad om det å vite hvordan man kan leve mer bærekraftig og hvilke konkrete valg den enkelte kan ta (Mogensen & Schnack, 2010). For å kunne oppnå dette må også skolen som organisasjon gå foran som et forbilde. Ved at skolen har fokus på bærekraft, kan elevene også se hvordan dette kan gjøres i praksis (Sinnes, 2015).

## 2.3 Kjemiundervisning og utdanning for bærekraftig utvikling

Innenfor det tverrfaglige temaet bærekraftig utvikling i den overordnede delen av læreplanen er det tilknyttede kompetansemål innenfor de ulike fagene. Av fagene som inngår i temaet etter 10. trinn er det en god del kompetansemål i naturfag (Utdanningsdirektoratet, 2020a). Når man ser nærmere på kompetansemålene knyttet til bærekraftig utvikling innenfor læreplanen i naturfag etter 10. trinn, er det ingen av dem som er direkte knyttet til kjemi. Det er imidlertid flere kompetansemål som er knyttet til biologi og teknologi.

Kjemiundervisningen er regnet å ha en sentral rolle i utdanning for bærekraftig utvikling, og dette baserer seg blant annet på at kjemi og kjemisk industri spiller en vesentlig rolle i bærekraftig utvikling (Burmeister & Eilks, 2012). Tidligere har det vært flere miljøutfordringer knyttet til industriutslipp, og for å stoppe disse utslippene og komme med løsninger er det viktig med mennesker som har god kunnskap om kjemi i et bærekraftsperspektiv. Et eksempel på dette er at det tidligere var stort utslipp av KFK-gasser (klorfluorkarboner) som førte til en nedgang i stratosfærens ozon som har en beskyttende funksjon med tanke på farlige UV-stråler fra solen (Manahan, 2017). I Montreal ble det i 1987 laget en FN-protokoll for substansen som bryter ned ozonlaget. Her ble det et internasjonalt samarbeid med å kutte utslippet av KFK-gasser med 50% innen år 2000 (Manahan, 2017). Nå tyder det på ozonnedbrytningen avtar og at det vil fortsette å gjøre det på global basis (Chipperfield et al., 2017). Bedring av denne miljøutfordringen er viktig for en bærekraftig utvikling og kunne ikke skjedd uten kunnskap om kjemi og bærekraftig utvikling. Kunnskap om ulike kjemiske prosesser er viktig for å forstå det som truer et bærekraftig samfunn, samt kunnskap om hvilke konsekvenser produksjon av varer faktisk kan ha på våre liv (Burmeister et al., 2012). I tillegg er det viktig med systemtenkning når det kommer til å få et helhetlig bilde av kjemirelaterte utfordringer (Jegstad & Sinnes, 2015).

En årsak til at elevene burde ha kjemiundervisning knyttet til bærekraftig utvikling handler om at elevene en dag skal ta en del i demokratiet og stemme over saker som involverer bruk av ulike stoffer som kan påvirke miljøet (Jegstad & Sinnes, 2015). For å kunne ta gjennomtenkte valg, er det viktig at elevene har kunnskap om dette (Kolstø,

2012). Dette går også inn på et annet tverrfaglig tema i den nye læreplanen, som er demokrati og medborgerskap (Utdanningsdirektoratet, 2020c).

Et kjerneelement i utdanning for bærekraftig utvikling er å anerkjenne relasjonene mellom sosial, klima- og miljørelatert og økonomisk dimensjon ved bærekraftig utvikling (Jegstad & Sinnes, 2015). Jegstad og Sinnes (2015) beskriver at Kjemi lærere bør klare å inkludere alle disse elementene i sin kjemiundervisning. I artikkelen *Education for Sustainable Development (ESD) and chemistry education* foreslår Burmeister et. al. (2012) at det bør fokuseres på grønnere kjemi generelt i kjemidelen av naturfagundervisningen. Grønn kjemi innebærer å arbeide i småskala for å redusere hvor mye avfall som produseres, og bruke kjemikalier som ikke er skadelig for miljøet (Karpudewan et. al., 2011).

Innenfor naturfaget er kjemi lengre fra elevenes hverdagslige erfaringer, enn det for eksempel enkelte temaer innenfor biologi er (Osborne & Collins, 2001). Kjemiundervisningen har forbedringspotensial når det kommer til å være mer kontekstbasert og relevant for elevenes personlige liv (Jegstad & Sinnes, 2015). Det er flere ulike definisjoner på hva kontekstbasert læring innebærer, men i en litteraturstudie hvor det ble undersøkt flere ulike definisjoner av kontekstbasert læring, kom de frem til noen viktige aspekter (Bennett et. al., 2007). Ifølge studien vil kontekstbasert læring innebære «å ta i bruk situasjoner som er relevant for elevenes liv i nåtid» (Bennett et al., 2007, s. 367). I tillegg kan det handle om situasjoner som elevene med stor sannsynlighet vil ha bruk for på et senere tidspunkt i livet, som for eksempel en type teknolog eller en fremtidig jobb (Bennett et al., 2007). Ved at læreren tar i bruk kontekster i undervisningen som er kjent for elevene er det mer sannsynlig at elevene vil huske det de har lært, i tillegg til å kunne ta i bruk det de lærer i andre situasjoner senere i livet (Gilbert & Justi, 2016). Eksempler på slike kontekster kan være fra dagliglivet eller samfunnsdebatter (Haugan & Holand, 2021). Saure et. al. (2021) påpeker at bruk av analogier i kjemiundervisningen. Dette kan for eksempel være snakk om demonstrasjonsforsøk som etterlikner virkeligheten. Her er det viktig at læreren påpeker hva som skiller analogien fra virkeligheten (Saure et. al., 2021).

## 2.4 Demonstrasjonsforsøk

Et demonstrasjonsforsøk vil si et forsøk hvor elevene følger med og deltar i diskusjonen rundt et forsøk som lærer gjennomfører (Hannisdal & Ringnes, 2013). En fordel med bruk av demonstrasjonsforsøk er at lærer selv kan håndtere kjemikalier som det ville vært uansvarlig å la elevene holde på med på egenhånd (Masaryk & Masaryk, 2015). Dette kan for eksempel handle om forsøk hvor det er behov for høy konsentrasjon av en sterk syre for at det skal være en synlig effekt. Det kan også være snakk om eksperimenter som vanligvis tar lang tid (Masaryk & Masaryk, 2015).

En fordel med demonstrasjonsforsøk fremfor elevforsøk er at det tar kortere tid (Masaryk & Masaryk, 2015). Gjennomføring av et elevforsøk er gjerne tidkrevende, uten at det nødvendigvis er så stort faglig læringsutbytte. Til tross for dette er det også viktig med praktiske ferdigheter i kjemi, ettersom kjemi også regnes som et praktisk fag (Abrahams & Millar, 2009; Masaryk & Masaryk, 2015). Demonstrasjonsforsøk kan brukes i tillegg til vanlig gjennomgang av nytt stoff. I dette tilfellet handler det ikke om å gjøre et demonstrasjonsforsøk i stedet for et elevforsøk. Det vil heller sørge for at elevene får noen knagger å henge det teoretiske som blir gjennomgått på (Hannisdal & Ringnes, 2013). Her kan også læreren legge fokuset på de aspektene som er særlig sentrale ved demonstrasjonsforsøket, i stedet for at elevene velger å fokusere på ting som ikke er like

relevant for forsøket (Masaryk & Masaryk, 2015). Dette er noe som påpekes av Abrahams og Millar (2009) som er utfordring ved praktisk arbeid. Elevene kan lære seg årsaker til naturlige prosesser, sammenhenger og forholdet mellom dem og forsøke å forklare det observerte fenomenet. Dette kan hjelpe dem å forstå aspekter ved kjemi som ellers er vanskelig å forstå (Masaryk & Masaryk, 2015).

I en studie som ble gjennomført i Slovenia, ble det sammenliknet læringsutbytte til elever som gjorde elevforsøk, sammenliknet med elever som hadde undervisning hvor læreren gjennomførte et demonstrasjonsforsøk (Logar & Savec, 2011). For elevene som fulgte med på demonstrasjonsforsøket innebar dette å ta en aktiv rolle ved å observere, skrive resultater og løse oppgaver relatert til eksperimentet. Resultatene viser at læreutbyttet var like bra eller bedre ved gjennomføring av demonstrasjonsforsøk sammenliknet med elevforsøk. Både 2 uker og 5 måneder etter elevforsøk eller demonstrasjonsforsøk viser det seg at elevene som har fått demonstrasjonsforsøk husker bedre det teoretiske som ble gjennomgått sammenliknet med elevene som gjorde eksperimentet selv. Det kommer også frem i studien at elevene syntes det er mer motiverende å jobbe med elevforsøk fremfor demonstrasjonsforsøk, og det konkluderes derfor med at det er nyttig å ta i bruk både demonstrasjonsforsøk og elevforsøk i kjemiundervisningen. Enkelte elever påpekte også at det kunne være vanskelig å følge med på demonstrasjonsforsøk dersom det var en stor gruppe med elever (Logar & Savec, 2011).

Abrahams (2009) kommer frem til i en studie at praktisk arbeid kan føre til kortvarig motivasjon i faget, men at det ikke nødvendigvis fører til at elevene blir mer motivert i faget over et lengre tidsperspektiv. Det påpekes at praktisk arbeid er noe som elevene kan foretrekke fremfor andre aktiviteter slik som lesing og gjøre oppgaver (Abrahams, 2009).

## 2.5 Makronivå, mikronivå og symbolsk nivå

Det sies at kjemi kan studeres på et mikronivå, et makronivå eller ved bruk av symboler. Dette er fordi kjemiske prosesser som observeres eller måles på et makronivå, skyldes reaksjoner mellom atomer/molekyler/ioner på mikronivå og symboliseres ved hjelp av reaksjoner, modeller og/eller likninger (Johnstone, 2000). Johnstone (2000) hevder at det er viktig å bytte mellom de ulike representasjonene for å kunne få en god forståelse for kjemi. Dersom de tre ulike nivåene kun læres hver for seg, kan det føre til en splittet forståelse for elevene (Treagust et. al., 2003). Dette er fordi det ikke er sikkert at de forstår hva som ligger bak ulike kjemiske fenomener.

I en studie gjennomført av Jaber & BouJaoude (2011) tyder det på at mange elever bruker terminologi som hører til makronivået til å beskrive noe som skjer på mikronivået, samtidig som de fleste elevene klarer å se sammenhenger mellom makronivå og kjemiske reaksjoner. I den samme studien kommer det frem av undervisning med fokus på mikro- og makronivå, samt symbolikk fremmer en relasjonell forståelse av kjemi (Jaber & BouJaoude (2011)). I en annen studie av Dolfing et. al. (2011) beskrives benyttelse av makro- og mikronivå som viktig for å kunne forstå en spesifikk kontekst. I Coll et. al. (2005) hevdes det at læreren må være bevisst på forskjeller på modeller og fenomener, ettersom en del elever kan få feiloppfatninger om hva fenomenet går ut på dersom modellene tas for bokstavelig. Bruk av modeller i kjemiundervisningen kan derfor anses som både nyttige og en felle for misoppfatninger dersom svakhetene ved modellen ikke presiseres (Coll et al., 2005).



## 3 Utvikling av undervisningsopplegg

### 3.1 Bakgrunn for undervisningsopplegg

I denne delen vil jeg presentere en teoretisk bakgrunn for undervisningsopplegget «et dypdykk i tropiske korallrev». Først vil det være en generell forklaring av hva miljøet er, før en dypere forklaring av klima- og miljøutfordringer knyttet til tropiske korallrev, samt hvilken betydning tropiske korallrev har for økonomiske og sosiale dimensjoner.

Miljøet består av fem ulike sfærer, deriblant atmosfæren (luft), hydrosfæren (vann), geosfæren (jord og sediment) og biosfæren (det som lever), som alle interagerer med hverandre (Manahan, 2017). Den menneskelige påvirkningen av miljøet er så stor at det har blitt kalt for den femte sfæren, antroposfæren, som vil si den delen av miljøet som er menneskeskapt og som menneskene påvirker (Manahan, 2017). Et eksempel på dette er brenning av fossile brensler og brenselmotorer som danner nitrogenoksider, svoveldioksid og hydrogensulfid, dette oksiderer i atmosfæren og reagerer med vann og danner sterke syrer slik som salpetersyre ( $\text{HNO}_3$ ) og svovelsyre ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) (Manahan, 2017). Dette kan falle ned som sur nedbør og påvirke hydrosfæren, geosfæren og biosfæren (Manahan, 2017).

I denne studien har jeg valgt fokus på hydrosfæren, med nær tilknytning til atmosfæren og biosfæren, og nærmere bestemt habitatet tropisk korallrev. Valget baserer seg på at død av korallrev er noe som har vært tema i nyheter og en rekke dokumentarer, og det kan derfor tenkes at elevene har hørt om temaet fra før av. Død av tropiske korallrev har store økologiske konsekvenser, som igjen kan ha konsekvenser for både sosiale og økonomiske forhold (Kaiser, et al., 2020).

#### 3.1.1 Klima- og miljøutfordringer knyttet til det tropiske korallrevet.

Tropiske korallrev er blant de mest diverse og de mest produktive samfunnene i det marine miljøet (Kaiser et al., 2020). Koraller danner kalksteinformasjoner som kan være flere tusen kilometer lange og flere hundre meter dype, og støtter et stort biologisk mangfold. Til tross for dette er det blant de mest sensitive habitatene for menneskelig aktivitet (Kaiser et al., 2020).

Til vanlig lever tropiske koralldyr i symbiose med zooxanthellae (en type alge), som driver fotosyntese (Kaiser et al., 2020). Koralldyrene får det meste av energien sin herfra. Generelt ved stressende forhold, slik som ved økt temperatur, støter koralldyret ut algen. Da mister korallene fargen, og det som er etterlatt er eksoskjelettet som har en hvit farge. Uten symbiose med den fotosyntetiserende algen får korallene lite næring. Dette fører til reduksjon i vekst og reproduksjon. Dersom temperaturen synker kan algene bli tatt opp av koralldyret igjen, og koralldyret får igjen tilstrekkelig med næring. Dersom dette ikke er tilfellet, vil koralldyrene etter en liten periode dø. I deler av verden kan korallbleiking skje på de varmeste tidene av året uten at korallene dør, men det har likevel vært enkelte deler i verden hvor temperaturen har vært for høy så lenge at korallene har dødd (Kaiser et al., 2020).

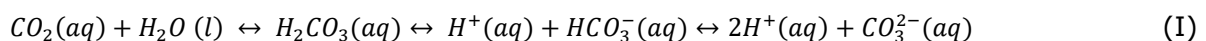
Atmosfæren har en temperaturregulerende effekt, som skyldes infrarøde absorberende kjemikalier, som involverer vanndamp, karbondioksid, metan og ozon (Manahan, 2017). Disse kjemikaliene absorberer infrarød stråling, og reflekterer deretter noen av de infrarøde stålene ut i rommet, mens noen reflekteres tilbake til jordoverflaten (Manahan, 2017). Denne mekanismen skaper drivhuseffekten og sørger for at jordens overflate holder en levelig temperatur. Gjennomsnittlig overflatetemperatur på jorden er 15 grader

celsius på grunn av drivhuseffekten, og ville vært omtrent -18 grader celsius dersom drivhuseffekten ikke eksisterte (Manahan, 2017).

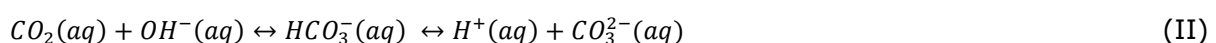
Nå er det en bekymring at infrarød-absorberende CO<sub>2</sub> som frigjøres til atmosfæren ved bruk av fossile brensler vil føre til en økt drivhuseffekt og føre til temperaturer som overskrider det optimale på jorden (Manahan, 2017). Dette har potensiale til å forårsake global oppvarming og betydelige klimaendringer på jorden. Atmosfærisk karbondioksid øker med 2 ppm i volum per år, og er snart doblet siden før den industrielle revolusjon (Manahan, 2017).

Mange koraller har evolvert under svært stabile forhold, og er derfor svært sensitive for små endringer av temperatur (Kaiser et al., 2020). Optimal temperatur er omtrent 26-28 grader celsius, og temperaturer som overskrider dette med 2-3 grader kan føre til korallbleking (Kaiser et al., 2020).

Dette er ikke de eneste utfordringene de tropiske korallrevene møter. Siden den industrielle revolusjonen har havet tatt opp omtrent én tredjedel av alt CO<sub>2</sub>-utslipp til atmosfæren (Kaiser et al., 2020). En økt konsentrasjon av CO<sub>2</sub> forstyrrer den naturlige bufferkapasiteten som er i havet, og siden den industrielle revolusjonen har pH i havet blitt redusert fra 8.16 til 8.05. Disse endringene er de største som har vært på 300 millioner år. Havet blir surere ettersom det er en større mengde CO<sub>2</sub> i havet som videre reagerer. Dette er en likevekstreaksjon, og dersom man leser reaksjonslikning I fra høyre til venstre vil det produseres CO<sub>2</sub>. I Kaiser et. al. (2020) er reaksjonslikning I beskrevet. Reaksjonslikning forklarer at det dannes karbonsyre når oppløst CO<sub>2</sub> reagerer med vann. Videre vil karbonsyre dissosiere videre til protoner, bikarbonat og karbonat. En samlet likevekt for disse kjemiske reaksjonene er vist i reaksjonslikning I.



I en studie av Rydning og Uggerud (2014) kommer de frem til at vann i seg selv ikke er involvert i forsuring av havet og at det ikke dannes karbonsyre som et mellomprodukt. De foreslår at reaksjonen mellom oppløst karbondioksid i vannet reagerer med hydroksidion dirkete og danner bikarbonat som vist i reaksjonslikning II. Årsaken til dette er at konsentrasjonen av karbonsyre er så minimal at den ikke er viktig.



Organismene som har størst risiko ved havforsuring er marine kalkdannende organismer som biomineraliserer karbonat- og kalsium-ioner til å danne kalsiumkarbonat-skjelett eller skjellstrukturer (Kaiser et al., 2020). Når det blir mer CO<sub>2</sub> i havet vil sjøvannets naturlige bufferkapasitet føre til at karbonat reagerer med proton fremfor kalsium, slik at den stabile formen bikarbonat dannes. Det er altså tilgjengeligheten av karbonationer som avgjør om organismene kan danne vitalt kalsiumkarbonat eller ikke. Det er flere faktorer som avgjør tilgjengeligheten av karbonationer. Generelt er det mindre mettet på dypere og kaldere vann. De siste 200 årene har det imidlertid vært en endring som har gjort at organismer som lever 50-200 meter nærmere vannoverflaten enn tidligere ikke kan biomineralisere som vanlig. Dersom det fortsetter på denne måten vil heller ikke tropiske korallrev kunne biomineralisere som normalt ved enden av dette århundret (Kaiser et al., 2020).

I tillegg til at det tropiske korallrevet har et enormt biologisk mangfold, utgjør det også grunnlaget for levebrødet og hovedkilden til protein i mange av de fattigste delene i verden (Kaiser et al., 2020). Tropiske korallrev sørger også for tiltrekning av turister og

har derfor mye å si for økonomi enkelte steder i verden. Som et eksempel har Australia en årlig inntekt på 700 millioner US dollars knyttet til Great Barrier reef (Kaiser et al., 2020). Tap av tropiske korallrev har derfor både miljømessige, økonomiske og sosiale konsekvenser.

### 3.1.2 Forsøk i forbindelse med tropiske korallrev

Tidligere er det gjennomført/utviklet flere undervisningsopplegg knyttet til tropiske korallrev. Videre presenteres utdrag fra tre undervisningsopplegg som er utviklet av Kelley et. al. (2015), Bruno et. al. (2011) og Skaugrud (2014). De tre undervisningsoppleggene er knyttet til elevforsøk som er utviklet i forbindelse med kjemiske prosesser knyttet til tropiske korallrev.

På en amerikansk skole ble det gjennomført et elevforsøk tilpasset 7-9 trinn knyttet til tropiske korallrev (Kelley et al., 2015). Dette innebar et eksperiment som gikk over tre uker. Elevene plasserte et sneglehus av kalsiumkarbonat i en løsning med pH 5. For hver uke målte elevene massen til sneglehuset. Her samlet elevene data og skrev rapport på bakgrunn av målingene som ble gjort av massen til sneglehusene (Kelley et al., 2015).

Et annet undervisningsopplegg som ble utviklet i USA, baserte seg på flere elevaktiviteter hvor elevene selv fikk utvikle hypoteser, gjennomføre eksperimenter, samle inn og tolke data (Bruno et al., 2011). Et av eksperimentene elevene gjennomførte innebar å tilsette eddiksyre til korallsand. I dette eksperimentet ville det begynne å bruse som følge av produksjon av CO<sub>2</sub> ved oppløsning av korallsanden. I et annet eksperiment innenfor det samme undervisningsopplegget ble det produsert CO<sub>2</sub> i to ulike flasker ved å ta i bruk gjær og vann. Fra den ene flasken hvor det ble produsert CO<sub>2</sub> ble gassen ført inn i et instrument som målte mengden CO<sub>2</sub> i lufta. Dette skulle representere mengden med CO<sub>2</sub> i atmosfæren. Fra den andre flasken ble produsert CO<sub>2</sub> ført inn i et kammer med vann og en pH måler. Her kunne elevene se at etter hvert som mengden CO<sub>2</sub> i «atmosfæren» økte på det ene instrumentet ble også pH i det andre instrumentet lavere. Disse målingene brukte elevene videre til å diskutere funn knyttet til havforsuring (Bruno et al., 2011).

I anledning massevirkningsloven 150 år, ble det utviklet et elevforsøk som kan gjennomføres i grunnskolen av Brit Skaugrud ved skolelaboratoriet, kjemisk institutt ved universitetet i Oslo (Skaugrud, 2014). I dette forsøket brukes et sugerør for å blåse CO<sub>2</sub> fra utånding ned i et beger med vann med BTB (indikator). Her kan elevene følge med på at indikatoren blir gul når CO<sub>2</sub> blåses ned i vannet som følge av at vannet blir surere med mer CO<sub>2</sub> i vannet.

## 3.2 Begrunnelse for undervisningsopplegg

I denne delen vil jeg begrunne undervisningsopplegget som er laget med en teoretisk forankring.

Slik som det fremstår i LK20 er det økt fokus på bærekraftig utvikling i skolen, og det er mange kompetansemål om bærekraft som er knyttet til naturfaget i skolen. Av disse kompetansemålene er det ingen av dem som er knyttet til kjemi. Dette til tross for at kjemi har en sentral rolle i utdanning for bærekraftig utvikling (Burmeister & Eilks, 2012). Målet er derfor å utvikle et opplegg med fokus på kjemiske prosesser knyttet til en spesifikk klima- og miljøutfordring.

Jeg har laget et undervisningsopplegg som jeg har valgt å kalle *Et dypdykk i det tropiske korallrevet* som omhandler hvilke endringer som skjer med tropiske korallrev knyttet til

økt CO<sub>2</sub>-utslipp. Dette inkluderer både at økt CO<sub>2</sub>-utslipp fører til at temperaturen på jorden øker og at økt CO<sub>2</sub> utslipp fører til at havet blir surere. Det er kun fokus på én type habitat; det tropiske korallrevet og konsekvensene økt utslipp av ett type stoff har. Dette valget er tatt for at det ikke skal bli for overveldende for elevene, og at de skal få muligheten til å forstå at bare CO<sub>2</sub> har flere konsekvenser. Undervisningsopplegget fokuserer i stor grad på kjemiske prosesser knyttet til havforsuring og hvilke konsekvenser dette har for kalkdannende organismer.

I denne studien er det kun valgt å fokusere på å lage en skoletime hvor fokuset er på kjemiens plass i utdanning for bærekraftig utvikling. I FN-sambandet presenteres tre ulike dimensjoner ved bærekraftig utvikling, hvor de tre perspektivene er Klima og miljø, økonomi og sosiale forhold (Sambandet, 2020a). Alle disse tre dimensjonene må ses i sammenheng for å forstå helheten av hva en bærekraftig samfunnsutvikling innebærer. Det er også vist at tap av tropiske korallrev ville hatt konsekvenser både for biologisk mangfold og for matforsyning til en ellers fattig befolkning og økonomi til land som tjener godt på turisme knyttet til tropiske korallrev (Kaiser et al., 2020, s. 322). Ved en videreførelse av undervisningsopplegget kan det tenkes at det ville vært fint å diskutere de økonomiske og sosiale aspektene knyttet til tropiske korallrev. Til tross for dette er det perspektivet på klima og miljø som tar størst plass i denne studien, med potensialet til videreførelse med større fokus på sosiale og økonomiske perspektiver knyttet til tropiske korallrev.

Kjemi er noe som gjerne er abstrakt for elevene og er noe som i liten grad er knyttet opp med deres hverdagsforestillinger (Osborne & Collins, 2001). Noe av det jeg ønsker å undersøke i denne studien om demonstrasjonsforsøk kan ha en effekt på elevens forståelse av det teoretiske som blir gjennomgått i undervisningen. Det er derfor laget et demonstrasjonsforsøk som skal vise elevene hva som skjer når havet blir surere. Her er det hentet inspirasjon fra undervisningsopplegget som ble utviklet av Bruno et al. (2011) hvor elevene målte pH i vannet som ble tilført CO<sub>2</sub> og jubileumsforsøket hvor indikator ble brukt for å se forskjell på pH når CO<sub>2</sub> ble blåst ned i vannet (Skaugrud, 2014). I undervisningsopplegget skal lærer gå gjennom de kjemiske prosessene som skjer og vise reaksjonslikninger for hva som skjer når det blåses CO<sub>2</sub> ned i glasset med vann. Til tross for at karbondioksid hovedsakelig reagerer med hydroksidion og ikke vann, er det i dette undervisningsopplegget valgt å ta utgangspunkt i reaksjonslikning I (side 19) ettersom det kan tenkes at dette er enklere for elevene å forstå (Kaiser et al., 2020; Ryding & Uggerud, 2014). Samtidig skal lærer ha indikator (BTB) i et glass med vann og blåse ned i glasset for å vise elevene at det samme reaksjonen skjer i glasset som den reaksjonen som læreren har beskrevet for elevene.

I tillegg til dette demonstrasjonsforsøket skal det være et til demonstrasjonsforsøk som tar inspirasjon i forsøket utviklet av (Kelley et al., 2015). Dette forsøket ble imidlertid gjort over en tre ukers periode og pH i dette vannet var på 5. Ettersom det blir laget et undervisningsopplegg som skal være gjennomførbart på 45 minutter, er det behov for at reaksjonen skal skje litt raskere. Derfor er det valgt å ta i bruk 35% eddik, slik at reaksjonen skal skje litt raskere og at reaksjonen vil være synlig for elevene. Det at syren som blir tatt i bruk er såpass konsentrert gjør at det er greit at det kun er lærer som håndterer og ikke alle elevene (Kelley et al., 2015).

Inn imellom teoretisk gjennomgang og demonstrasjonsforsøk vil det være diskusjonsoppgaver knyttet til gjennomgangen og demonstrasjonsforsøkene. Årsaken til dette er at elevene får muligheten til å være mer aktive, i tillegg til at de må anvende det

som nettopp har blitt gjennomgått. Det er flere elever som vet at det er noe som burde gjøres med klima- og miljøutfordringene, uten at de selv vet hva det er de faktisk kan gjøre for utfordringene (Ojala, 2007). For at elevene skal kunne handle bærekraftig, som det blir beskrevet i LK20 at elevene skal kunne, er det i Sinnes (2015) beskrevet seks kompetanser elevene trenger. To av kompetansene er fremtidstenkning og tro på at fremtiden blir god å leve i og handlingskompetanse (Sinnes, 2015, s. 42; Utdanningsdirektoratet, 2020b). Derfor blir det i slutten av timen satt i gang en diskusjon hvor elevene skal diskutere hva den enkelte kan gjøre for det tropiske korallrevet. Målet her er at elevene skal forstå at det fortsatt er mulig å gjøre noe med utfordringene og at det enkelte mennesket kan bidra litt når det kommer til å bedre utfordringene.

### 3.3 Undervisningsopplegg: Et dypdykk i det tropiske korallrevet

I denne delen vil jeg kort presentere undervisningsopplegget som er utviklet i forbindelse med denne studien. Bakgrunnen for undervisningsopplegget er beskrevet i delkapittel 3.1 og begrunnelse for undervisningsopplegget forankret i teori er beskrevet i delkapittel 3.2. Undervisningsopplegget er beregnet til en 10. klasse som har litt forkunnskaper innenfor kjemi og bærekraftig utvikling fra før av. Undervisningsopplegget er beregnet å ta omtrent 45 minutter, med mulighet til forlengelse.

Som en introduksjon til temaet vil det først være en presentasjon av hva et tropisk korallrev er. I denne delen inngår det at koralldyret i seg selv er bløtt, men at det har et hardt ytre eksoskjelett som er laget av kaliumkarbonat. Det beskrives også at tropiske koraller lever i symbiose med alger som gir fargen og at korallene får mesteparten av energien fra algene som har fotosyntese. Det beskrives også i denne delen at korallene skaper grunnlaget for et stort biologisk mangfold.

Videre er det fokus på kjemiske prosesser og dette starter med en forklaring og tilhørende figurer om hva som skjer med havet når det blir mer CO<sub>2</sub> i atmosfæren. Her beskrives det at karbondioksid reagerer med vann og danner karbonsyre, som dissosierer videre til bikarbonat og karbonat. I tillegg til forklaringer er det reaksjonslikninger og kulemodeller.

Samtidig som denne forklaringen foregår er det et demonstrasjonsforsøk som bli vist for elevene. Det vil være et glass med vann og Bromtymolblått (BTB). Lærer blåser med et sugerør ned i glasset til BTB endrer farge til gul. Lærer beskriver at det er det samme som skjer nede i glasset som skjer i havet når det blir større konsentrasjon av CO<sub>2</sub> i atmosfæren.

Videre viser lærer med reaksjonslikninger at hydrogenion fra det sure vannet kan reagere med karbonatet i kaliumkarbonat slik at kalsiumkarbonat løses opp. Her blir det også brukt kulemodeller i tillegg til reaksjonslikningene.

Videre gjennomføres det et nytt demonstrasjonsforsøk, hvor lærer setter fram to store begerglass. Ett med rent vann og ett med 35% eddiksyre. I begge glassene slippes det ned et skjell. Skjellet som er lagt i 35% eddiksyre begynner synlig å løses opp, i tillegg til at det produseres gass slik som reaksjonslikning I (side 19) viser. Her beskriver lærer ved hjelp av reaksjonslikningene hva det er som skjer i glasset.

Videre skal elevene snakke sammen i grupper om en diskusjonsoppgave. De skal med bakgrunn i det som er vist og fortalt til dem, diskutere hva de tror kommer til å skje med korallene dersom havet blir surere. Elevene diskuterer først i små grupper og videre deler gruppene hva de har snakket om til resten av klassen.

Videre beskriver lærer hva som skjer med korallene når temperaturen på jorden øker som en følge av en forsterket drivhuseffekt. Lærer forklarer at koralldyret støter ut algen og mister fargen. Etter en tid uten symbiose med algen vil koralldyret sulte og dø.

Etter dette får elevene et spørsmål som de skal diskutere i grupper. «Kan menneskene gjøre noe med disse utfordringene?». Elevene skal først diskutere i mindre grupper før det tas opp i plenum i en samtale ledet av lærer.

Utklipp fra PowerPoint-presentasjonen og lærerveiledning brukt i forbindelse med gjennomføringen av dette undervisningsopplegget er vist i vedlegg 1.

## 4 Metode

### 4.1 Vitenskapsteoretisk ståsted

Det vitenskapelige ståstedet i denne studien bærer preg av sosiokulturell og pragmatisk praksis. Dette kommer blant annet av hvilke aktiviteter det er valgt å legge vekt på ved utvikling av undervisningsopplegget som brukes i denne studien. I de neste to avsnittene beskrives det hvordan hver av de to praksisene kommer frem i studien.

I det sosiokulturelle perspektivet har læreren en viktig rolle i å gjøre abstrakte begreper tilgjengelige i samspill med elevene og koble dette til det som elevene allerede behersker (Säljö, 2016). Lærer må derfor ha kunnskap om hva elevene kan fra før av og gi elevene god støtte, slik at fenomener som kan virke abstrakte kan være enklere å forstå. I denne studien er det et ønske å finne ut hvordan noe som kan oppleves som abstrakt kan bli enklere å forstå. Ettersom elevene også lærer i samtale med hverandre er det lagt opp til at elevene mellom korte teoribaserte økter skal diskutere med hverandre i små grupper. Ved at elevene kommer med innspill kan de andre ta dette til seg, denne prosessen er noe som Vygotsky beskriver som *appropriasjon* (Säljö, 2016).

I tillegg er det i denne studien elementer fra John Dewey og pragmatisme. Dewey mente at begreper presiseres og spesifiseres gjennom kommunikasjon og læring (Säljö, 2016). Dewey hadde særlig fokus på at vitenskapen hele tiden utvikler seg og at skolen derfor ikke kan henge med på den raske kunnskapsutviklingen. Derfor beskriver Dewey hvordan undervisningen bør legges opp slik at den også støtter at kunnskapen er dynamisk i et foranderlig samfunn. Dewey påpeker at vi lærer best når vi stilles overfor et problem som man gjennom et aktivt engasjement prøver å løse (Säljö, 2016). I diskusjonsoppgavene i undervisningsopplegget er det presentert problemer som elevene i gruppens fellesskap og senere resten av klassen skal prøve å finne svar på. På denne måten lærer elevene gjennom undersøkelse av et problem.

### 4.2 Utvalg

Denne studien er foretatt i to tiende-klasser ved en middels stor skole i Midt-Norge. Klassene undervises av samme lærer i naturfag. Læreren som deltar i studien, har naturfagsbakgrunn og har flere års erfaring som naturfagslærer. I klasse 1 er det 13 elever og i klasse 2 er det 11 elever. Videre vil jeg omtale klassene som gruppe 1 og gruppe 2. Begge gruppene skal i utgangspunktet ha hatt den samme undervisning tidligere. Det er derfor rimelig å anta at elevene i gruppe 1 og gruppe 2 har omtrent det samme utgangspunktet før "et dypdykk i det tropiske korallrevet" gjennomføres i gruppene.

Undervisningsopplegget gjennomføres av læreren som elevene har i naturfag til vanlig. Dette har jeg valgt ettersom jeg ønsker mest mulig autentiske svar. Årsaken til dette er at en utenforstående observatør kan medføre endret adferd hos elevene. En slik endringen av atferd på grunn av en observatør kalles *kontrolleffekten* (Ringdal, 2018).

Læreren skal gjennomføre det samme undervisningsopplegget i gruppe 1 og gruppe 2, hvor den eneste forskjellen er at gruppe 1 får demonstrasjonsforsøk i tillegg til forklaringer av de kjemiske prosessene. Dette gjøres for å kunne besvare forskningsspørsmål 1 om bruk av demonstrasjonsforsøk kan støtte elevene i forståelsen av kjemiske prosesser knyttet til klima- og miljøutfordringer. Undersøkelsen er godkjent av Norsk senter for forskningsdata (NSD).

Forutsetninger for innsamling av empiri etter at undervisningsopplegget er gjennomført i klassene er at begge klassene i en periode før gjennomføring av undervisningsopplegget har hatt fokus på kjemiske reaksjoner. Dermed har elevene i begge klassene et grunnlag for å forstå de kjemiske reaksjonslikningene som presenteres med eller uten demonstrasjonsforsøk. I tillegg til dette har også elevene hatt om bærekraftig utvikling året i forveien. Det kan derfor tenkes at en god del av elevene har med seg forkunnskaper når undervisningsopplegget gjennomføres.

### 4.3 Forskningsdesign

For å kunne besvare forskningsspørsmålene i denne studien, er det ønskelig med lærerens perspektiv, i tillegg til en sammenlikning av elevenes forståelse etter endt undervisningsopplegg. Det første forskningsspørsmålet vil besvares ved både lærer og elevs perspektiv, mens de to andre vil kun besvares ved hjelp av lærers perspektiv. Det er derfor valgt en kombinasjon av en kvalitativ og kvantitativ metode, som er hovedretningene innen samfunnsvitenskapelige metoder (Ringdal, 2018). En studie som består av både kvalitative og kvantitative deler kalles for mixed methods (Hesse-Biber et al., 2015). Empiri vil samles ved hjelp av et dybdeintervju av lærer og spørreundersøkelse av elevene.

I denne studien ønsker jeg å ha størst fokus på lærers perspektiv, altså den kvalitative delen. Dette skal støttes opp med hva elevene sitter igjen med, altså støtte fra den kvantitative. Dette kalles for en kvalitativ dreven mixed method, hvor den kvalitative delen tar den dominante rollen av studien (Hesse-Biber et al., 2015). Dersom de to delene av studien har overlappende deler kan det sammenliknes (Hesse-Biber et al., 2015). I denne studien omhandler både den kvalitative og kvantitative delen demonstrasjonsforsøk, og skal derfor sammenliknes. På denne måten kan den kvantitative delen sørge for høyere validitet til den kvalitative delen, og potensielt sørge for en mer kompleks forståelse av de kvalitative resultatene (Hesse-Biber et al., 2015).

### 4.4 Datainnsamling

#### 4.4.1 Dybdeintervju

For den kvalitative delen er målet å undersøke hvordan læreren som gjennomfører undervisningsopplegget opplever undervisningssituasjonen. Postholm (2010, s. 68) beskriver «når man intervjuer mennesker kan det bety at man får tak i deler av en annens persons liv som det ville vært vanskelig å fange opp på andre måter». Derfor ønsker jeg å benytte intervju for å få tilgang på lærerens tanker.

Det er ulike måter man kan gjennomføre et intervju på, hvor en av dem er dybdeintervju som skal benyttes i denne studien (Postholm, 2010; Tjora, 2021). Her er det noen spørsmål som er forhåndsbestemte som vist intervjuguiden i vedlegg 2. Disse spørsmålene er veiledende og sørger for at jeg kommer inn på forskningsspørsmålene. I et dybdeintervju er det i tillegg rom for at forskningsdeltakere kan ta opp ting som anses som relevante (Postholm, 2010). På denne måten kan forskningsdeltageren være med på å styre hvilken retning intervjuet tar (Postholm, 2010). I et dybdeintervju er målet å skape en relativt fri samtale hvor man kommer innom noen forhåndsbestemte temaer (Tjora, 2021). For å oppnå dette er spørsmålene i intervjuguiden nokså åpen, slik at informanten kan gå i dybden dersom det er mye som anses som relevant innenfor det aktuelle spørsmålet (Tjora, 2021). Ved å tillate digresjoner fra informanten kan man komme inn på inn på ting som anses som sentralt for informanten, og det kan vise seg at dette er av relevans senere i studien (Tjora, 2021). For at jeg skal klare å stille gode og



uplanlagte oppfølgingsspørsmål underveis, må jeg være til stede i samtalen, slik som beskrevet i Postholm (2010). Av den grunn kan det være hensiktsmessig å ta opp lyden fremfor å notere underveis i intervjuet (Postholm, 2010). Det ble tatt lydopptak av intervjuet, som ble slettet etter at det var transkribert.

#### 4.4.2 Spørreskjema

Innenfor samfunnsvitenskapen er spørreskjema den mest brukte datainnsamlingsmetoden (Ringdal, 2018). I spørreskjemaet i denne studien vil det unngås flerdimensjonale spørsmål som det er forklart i Ringdal (2018), slik at svarene til respondenten er entydig. I tillegg vil ikke spørsmålene være verdilada, ettersom det kan føre til at respondentene trekkes mot en retning, noe som vil gi et uriktig bilde av hva respondentene faktisk mener (Ringdal, 2018). I en spørreundersøkelse kan det være både åpne og lukkede spørsmål, men i en spørreundersøkelse er de aller fleste spørsmålene lukkede som vil si at det er faste svaralternativer (Ringdal, 2018). Spørsmål som er åpne kan gi rik informasjon som kan analyseres på den samme måten som kvalitativ data, og kan i tillegg kodes til kategorier for kvantitativ analyse (Ringdal, 2018).

#### 4.4.3 Pilotundersøkelsen

En pilotundersøkelse kan beskrives som en mindre versjon av den tenkte studien for å se om det man har tenkt å gjøre er mulig å gjennomføre i praksis (Robson & McCartan, 2016). Derfor ble det gjennomført en pilotundersøkelse for spørreundersøkelsen som ble gjennomført i gruppe 1 og gruppe 2, oktober 2021. Årsaken til at dette ble gjort var for å sikre at spørsmålene i spørreundersøkelsen ble formulert på en god måte og for å se om undersøkelsen ga svar på det jeg faktisk ønsket å finne ut av. Pilotundersøkelsen inneholdt spørsmål som ikke var knyttet til det elevene skal svare på i selve studien, men om det temaet elevene holdt på med i perioden de svarte på pilotundersøkelsen.

Pilotundersøkelsen inneholdt tre ulike typer spørsmål; kortsvar, flervalg og påstand. Alle spørsmålene hadde det samme innholdet. Flest elever fikk riktig på påstandsoppgavene. Det kan tenkes at dette har en sammenheng med at det her bare er to svaralternativer (utover «vet ikke»). Ved gjetting er det stor sannsynlighet for å gjette det riktige svaralternativet. På kortsvarsoppgaven var alle svarene ulike og det var derfor nødvendig å kategorisere svaralternativene dersom disse skulle behandles kvantitativt. Utover dette kunne også kortsvarsoppgaven med samme innhold forklare hvorfor elevene valgte det alternativet de valgte i flervalgsoppgaven. Ettersom flervalgsspørsmålet hadde omtrent samme innhold som et av flervalgsspørsmålene, kunne heller kortsvars spørsmål bli brukt i tillegg for å få større innsikt i hvorfor eleven ga det svaret.

I forbindelse med pilotundersøkelsen fikk også elevene utdelt et ark hvor de skulle svare på spørsmål knyttet til spørreundersøkelsen. Dette var for å undersøke om spørreskjemaet inneholdt vanskelige ikke-faglige ord, om spørsmålene var tydelige og om de svarte «vet ikke» eller gjettet dersom de ikke visste svaret.

Analysen av spørsmålene viser at flertallet av informantene gjetter et alternativ i stedet for å svare «vet ikke» dersom informant ikke vet svaret. Dette er uheldig og ble tydeliggjort da den virkelige spørreundersøkelsen ble levert ut. Selv om dette ikke er en garanti for at ingen vil gjette, kan det tenkes at færre vil gjette. Fra pilotundersøkelsen kommer det også frem at de aller fleste forstod formuleringene til spørsmålene.

Resultater og erfaringer fra pilotundersøkelsen er tatt i betraktning ved utforming av spørreundersøkelsen benyttet i studien. Spørreundersøkelsen vil hovedsakelig bestå av

flervalgsspørsmål da dette gjør det enkelt å sammenlikne de to ulike elevgruppene. I tillegg vil det være ett kortsvarsspørsmål, som kan behandles kvantitativt eller kvalitativt. Påstand vil ikke bli benyttet i det hele tatt. Det vil presiseres at det er bedre å svare "vet ikke" enn å gjette, det vil ikke bli brukt unødvendige ikke-faglige ord som er vanskelige og de fleste spørsmålene vil være flervalg. Ledende og verdilada spørsmål unngås. Spørreskjemaet som elevene skal fylle ut etter gjennomføring av undervisningsopplegget er vist i vedlegg 3.

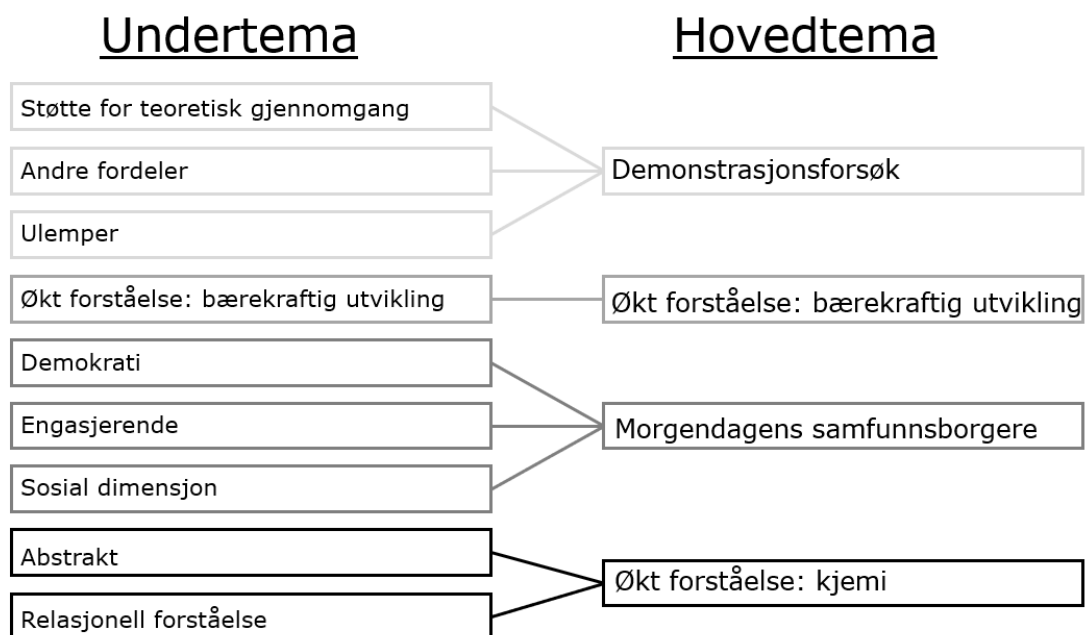
## 4.5 Analysemetode

### 4.5.1 Induktiv tematisk analyse

For å analysere intervjuet av læreren vil jeg gjøre en tematisk analyse. Tematisk analyse innebærer å identifisere, analysere og rapportere mønstre (temaer) i data (Braun & Clarke, 2006). De ulike temaene som bestemmes kan være sterkt teoretisk forankret fra start av eller mindre teoretisk forankret (Braun & Clarke, 2006). I denne studien vil analysen være mindre teoretisk forankret. Valget er basert på at fokuset vil være på hvilke tanker læreren som har jobbet flere år i skolen har om temaet, for deretter å se i ettertid om dette kan støttes av eksisterende litteratur.

For å finne de ulike temaene vil jeg ta utgangspunkt i de seks stegene for tematisk analyse presentert i Braun og Clark (2006). De seks ulike stegene er å gjøre seg kjent med dataen, koding, søke etter temaer, vurdere temaene på nytt, analysere innenfor temaene og til slutt skrive rapporten (Braun & Clark, 2006). Ved en induktiv tematisk analyse vil det si at man i utgangspunktet skal opprette koder til datamaterialet uten å være påvirket av eksisterende litteratur, og da sies det at temaene er drevet av dataen (Braun & Clark, 2006). I denne studien vil ikke kodene være forhåndsbestemt, selv om kodingsarbeidet kan være påvirket av teori som er lest i forkant av kodingen.

I den første delen ble det transkriberte intervjuet lest gjennom flere ganger, før det ble notert empirinære koder i marginen av transkripsjonen. Etter at det var dannet koder som beskrev datamaterialet, ble kodene som er i nær tilknytning til hverandre plassert i en gruppe sammen. Dette ble gjort flere ganger, og til slutt endte opp med 13 undertemaer totalt. Ved å vurdere temaene på nytt, viste det seg at flere av disse undertemaene hadde omtrent det samme innholdet, og noen av dem ble derfor slått sammen. Det endte derfor opp med 9 undertemaer som sitatene i intervjuet kunne deles inn etter. Undertemaene er vist på venstre side i figur 4.1. Videre ble de 9 undertemaene tildelt en farge hver og intervjuet ble deretter lest gjennom enda en gang. De ulike sitatene fra informanten ble markert med den fargen som representerte temaet sitatet passet innenfor. Videre ble alle sitatene skrevet over i en tabell, med en kolonne for undertema og en kolonne for sitat. Dette var for at jeg selv skulle ha oversikt i analysearbeidet. Deretter ble de ulike undertemaene plassert sammen innenfor 4 hovedtemaer. Disse temaene er vist til høyere i figur 4.1 nedenfor.



**Figur 4.1:** De 4 hovedtemaene og 9 undertemaene bestemt ved induktiv tematisk analyse.

Tabell 4.1 viser et eksempel på hvordan sitatene var skrevet innenfor ulike undertemaer og hovedtema. Eksempelet viser sitater av læreren i intervjuet innenfor hovedtemaet «Økt forståelse: kjemi» og undertemaet «abstrakt». Hele tabellen er ikke tatt med på grunn av personvern hensyn.

Tabell 4.1: Et eksempel på hvordan sitatene fra transkripsjonen ble ført i tabell innenfor ulike hoved- og undertemaet. Eksempelet viser sitater som ble kodet innenfor undertemaet «abstrakt» og hovedtemaet «Økt forståelse: kjemi».

<b>Økt forståelse: kjemi.</b>	Abstrakt	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Det blir litt abstrakt å forså hva disse modellene betyr uten å vite hva det representerer.</li> <li>- Forsøk er kjempeviktig spesielt i kjemi slik at man kan se at det faktisk skjer en reaksjon.</li> <li>- Kjemi har en tendens til å bli veldig teoretisk og abstrakt og vanskelig å følge med på. Det passer med konkrete eksempler som vi kjenner oss igjen i fra ulike situasjoner i verden.</li> </ul>
-------------------------------	----------	--

#### 4.5.2 Krysstabellanalyse og prosentdifferanser

Flervalgsspørsmålene i spørreundersøkelsen har ulike svaralternativer som ikke er tallfestet. Disse spørsmålene kan derfor behandles på et nominalnivå med flere verdier. En enkel måte å få oversikt over denne dataen på er ved en krysstabellanalyse (Ringdal, 2018). Formålet er å analysere sammenhengen mellom én avhengig variabel og en eller flere uavhengige variabler (Ringdal, 2018). Sammenhengen mellom de ulike statistiske variablene kan beskrives ved hjelp av korrelasjonsmål eller prosentdifferanser. Beregning av prosentdifferanser gjøres ved å beregne prosentandelen som svarte de ulike svaralternativene i de to ulike gruppene for deretter å trekke prosentandelen fra den ene

gruppen fra den andre gruppen. I denne studien vil det gjøres ved å trekke prosentdelen for gruppe 1 fra gruppe 2. Da vil positive verdier si at det er en større prosentandel i gruppe 1 som har gitt et svaralternativ, mens negative verdier vil si at det er større prosentdel i gruppe 2 som har avgitt et svaralternativ. Her kan man anta at to statistiske variabler er uavhengige av hverandre dersom prosentfordelingen er lik eller veldig nær hverandre. Ved ulik prosentfordeling i gruppene viser dette til en statistisk sammenheng eller korrelasjon mellom gruppene (Ringdal, 2018). I denne studien kan disse to variablene beskrives som de ulike elevgruppene og kunnskap etter gjennomføring av undervisningsopplegget. Den faktoren som er ulik er om elevgruppen fikk demonstrasjonsforsøk eller ikke.

Etter gjennomføring av undervisningsopplegget fikk elevene i de to ulike gruppene et spørreskjema som skulle bli fylt ut individuelt. Dette spørreskjemaet inneholdt tre flervalgsspørsmål med fem alternativer på hver og et kortsvarspørsmål. Svaralternativene var kategoriske som vil si at alternativene kun kan studeres ut ifra hvor stor andel av elevene som svarte hva på de ulike spørsmålene. Det blir derfor benyttet en tabell som presenterer prosentandelen på hvor mange elever som svarte de ulike alternativene. I den samme tabellen vil prosentandelen som svarte de ulike alternativene i de to ulike gruppene, samt prosentdifferansen bli presentert.

Det var 13 elever i gruppe 1, og 11 elever i gruppe 2. Spørreskjemaene fra de to ulike gruppene ble sortert i ulike bunker og nummerert. I gruppe 1 fikk elevene tildelt tallene 1-13 og i gruppe 2 fikk elevene tildelt tallene 14-24. Dette ble benyttet for å holde kontroll på de ulike spørreskjemaene under analysen.

Videre ble svarene den aktuelle eleven avga ført inn i Excel. Ved å se på kortsvarspørsmålene gav elevene typisk ett av seks svar. Enten svarte elevene riktig (R), delvis riktig (DR), beskrev korrekt hva som skjer med korallene når temperatur øker og ikke når havet blir surere (ØK), skrev «død» uten begrunnelse eller nærmere forklaring (D), gav blankt svar eller skrev vet ikke. Svarene på alle kortsvarspørsmålene ble kategorisert innenfor én av disse kategoriene.

Antall elever som hadde svart på de ulike alternativene ble først ført inn i en frekvenstabell. Dette ga en oversikt over antall elever som hadde avgitt de ulike alternativene i de to ulike gruppene. Videre ble prosentdelen for hvert av alternativene i hvert av spørsmålene og i de to ulike gruppene beregnet og presentert i tabeller. Hvert av de fire spørsmålene ble analysert hver for seg og til slutt sammenliknet. Dette er vist i delkapittel 5.2.

Ettersom det er så få elever i hver gruppe, kunne antallet elever blitt sammenliknet direkte. Dette kunne kun blitt gjort dersom det var det nøyaktig samme antallet med elever i de to ulike gruppene. Siden det ikke er det nøyaktig samme antallet med informanter i de to ulike gruppene er det likevel presenter som blir benyttet for at gruppene kan sammenliknes direkte.

## 4.6 Etikk

### 4.6.1 Etske retningslinjer Intervju

Som beskrevet tidligere var det hensiktsmessig å spille inn intervjuet og transkribere intervjuet i etterkant. Intervjuet vil ikke holde på noen informasjon om den som blir intervjuet. Ettersom det er et lydopptak, der stemmen kan gjenkjennes er intervjuet

meldepliktig til Norsk senter for forskningsdata (NSD). Læreren som skal intervjues blir tilsendt et informasjonsskriv i forkant av prosjektet hvor det står at læreren har rett til å trekke seg når som helst i prosjektet. Dette er fordi deltakeren skal være informert om hva det innebærer å delta (Ringdal, 2018, s. 61). Informasjonsskrivet ligger i vedlegg 4.

#### 4.6.2 Ethiske retningslinjer Spørreskjema

Spørreundersøkelsen som elevene får utdelt i etterkant av gjennomført undervisningsopplegg skal fylles ut anonymt på papir, uten spørsmål som legger til rette for personlige opplysninger. Ved personopplysninger innebærer dette opplysninger som direkte eller indirekte kan identifisere enkeltpersoner (Ringdal, 2018, s. 63). Ettersom det i spørreundersøkelsen ikke er snakk om opplysninger som på noen måte kan spores tilbake til enkeltpersoner er det heller ikke noe krav om å melde inn dette til NSD. I følge Ringdal (2018, s. 61) skal forskningsprosjekter som inkluderer personer kreve deltakernes informerte og frie samtykke. Elevene ble dermed informert om hva spørreskjemaet skulle brukes til, at det var frivillig å delta og at det skulle være anonymt. I tillegg fikk de beskjed om at de kunne trekke seg når som helst i etterkant av gjennomført spørreundersøkelsen.

#### 4.6.3 Etterprøvbarhet

En del av forskningsetikken omhandler å ha god henvisningsskikk (Ringdal, 2018, s. 67). Dette innebærer at kilder som benyttes skal siteres korrekt slik at det skal være mulig å spore tilbake til kilden. Det skal også være mulig med etterprøvbarhet (Ringdal, 2018, s. 67). For at dette skal være mulig er det viktig å nøye beskrive hva som er gjort og hvilke forutsetninger som ligger til grunn for at resultatene ble som de ble. Det kan tenkes at det samme undervisningsopplegget, med de samme demonstrasjonsforsøkene kunne blitt gjennomført av en annen lærer som har to ulike klasser i naturfag på nytt. Det er imidlertid noen faktorer som da bør være til stede for at det samme resultatet kan forventes igjen. For det første er det sentralt at elevene i forkant av gjennomføringen har lært en del om kjemiske reaksjoner, samt at de har lært om bærekraftig utvikling tidligere. Dersom en liknende studie skulle blitt gjennomført på nytt, er det derfor viktig at disse elevene også hadde hatt forkunnskaper om kjemiske reaksjonslikning og litt kunnskap om hva bærekraftig utvikling er.

Dette er en liten studie hvor det er én lærer, med støtte fra 24 elever fordelt på to ulike klasser, sitt perspektiv på sammenhengen mellom utdanning for bærekraftig utvikling og kjemiundervisning. Det er derfor flere tilfeldigheter som kan føre til at resultatet ble som det ble når utvalget ikke er så veldig stort. Til tross for dette er det forsøkt å beskrive analysemetode så nøyaktig som mulig for å styrke oppgavens reliabilitet, ved at andre skal kunne gjennomføre en liknende type studie så lenge de samme forutsetningene ligger til grunn. Resultatene fra denne studien er fra én lærer og to elevgrupper og er derfor ikke stort nok til å generalisere. Likevel kan funn gjort i studien gi støtte eller ikke til eksisterende litteratur. Oppgavens validitet styrkes derfor ved bruk av litteratur.

### 4.7 Metodediskusjon

Ved planlegging av denne studien ble det begrenset til en lærer og 2 klasser som denne læreren hadde til vanlig. I etterkant av gjennomført undersøkelse viser det seg at det er mange interessante funn til tross for at det er en liten studie. Det blir likevel vanskelig å si om dette er representativt når det kun er snakk om en lærer sitt perspektiv. Likevel er det slik at støtte fra allerede eksisterende litteratur styrker funnene i denne studien.

Ettersom mange av funnene i studien baserer seg på en lærers sitt perspektiv er det klart at validiteten til studien ville vært styrket dersom det var flere lærere og flere klasser som ga grunnlaget til studien. Da kunne man undersøkt om det var fellestrekk eller forskjeller i de ulike klassene.

I forkant av spørreundersøkelsen det blir gjennomført en pilotundersøkelse og dette var svært nyttig i utvikling av spørreskjemaer som ble benyttet i studien. Dette ble ikke gjort i forbindelse med intervjuet. Dersom jeg skulle gjort dette på nytt ville det vært en fordel å gjennomføre intervjuet på en medstudent før læreren ble intervjuet. Dette spesielt med tanke på at det kunne være en lærer som ble intervjuet og at mye av studien baserte seg på dette. Til tross for dette hadde jeg lest meg opp på forhånd på hvordan et intervju burde bli gjennomført og hadde derfor til en viss grad en god flyt i intervjuet. Det kan likevel tenkes at et pilotintervju ville ført til at jeg ble enda bedre til å stille gode oppfølgingsspørsmål og dermed klarer jeg å få tak på dypere tanker og mer kompleks informasjon enn det jeg fikk tilgang til på tidspunktet.

## 5 Analyse

### 5.1 Induktiv tematisk analyse av intervju

Valg av temaer ble gjort slik som beskrevet i metoden i delkapittel 4.5.2. I denne delen vil jeg ta for meg hvert av temaene vist i figur 4.1 (side 28) til høyre. På slutten av hvert delkapittel vil det være en konklusjon som beskriver hovedfunnene til delkapittelet. Hovedtemaet «Demonstrasjonsforsøk» tar for seg forskningsspørsmål 1, hovedtemaene «Morgendagens samfunnsborgere» og «Økt forståelse: bærekraftig utvikling» tar for seg forskningsspørsmål 2 og hovedtemaet «Økt forståelse: kjemi» tar for seg forskningsspørsmål 3.

#### 5.1.1 Demonstrasjonsforsøk

I intervjuet fortalte læreren om flere aspekter knyttet til demonstrasjonsforsøkene. Dette kan deles inn i tre undertemaer som er støtte til teoretisk gjennomgang, andre fordeler og ulemper. Hvert av undertemaene analyseres i de neste avsnittene.

Selv om det var godt engasjement knyttet til temaet i begge gruppene, uttrykte gruppe 1 et ekstra engasjement knyttet til demonstrasjonsforsøk nummer 1. Læreren siterte elevene i intervjuet og sa «Da sa de sånn «WOW, det blir jo faktisk surt, det blir gult»». Utover dette trakk læreren fram at elevene i gruppe 1 hadde et bedre utgangspunkt i elevdiskusjonen og svarte mer «riktig» enn det elevene i gruppe 2 hadde. Knyttet til demonstrasjonsforsøk fortalte læreren:

Jeg opplevde at de klarte å ta i bruk det de hadde lært og så diskutere hva det var som skjedde. Jeg tror etter hvert at de klarte å fange opp hva det er som forårsaket at det blir surere og hva som forårsaket at det ble varmere. Jeg opplevde at elevene hadde gode diskusjoner og tanker om det.

Læreren fortalte også at demonstrasjonsforsøket fungerer som noen «knagger» elevene kan henge det teoretisk som blir gjennomgått på.

Læreren forklarte noen fordeler demonstrasjonsforsøk kan ha. For det første nevner læreren at det ikke alltid har så mye å si for teoretisk læringsutbytte om elevene ser et demonstrasjonsforsøk eller om de gjør det selv. Læreren poengterte at det i dette tilfellet heller ikke var så store grupper (13 og 11 elever), og at dette gjør at det er enklere å ha oversikt om elevene henger med eller ikke. Det ble forklart at det ikke er sikkert at det ville fungert like bra dersom det hadde vært en gruppe som var dobbelt så stor ettersom det ville vært vanskeligere å ha oversikt over alle elevene. Andre fordeler lærer trakk frem ved å benytte seg av demonstrasjonsforsøk er at elevforsøk kan være tidkrevende og det ikke alltid er tid til å gjennomføre elevforsøk. Da er demonstrasjonsforsøk en god erstatning. Læreren beskrev at «læringsutbyttet veies opp med hvor mye tid det tar», spesielt i travle tider. Læreren trakk også frem at det ikke er alltid det ønskes at elevene selv skal få holde på med kjemikalier som kan være risikofylt.

Læreren trakk frem at det er noen ting som et demonstrasjonsforsøk ikke kan dekke som et elevforsøk vil gi. Et av dem er at elevene ikke får øvd på praktiske ferdigheter ved bruk av demonstrasjonsforsøk. Læreren trakk også frem at elevene syntes det er gøy med elevforsøk, og brukte dette som et argument for å ha elevforsøk. I tillegg nevnes det at det er vanskelig å ha oversikt over om alle elevene har forstått forsøket dersom det er store elevgrupper som følger med på et demonstrasjonsforsøk. Ved mindre elevgrupper som gjør et elevforsøk er det enklere å følge opp elevene og passe på at de fleste elevene forstår innholdet.

Hovedfunnene fra dette delkapittelet er at demonstrasjonsforsøk gir støtte til teoretisk gjennomgang og at det fører til at elevene har noen knagger å henge det teoretiske som er gjennomgått på. Det kommer frem at det ikke har så mye å si for teoretisk læringsutbytte dersom det er demonstrasjonsforsøk eller elevforsøk. Det trekkes også frem at elevene ikke burde holde på med alle typer kjemikalier. Ved elevforsøk får elevene øvd på praktiske ferdigheter, men det er mer tidkrevende enn demonstrasjonsforsøk.

### 5.1.2 Økt forståelse for bærekraftig utvikling

Læreren trakk fram en del som kan knyttes til at fokus på kjemi innenfor bærekraftig utvikling kan gjøre at elevene får bedre forståelse for bærekraftig utvikling. Læreren forklarte at det er kjemi i alt som foregår og for at elevene faktisk skal forstå de ulike delene knyttet til bærekraftig utvikling må man ha en forståelse av hva det faktisk er som skjer på mikronivå. Læreren snakker om at det ikke bare er en gass som fyker ut i atmosfæren, men at det vil skje flere ting på grunn av kjemiske reaksjoner. For eksempel en kjemisk reaksjon mellom CO<sub>2</sub> i atmosfæren og havet.

Hovedfunnet fra dette delkapittelet er at ved å forstå reaksjonsmekanismer og hva som skjer på mikronivå, dannes det et godt grunnlag for å forstå de store sammenhengene knyttet til bærekraftig utvikling.

### 5.1.3 Morgendagens samfunnsborgere

Læreren som ble intervjuet trakk fram flere aspekter knyttet til at elevene er morgendagens samfunnsborgere. Undertemaer knyttet til temaet morgendagens samfunnsborgere er demokrati, engasjerte og sosial dimensjon ved bærekraftig utvikling. Hvert av undertemaene analyseres i de kommende avsnittene.

Læreren trakk fram hvilke forkunnskaper mennesker har med seg i diskusjoner knyttet til bærekraftig utvikling i samfunnet. Læreren sier «det er ikke alle som er enige i enkelte av klima- og miljøutfordringene som finnes i dag», og videre at «det er ikke bare elever på skolen som burde lære om dette, men også voksne mennesker». Læreren begrunnet dette med at det antagelig er mange som ikke helt forstår ulike klima- og miljøutfordringer og at de derfor ikke tror på det heller. Det forslås at dersom man forstår hva det er som skjer kjemisk sett så forstår man også klima- og miljøutfordringene bedre og bedre. Læreren mener at kunnskap om kjemi knyttet til bærekraftig utvikling vil hjelpe elevene i å ha bedre argumenter i diskusjoner knyttet til bærekraftig utvikling.

Læreren forklarte «det er tydelig at elevene har vokst opp i en tid hvor dette er relevant», og dette ble vist blant annet ved stort engasjement og gode diskusjoner. Med tanke på engasjement blant elevene merket ikke læreren en stor forskjell på den gruppa som fikk demonstrasjonsforsøk i tillegg, og dem som ikke fikk det. Læreren fortalte at det virket som om dette var et tema som engasjerte dem veldig, og at det ene gruppa som til vanlig ikke var like påkobla var veldig aktive i denne timen. Læreren underbygger dette med at de deltok aktivt på elevaktiviteter og stilte mange spørsmål underveis. På oppgaven hvor elevene skulle diskutere hva som kunne gjøres med problematikken, tok elevene opp mye som ikke var gjennomgått på skolen. Læreren til klassene forklarte dette med at det er mange av elevene som aktivt følger med i ulike medier.

Når det kom til den siste oppgaven hvor elevene skulle diskutere hva som kunne gjøres med utfordringene, diskuterte de blant annet noe som kan knyttes til det sosiale aspektet



ved bærekraftig utvikling. Elevene trakk fram at klesproduksjon og fossile brensler var viktige årsaker til klimautfordringer og begynte å diskutere hvilken rett mennesker har til å kjøre bil. Elevene snakket om at man ofte tenker at man har rett til å ha en bil i Norge, men hva skulle man gjort om én milliard flere mennesker begynte å kjøre bil. Elevene diskuterte om noen har mer rett til å kjøre bil enn det andre har, og hvordan man kunne regulert hvem som skulle fått lov til å kjøre bil og ikke.

Hovedfunnene fra dette delkapittelet innebærer at forståelse for kjemi knyttet til klima- og miljøutfordringer kan være et nyttig grunnlag for argumentasjon i diskusjoner knyttet til bærekraftig utvikling. Temaer knyttet til bærekraftig utvikling er noe som engasjerer elevene, og det er noe som er viktig i deres liv. I diskusjonen til elevene viser de at bærekraftig utvikling er sammensatt, og trakk inn sosiale aspekter knyttet til hva som kan gjøres for å bedre situasjonen.

#### 5.1.4 Økt forståelse for kjemi

Læreren trakk fram flere ting knyttet til hvordan fokus på kjemiaspektene i bærekraftig utvikling kan bidra til at elevene generelt får bedre forståelse for kjemi. Det er to undertemaer innenfor temaet økt forståelse for kjemi som er abstrakt og kontekstbasert læring. Hvert av de ulike undertemaene analyseres i de to neste avsnittene.

Læreren forklarte at kjemidelen av naturfaget er abstrakt og teoretisk, og at det derfor er vanskelig for elevene å forstå. Læreren trakk inn at demonstrasjonsforsøkene som ble vist i tillegg til reaksjonslikninger og modeller i dette undervisningsopplegget gjør at elevene kan se at det har skjedd en kjemisk reaksjon, og at dette i seg selv kan gjøre det enklere å forstå reaksjonsmekanismene. I tillegg forklarte læreren at elevene får større forståelse for kjemi og at det blir litt mindre abstrakt ved å ta i bruk eksempler som elevene kjenner seg igjen i fra før av. Ved å benytte seg av eksempler som elevene allerede kjenner til forklarte læreren at det antagelig blir litt mindre abstrakt for elevene og at det derfor blir enklere å forstå kjemiske prosesser. Elevene har i en tid før prosjektet hatt undervisning innenfor kjemi, og læreren trodde det var avgjørende for enkelte elevers forståelse. I tillegg til at de fikk presentert et konkret eksempel som var kjent for dem.

Læreren trakk fram at forsøkene som ble gjort antagelig er noe som elevene kommer til å huske og som kan tas opp igjen ved en senere anledning. Som et eksempel trakk læreren fram at elevene antagelig vil ha noen knagger fra denne undervisningstimen når elevene senere skal lære om syrer, baser og organisk kjemi. Læreren beskrev hvordan bruk av modeller gjør det enklere å forstå reaksjonsmekanismene, og at det er viktig å ha flere representasjoner av reaksjonene, slik som kulemodeller i tillegg til reaksjonslikninger. I tillegg sier læreren «Til tross for at det er modeller med i gjennomgangen, er det vanskelig å vite hva modellene representerer uten å sette det inn i en kontekst».

Hovedfunn fra dette delkapittelet innebærer at kjemi er noe som er vanskelig for elevene å forstå ettersom det er abstrakt og teoretisk. Ved bruk av en konkret kontekst som elevene kjenner seg igjen i, blir det enklere for elevene å forstå hva reaksjonsmekanismer og modeller representerer. I tillegg kan det være enklere for elevene å visualisere reaksjonsmekanismene når de får se at det faktisk skjer en reaksjon. Demonstrasjonsforsøk og kjente kontekster gir elevene knagger som gjør det enklere å forstå andre temaer innenfor kjemi ved senere anledninger.

## 5.2 Analyse av spørreskjema

Analyse av spørreskjema ble gjort slik som det er beskrevet i metoden i delkapittel 4.5.4. I hvert av delkapitlene nedenfor presenteres resultatene fra hvert av spørsmålene fra spørreundersøkelsen i de to gruppene. I det siste delkapittelet er det en sammenlikning av resultatene fra de fire ulike spørsmålene.

### 5.2.1 Hvilke(n) utfordring(er) har tropiske korallrev?

Prosentdifferansen på det korrekte svaret på flervalgsspørsmålet «Hvilke(n) utfordring(er) har tropiske korallrev?» er 2.81. Det vil si at det var en litt større prosentvis andel som svarte rett alternativ om at tropiske korallrev skyltes både økt temperatur og surere vann i gruppe 1 enn i gruppe 2. I begge gruppene er det den største prosentandelen som har svart det korrekte svaret. I tillegg var det noen i gruppe 1 som mente at det kun var surere vann som var en utfordring hos korallene. I gruppe 2 var det også blanke svar. Ingen i gruppe 1 eller 2 har svar «det skjer ingenting» eller «vet ikke». Prosentdifferansene for de ulike svaralternativene er vist i tabell 5.1.

**Tabell 5.1:** Angitte svar på flervalgsspørsmålet «Hvilke(n) utfordring(er) har tropiske korallrev?» i gruppe 1 og gruppe 2, samt prosentdifferanse mellom de to gruppene.

Gruppe	Økt temperatur [%]	Surere vann [%]	Økt temperatur og surere vann [%]	De har ingen utfordringer [%]	Vet ikke [%]	Blankt [%]
Gruppe 1	0	15.38	84.62	0	0	0
Gruppe 2	0	0	81.81	0	0	18.18
<b>Prosentdifferanse</b>	<b>0</b>	<b>15.38</b>	<b>2.81</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>-18.18</b>

### 5.2.2 Hva skjer når det blir mer CO<sub>2</sub> i atmosfæren?

Her er det også en prosentdifferanse på 2.81 på det korrekte svaret som er at havet blir surere. Her har også den største prosentandelen i begge gruppene svart det korrekte svaret. I gruppe 1 har 7.692 % svart at havet blir søtere og 7.69 % svart at havet blir mer basisk når det blir mer CO<sub>2</sub> i atmosfæren. I gruppe 2 har 18.18 % avgitt blankt svar. Ingen i gruppe 1 eller 2 har svar «det skjer ingenting» eller «vet ikke». Prosentvis fordeling av svar i gruppene og prosentdifferansen er vist i tabell 5.2.

**Tabell 5.2:** Angitte svar på flervalgsspørsmålet «Hva skjer i havet når det blir mer CO<sub>2</sub> i atmosfæren?» i gruppe 1 og gruppe 2, samt prosentdifferanse mellom de to gruppene.

Gruppe	Havet blir søtere. [%]	Havet blir surere. [%]	Havet blir mer basisk. [%]	Det skjer ingenting. [%]	Vet ikke [%]	Blankt [%]
Gruppe 1	7.69	84.62	7.69	0	0	0
Gruppe 2	0	81.81	0	0	0	18.18
<b>Prosentdifferanse</b>	<b>7.69</b>	<b>2.81</b>	<b>7.69</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>-18.18</b>

### 5.2.3 Hva skjer når havet blir surere?

Prosentdifferansen mellom det korrekte svaret «H<sup>+</sup> reagerer med CaCO<sub>3</sub> (Kalsiumkarbonat), CaCO<sub>3</sub> løses opp» er på 7.00. På alternativet «H<sup>+</sup> reagerer med H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (Karbonsyre), H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> løses opp» er prosentdifferansen på -1.40. Prosentdifferansen er -9.09 på alternativet «Ca<sup>+</sup> reagerer med CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> (Karbonat), mer CaCO<sub>3</sub> dannes». Prosentdifferansen er 21.68 på «vet ikke» og 18.18% i gruppe 2 avga

blankt svar. Den prosentvise fordeling av svar i gruppene og prosentdifferansen er vist i tabell 5.3.

**Tabell 5.3:** Angitte svar på flervalgsspørsmålet «Hva skjer når havet blir surere?» i gruppe 1 og gruppe 2, samt prosentdifferanse mellom de to gruppene.

Gruppe	H <sup>+</sup> reagerer med CaCO <sub>3</sub> (Kalsiumkarbonat), CaCO <sub>3</sub> løses opp. [%]	H <sup>+</sup> reagerer med H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> (Karbonsyre), H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> løses opp. [%]	Ca <sup>+</sup> reagerer med CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> (Karbonat), mer CaCO <sub>3</sub> dannes. [%]	Det skjer ingenting. [%]	Vet ikke [%]	Blankt [%]
Gruppe 1	61.54	7.69	0	0	30.77	0
Gruppe 2	54.54	9.09	9.09	0	9.09	18.18
<b>Prosentdifferanse</b>	<b>7.00</b>	<b>-1.40</b>	<b>-9.09</b>	<b>0</b>	<b>21.68</b>	<b>-18.18</b>

#### 5.2.4 Hva skjer med korallene om havet blir surere?

Dette var et kortvarsvarsspørsmål, og elevene kunne derfor ikke velge et alternativ. Spørsmålet behandles kvantitativt ettersom elevene typisk ga ett av 6 svar. Enten svarte elevene riktig (R), delvis riktig (DR), beskrev korrekt hva som skjer korallene når temperatur øker og ikke når havet blir surere (ØK), skrev «død» uten nærmere forklaring (D), skrev «vet ikke» eller svarte blankt.

Et eksempel på et riktig svar er «Etter en stund vil skallet til korallene (CaCO<sub>3</sub>) etse opp, og de vil ikke ha noe sted å være. Og etter en lang stund vil de dø». Et eksempel på et delvis riktig svar er «Det ytterste skjelettet vil etse bort på grunn av syre i havet. De vil støte bort algene. De kommer ikke til å ha mat, sulte og dø. Korallene vil også bli blekere». Et eksempel på en beskrivelse av hva som skjer med korallene når temperaturen øker og ikke hva som skjer når det blir surere i havet er «Algene drar og korallene blir hvite og til slutt dør det». Et eksempel på en beskrivelse av at korallene dør uten begrunnelse er «de dør». Et eksempel på et svar som angir at elevene ikke vet «vet ikke». For elevene som ikke svarte på oppgaven er det kun angitt blankt svar.

Prosentdifferansen for R var 4.90 og for DR var det 6.29. I begge gruppene var det en stor andel som beskrev «feil» problem. De svarte på hva som skjer når temperaturen på jorden øker (ØT), til tross for at det ble etterspurt hva som skjer ved havforsuring. Prosentdifferansen var på -6.99 for ØT. I gruppe 1 var det 23.08% som svarte D og i gruppe 2 var det 9.09% som skrev «vet ikke» og 18.18% som avga blankt svar. Prosentvis fordeling av svar i gruppene er vist i tabell 5.4.

**Tabell 5.4:** Angitte svar på kortvarsvarsspørsmålet «Hva skjer med korallene om havet blir surere?». Svarene som ble avgitt ble kodet etter typiske svar som ble avgitt og delt inn i fem ulike kategorier: Riktig (R), Delvis riktig (DR), beskrivelse av hva som skjer med korallene når temperaturen på jorden øker (ØT), «død» uten begrunnelse (D), «vet ikke» og blankt svar. Det er vist de svarene som er fordelt innenfor de ulike kategoriene i de ulike gruppene, samt prosentdifferansen.

Gruppe	R [%]	DR [%]	ØT [%]	D [%]	Vet ikke [%]	Blankt [%]
Gruppe 1	23.08	15.38	38.46	23.08	0	0
Gruppe 2	18.18	9.09	45.45	0	9.09	18.18
<b>Prosentdifferanse</b>	<b>4.90</b>	<b>6.29</b>	<b>-6.99</b>	<b>23.08</b>	<b>-9.09</b>	<b>-18.18</b>

### 5.2.5 De fire ulike spørsmålene sett i sammenheng.

Prosentdifferansen mellom gruppe 1 og gruppe 2 på det korrekte svaret i alle de fire ulike oppgavene er ikke veldig stor, henholdsvis 2.81, 2.81, 7.00 og 4.90. Prosentdifferansen har en positiv verdi for alle korrekte svar som viser at det er en litt større prosentandel i gruppe 1 som har svart riktig på alle oppgavene sammenliknet med gruppe 2. Dersom man kun ser på et av spørsmålene isolert, særlig på spørsmål 1 og 2 vil ikke prosentdifferansen være så stor at det er en betydelig forskjell mellom gruppene, men det viser den samme trenden for alle gruppene og det tenkes derfor at de små forskjellene ikke bare skyldes tilfeldigheter.

Det er kun i gruppe 2 det er angitt blanke svar. Disse er vanskelig å tolke, ettersom man ikke vet årsaken til at det er avgitt blanke svar. Dette kan klart skyldes at elevene ikke vet hva svaret er, men det kan også være at de ikke ønsket å svare på spørsmålene. Dette er informasjon man ikke vet, og det kan derfor heller ikke blir tatt i betraktning.

## 6 Diskusjon

I diskusjonsdelen vil jeg først ta for meg lærerens perspektiv (6.1), deretter elevenes forståelse etter gjennomført undervisningsopplegg (6.2) og til slutt sammenhenger mellom lærer perspektiv og elevenes forståelse med tanke på effekten av demonstrasjonsforsøk i undervisningen (6.3). I diskusjonen vil resultater fra analysen ses i lys av teori.

### 6.1 Lærerens perspektiv

I hvert av delkapitlene 6.1.1-6.1.4 vil hvert av temaene som er som er analysert diskuteres i lys av litteratur presentert i teorikapitlet. De fire temaene er demonstrasjonsforsøk, bedre forståelse av bærekraftig utvikling, morgendagens samfunnsborgere og bedre forståelse av kjemi.

#### 6.1.1 Demonstrasjonsforsøk

I denne delen skal jeg ta for meg hvorvidt demonstrasjonsforsøk er et nyttig verktøy å ta i bruk i undervisningen. Utgangspunktet for diskusjonen er lærerens tanker om undervisningssituasjonen og sammenlikning av de to ulike elevgruppene. I dette delkapitlet er det lærerens perspektiv som vil bli diskutert i lys av litteratur presentert i teoridelen.

Læreren beskrev klassediskusjonene som bedre i gruppen som fikk demonstrasjonsforsøk enn i gruppen som ikke fikk det. Dette kan ha en sammenheng med at elevene som fikk demonstrasjonsforsøk hadde noen knagger å henge det teoretiske som ble gjennomgått på som kunne benyttes i klasseromsdiskusjonen. Denne antagelsen underbygges av Hannisdal og Ringnes (2013) som sier at demonstrasjonsforsøk gir noen knagger å henge det teoretiske som blir gjennomgått på. Det underbygges også av Masaryk og Masaryk (2015) som forklarer at demonstrasjonsforsøk kan gjøre at elever forstår aspekter ved kjemi som ellers ville vært vanskelig å forstå.

Læreren mener at det i dette tilfellet fungerte godt med demonstrasjonsforsøk fremfor elevforsøk ettersom det var nokså små grupper med elever (11 og 13 elever). Det påpekes at det ikke er sikkert at det ville fungert i like stor grad dersom det var snakk om større elevgrupper. Dette støttes av det som kommer frem i studien til Logar og Savec (2011), om at enkelte elever syntes det var vanskelig å følge med på hva som ble gjennomgått i demonstrasjonsforsøket ettersom det var en stor gruppe med elever og den aktuelle eleven satt langt bak i klasserommet. Det kan derfor tenkes at det er et premiss at elevgruppen er nokså liten for at det skal være godt læringsutbytte ved bruk av demonstrasjonsforsøk. Resultatene fra denne studien kan derfor tenkes å kun gjelde for elevgrupper som er like små som det var i studien, altså på 11 og 13 elever. Ved at lærer fokuserer på det som er sentralt og at gruppene er såpass små, kan det unngås at elevene selv fokuserer på det som ikke er sentralt. Dette er noe som er beskrevet som en utfordring ved gjennomførelse av elevforsøk av Masaryk og masaryk (2015) og Abrahams og Millar (2009).

Et annet aspekt læreren påpekte var at elevforsøk ofte er mer tidkrevende og at det derfor er nyttig å benytte seg av demonstrasjonsforsøk fremfor elevforsøk i tilfeller når tidsbruket ikke er hensiktsmessig sammenliknet med læringsutbytte. Dette støttes av Masaryk og Masaryk (2015) som argumenterer for at det er nyttig å bruke demonstrasjonsforsøk, og viser til at det er både tidsbesparende og gir godt læringsutbytte. Med tanke på læringsutbytte viser Logar og Savec (2011) at det ikke er

så stor forskjell på det teoretiske læringsutbyttet ved bruk av demonstrasjonsforsøk eller elevforsøk i undervisningen. Derfor vil det med tanke på læringsutbytte være et godt alternativ å ta i bruk demonstrasjonsforsøk i undervisningen, og at det ikke alltid er behov for at elevene gjennomfører forsøket selv.

Selv om læreren påpekte at elevforsøk er tidkrevende, trekkes det også frem at det er viktig ettersom elevene selv syntes det er gøy å utføre forsøk. Dette er også et sentralt funn i studien til Logar og Savec (2011), hvor det kommer frem at elevene syntes det er mer motiverende å få gjennomføre forsøkene selv. I tillegg til læringsutbyttet i den enkelte timen er det viktig at elevene syntes faget er motiverende for å kunne lære noe som helst i faget. Det ble fortalt av læreren at begge gruppene hadde stort engasjement for temaet, uavhengig om de fikk demonstrasjonsforsøk eller ikke. Likevel ble det forklart at elevene som fikk demonstrasjonsforsøk i større grad svarte riktig, og det kan derfor tenkes at demonstrasjonsforsøket var positivt for læringsutbyttet. Ettersom det kommer frem at elevene var ekstra engasjert for dette temaet er det vanskelig å vite om det er demonstrasjonsforsøk i seg selv som gjorde at det var interessant. Når det er sagt fremstår det i intervjuet med læreren som at elevene syntes dette demonstrasjonsforsøket var ekstra spennende, med utsagn som «WOW, det blir jo gult, det blir jo faktisk surt». Det kan tenkes at motivasjon for faget kan føre til at elevene får større læringsutbytte, men i en studie gjennomført av Abraham (2009) kommer det frem at praktisk arbeid kun fører til en kortvarig motivasjon. Det kan derfor tenkes at utsagnet til elevene ikke vil føre til motivasjon på lengre sikt.

Et annet aspekt som læreren trakk fram, var at det ikke alltid er ønskelig at elevene skal få gjøre forsøk med kjemikalier som har større risiko for uhell. Dette støttes av det Masaryk og Masaryk (2015) skriver om at en fordel med demonstrasjonsforsøk er at man kan gjennomføre forsøk som det ellers ville vært uansvarlig at elevene skal få holde på med. Her ble det også trukket fram at dette gjør at forsøk som vanligvis ville tatt lang tid kan gjennomføres av lærer (Masaryk & Masaryk, 2015). I dette undervisningsopplegget ville det kanskje ikke vært så ansvarlig å la elevene holde på med såpass konsentrert syre dersom de skulle gjennomført eksperimentet selv. Dersom det ble brukt en mindre konsentrert syre, ville reaksjonen tatt mye lengre tid. Ettersom det i dette undervisningsopplegget skulle gjennomføres på 45 minutter, var det fornuftig at det ble brukt en syre med såpass høy konsentrasjon for synlig effekt med en gang. Det er likevel slik at det elevene observerer fra demonstrasjonsforsøket er såpass ulikt fra virkeligheten at det kan føre til misoppfatninger blant elevene (Coll et. al. 2005; Saure et. al., 2021).

For å unngå dette kunne det vært et alternativ å benytte en syre som er mindre konsentrert, slik at elevene kan se en reaksjon i løpet av skoletimen og at de kunne holdt på med andre ting i mellomtiden. Det er likevel viktig å påpeke at en reaksjon som hadde skjedd over ett minutt eller flere minutter uansett ville vært ulikt fra hvordan virkeligheten er.

Noe som ikke tas opp av læreren i intervjuet er at demonstrasjonsforsøk kan føre til at det blir mindre avfall. I en studie av Burmeister et. al. (2012) foreslås det at grønnere kjemi er noe som burde gjennomsyre kjemiundervisningen. Karpudewan et. al. (2011) foreslår at grønnere kjemi kan innebære å benytte seg av mindre avfall. Det kan tenkes at benyttelse av demonstrasjonsforsøk er noe som kan redusere avfall i kjemiundervisningen. I Sinnes (2015) er det beskrevet at den ultimate kompetansen som elevene må ha for å leve bærekraftige liv er handlingskompetanse. Det kan tenkes at

dette er noe som styrkes ved å vise elevene hva som er mer bærekraftig. Da kan naturfagslærere vise eksempler på hvordan man kan redusere avfall og ikke bare fortelle elevene at de burde ha mindre bruk og kast på fritiden.

### 6.1.2 Økt forståelse for bærekraftig utvikling

Læreren forklarte at for at elevene skal forstå de store sammenhengene knyttet til klima og miljøutfordringer er det viktig å forstå hva det er som skjer på mikronivå. Elevene som fikk demonstrasjonsforsøk, kunne svare bedre for seg i plenum og dette kan ha en sammenheng med at elevene fikk både symbolsk forklaring og observasjon på makronivå som presentert i Johnstone (2000). I demonstrasjonsforsøkene som ble gjennomført var det eneste som ble observert at skjellet løste seg opp og at BTB endret farge fra blå til gul. Disse observasjonene er det som dirkete kan knyttes til hva som skjer i havet når det blir surere i havet. Det at læreren beskrev at elevene skal forstå hva det er som skjer på mikronivå kan tenkes å være mulig, også uten demonstrasjonsforsøkene, men det kan være at dette er vanskelig å forså dersom det ikke også observeres på et makronivå. Dette støttes av Johnstone (2000) som hevder om at både mikro- og makronivå, samt symboler er sentralt for forståelse av kjemi, og det Tregasus et. al. (2003) beskriver at elevene vil få en ufullstendig forståelse dersom det er fokus på de ulike nivåene hver for seg. Det kan tenkes at å benytte både mikro- og makronivå, samt symboler gjør at elevene får en mer helhetlig forståelse og at det derfor er enklere å forstå prosesser knyttet til klima- og miljøutfordringer.

Læreren påpeker at modeller og reaksjonsmekanismene som brukes er viktig, men at det ikke er nok uten å vite hva modellene betyr og at det derfor var bra med demonstrasjonsforsøk i tillegg. Disse demonstrasjonsforsøkene er imidlertid litt annerledes enn virkeligheten det skal etterlikne. Læreren forklarte at det var noen elever som spurte om det faktisk var sånn at skjellene etset på den måten i havet i virkeligheten. Læreren forklarte til elevene at det ikke er like surt i havet som det var i begerglasset som ble benyttet, men at det måtte være såpass surt for at en slik reaksjon som skjer sakte i havet skulle skje raskt i begerglasset. Presisjonen til læreren støttes av en studie utført av Saure et. al (2021), hvor det kommer de frem til at læreren må være bevist på å beskrive hvor det er forskjeller fra analogier (likheter) som beskrives og hvordan det er i virkeligheten. Det kan tenkes at enkelte elever ville trodd at alle kalkdannende organismer etset opp i løpet av få sekunder dersom det ikke ble påpekt at oppløsningen av  $\text{CaCO}_3$  ikke skjer like raskt i virkeligheten. Det derfor er viktig at naturfagslærere selv vurderer om analogien representerer fenomenet som det er fokus på i undervisningen (Saure et. al., 2021). Her kan det tenkes at det ville vært bedre å gjennomføre undervisningsopplegget slik som det er presentert i Kelley et al., (2015), i bakgrunn for undervisningsopplegget. Da kunne imidlertid ikke elevene sett at skjellet løste seg opp, men de måtte heller veid skjellet igjen etter noen dager for å se om massen til skjellet hadde blitt mindre. Dersom det hadde blitt brukt flere undervisningstimer, er dette en mulighet. Likevel kan det tenkes at det går fint å bruke en væske med lav pH, så lenge det blir påpekt at det i virkeligheten ikke er så surt. Det kan tenkes at alderen til elevene er av betydning her og at elevene i 10. klasse i større grad forstår at virkeligheten er ulik fra det som vises i begerglassene.

### 6.1.3 Morgendagens samfunnsborgere

Læreren trakk frem at det er nyttig å ha kunnskap om kjemiske prosesser knyttet til klima- og miljøutfordringer ettersom elevene kan forstå argumenter i diskusjoner og kan delta i demokratiet i større grad. Demokratiargumentet, med tanke på kjemi i UBU-undervisningen støttes av Kolstø (2012) og Jegstad og Sinnes (2015). I artiklene trekkes

det fram at elevene trenger kunnskap om kjemiske stoffer og hvordan det påvirker miljøet for å kunne ta gjennomtenkte valg (Kolstø, 2012; Jegstad & Sinnes, 2015). Aktiv deltagelse i demokratiet anses som en viktig del av opplæringen og i den nye læreplanen LK20 er demokrati og medborgerskap et av de tverrfaglige temaene i den overordnede delen av læreplanen (Utdanningsdirektoratet, 2020d). Her står det blant annet at «Skolen skal stimulere elevene til å bli aktive medborgere, og gi dem kompetanse til å delta i videreutvikling av demokratiet i Norge.» (Utdanningsdirektoratet, 2020c). Som det forklares av læreren med støtte fra annen litteratur kan fokus på kjemi knyttet til UBU bidra til at elevene i større grad kan delta i demokratiet (Jegstad og Sinnes, 2015; Kolstø, 2012). Det er viktig å bemerke at det er en støtte og ikke en faktor alene som sørger for kunnskap om demokratiet. Det er likevel slik at det er svært mye fokus på klima- og miljøutfordringer i media for tiden (Cologna et al., 2021). Det kan derfor tenkes at det nå, sammenliknet med tidligere, er enda viktigere med forståelse for kjemiaspekter ved bærekraftig utvikling for å kunne ta del i diskusjoner og avgjørelser som tas med tanke på klima- og miljøutfordringer.

Læreren påpekte at det er tydelig at elevene har vokst opp i en tid hvor bærekraftig utvikling er relevant ettersom elevene aktivt deltok i undervisningen, med mange gode refleksjoner rundt temaet. Dette kan knyttes opp mot at unge mennesker er mer bekymret for fremtiden enn det den eldre generasjonen er, og at de gjerne tar mer bærekraftige valg enn den eldre generasjonen (Corner et al., 2015; Nikolayenko, 2011; Bell et. al, 2016; Wray-lake et. al 2010). Læreren forklarte at elevene hadde flere forslag til hva det var som kunne gjøres spesifikt for utfordringene knyttet til det tropiske korallrevet som var temaet i undervisningen. Elevene kom med eksempler slik som mindre transport som benytter fossile brensler som energikilde, samt å ikke kjøpe så mange nye klær. Eksempelene elevene kom med kan direkte knyttes opp mot CO<sub>2</sub> utslipp som ble beskrevet som årsaken til utfordringene knyttet til det tropiske korallrevet. Ifølge læreren foreslo elevene ting som de ikke har lært på skolen. Det virker derfor som om elevene har god kunnskap i forkant av undervisningsopplegget om hva som kan gjøres. Forkunnskapen til elevene kan tenkes å ha en sammenheng med at den største unge miljøbevegelsen noen gang pågår nå (Cologna et al., 2021).

I teoridelen er det også nevnt at mange unge mennesker har en apatisk holdning til hva som kan gjøres med utfordringene, ettersom de gjerne bare presenteres for store utfordringer (Ojala, 2007). Det kan tenkes at elevene ville sittet igjen med en apatisk følelse etter dette undervisningsopplegget dersom det ikke også ble fokusert på konkrete handlinger som det enkelte mennesket kan gjøre for utfordringene. Det kan tenkes at dette fører til at elevene i større grad tror at fremtiden kan bli god å leve i, som er en av de seks kompetansene som trengs for å leve bærekraftige liv (Sinnes, 2015). Det å vite hvordan man konkret kan handle for bærekraftig utvikling forklares av Mogensen og Schnack (2010) som det ultimale målet innfor bærekraftig utvikling. Gjennom dette undervisningsopplegget, kan elevene lære noen konkrete ting som kan gjøres for å leve mer bærekraftig. Likevel kan det tenkes at å leve mer bærekraftig er noe som elevene i større grad må lære over tid, og som ikke kan læres i løpet av 45 minutter. Med tanke på elevenes tanker og diskusjoner med hverandre virker det likevel som det ble satt i gang en del tankeprosesser i elevene knyttet til utfordringene. Dette er antagelig fordi elevene har hatt en del undervisning om temaet fra før av og i tillegg fordi de er unge og er, slik som Ojala (2007) og Fløttum et. al (2016) beskriver, mer villig til å ta en del i den grønne omstillingen enn det eldre er.



I diskusjonen blant elevene ble det også trukket frem hvilke rettigheter man har når det kommer til å kjøre bil, og om det er noen som har mer rettigheter til det enn det andre har. Det ser derfor ut som at elevene trekker inn den sosiale dimensjonen ved bærekraftig utvikling, selv om det i utgangspunktet kun var fokus på den natur og miljøvitenskapelige dimensjonen i dette undervisningsopplegget. Det er som nevnt i begrunnelsen for undervisningsopplegget mulighet for forlengelse med tanke på sosiale og økonomiske dimensjoner knyttet til den konkrete utfordringen. Det kan tenkes at elevene også trakk inn perspektiver som kan knyttes til den sosiale dimensjonen ettersom de hadde litt kunnskap om bærekraftig utvikling fra tidligere undervisning og at de derfor evnet å trekke inn dette.

Jegstad og Sinnes (2015) hevder at det er svært viktig å fokusere de tre dimensjonene, klima- og miljø, sosiale forhold og økonomi og at enhver kjemilærer bør klare å implementere de tre dimensjonene i kjemiundervisningen. Det kan derfor tenkes at sosiale og økonomiske aspekter knyttet til tropiske korallrev som ble beskrevet i undervisningsopplegg i større grad burde blitt fokusert på i undervisningssituasjonen. Derfor burde det nok blitt benyttet en forlengelse av undervisningsopplegget, med fokus på sosial og økonomisk dimensjon i tillegg.

#### 6.1.4 Økt forståelse for kjemi

Ifølge læreren er kjemi abstrakt og vanskelig å forstå for elevene. Dette støttes av Osborne og Collins (2001) som hevder om at kjemi gjerne er lengre fra elevenes hverdagsforestillinger enn det andre deler av naturfaget er. Det kan derfor tenkes at noe burde gjøres for at kjemi kan bli enklere for elevene å forstå og kan knyttes opp mot deres forforståelse i større grad. Jegstad og Sinnes (2015) påpeker at kjemiundervisningen har et forbedringspotensial når det kommer til å være mer kontekstbasert. Det ser derfor ut til at kontekstbasert læring, som Bennet et. al (2007) definerer som noe som er relevant for elevenes liv i nåtid eller fremtiden, kan være et fint verktøy å ta i bruk i kjemiundervisningen for å oppnå dette. Læreren tar opp i intervjuet at det er fint å bruke eksempler fra tropiske korallrev ettersom dette er noe som elevene er kjent med fra før. Dette kan knyttes til noe som er relevant for elevenes nåtid ettersom læreren forklarte at elevene er svært opptatt av hva som skjer i media og at de kunne mye om tematikken fra før av. Det å benytte konteksten tropiske korallrev i undervisningen kan derfor tenkes å gå under definisjonen kontekstbasert læring. Læreren selv benytter ikke begrepet kontekstbasert læring, men forklarte at kjemien blir mer forståelig for elevene når det benyttes eksempler som elevene er kjent med fra før av.

Relevans for fremtiden er også noe som kommer frem i intervjuet ettersom det blir sagt at elevene antagelig kommer til å huske disse eksemplene senere, i tillegg til at det kan knyttes til andre temaer i kjemiundervisningen. Det læreren fortalte i intervjuet støttes av Gilbert og Justi (2016) som skriver at kontekstbasert læring sørger for at elevene husker det de har lært lengre, i tillegg til at de vil kunne bruke det på et senere tidspunkt i livet. Dette er også noe som læreren tar opp, med tanke på at elevene antagelig kommer til å huske på eksemplene senere. Det kan tenkes at elevene, slik som Gilbert og Justi (2016) hevder, vil kunne ta i bruk eksemplene i ettetid på skolen eller i andre situasjoner. Det læreren fortalte om at eksemplene fra demonstrasjonsforsøkene kan tas i bruk i andre settinger senere kan forklares som en relasjonell forståelse av kjemi, og ifølge Jaber og BouJaoude (2011) vil bruk av mikro- og makronivå og symboler i undervisning føre til at elevene i større grad får en relasjonell forståelse av kjemi.

Med både lærerens utsagn og støtte fra teori, kan det dermed virke som at det å ta i bruk en kontekst, slik som tropiske korallrev i kjemiundervisningen er nyttig. Dette sørger for at elevene i større grad forstår kjemien og i tillegg gjør at elevene husker det over lengre tid og klarer å anvende det i andre situasjoner senere i livet. Læreren beskrev at modeller er viktig i tillegg til reaksjonslikninger for å forstå reaksjonsmekanismen, men at det blir vanskelig å forstå hva modellene betyr dersom det ikke blir satt inn i en annen kontekst. Det kan dermed virke som at det å ta i bruk kjente kontekster, gjør at også modellene som gjerne brukes i kjemi, slik som kulemodeller ect. blir enklere å forstå.

## 6.2 Elevenes forståelse av temaet etter gjennomførelse av undervisningsopplegg.

I denne delen diskuteres analysen av spørreskjemaet vist i kapittel 5.2 i lys av litteratur presentert i teoridelen.

### 6.2.1 Hvilke(n) utfordring(er) har tropiske korallrev?

De aller fleste elevene i både gruppe 1 og 2 ga det riktige svaret og forskjellen mellom de to ulike gruppene er liten. De aller fleste elevene har fått med seg at CO<sub>2</sub> både kan føre til at vannet blir surere og at temperaturen blir høyere. Trenden viser at det er litt flere elever i gruppen som fikk demonstrasjonsforsøk som har fått med seg at økt utslippet av CO<sub>2</sub> kan gi flere konsekvenser. Dette kan derfor tyde på at elevene har flere knagger å henge det teoretiske grunnlaget på, slik som vist til i Hannisdal og Ringnes (2013). Likevel er prosentdifferansen såpass liten at det er ikke er snakk om betydelige forskjeller. Når det er snakk om så små forskjeller i de 2 gruppene kan det være tilfeldigheter i gruppene som gjør at det er forskjeller.

### 6.2.2 Hva skjer når det blir mer CO<sub>2</sub> i atmosfæren?

I likhet med det forrige spørsmålet hadde de fleste elevene i begge gruppene fått med seg at havet blir surere ved økt mengde CO<sub>2</sub> i atmosfæren. Det var liten forskjell mellom de to gruppene. I dette tilfellet viser også trenden at det var en større prosentandel i gruppen som fikk demonstrasjonsforsøk som hadde fått med seg at havet blir surere ved økt mengde CO<sub>2</sub>. I dette tilfellet er også forskjellene såpass små at man ikke kan se en betydelige forskjeller mellom de 2 gruppene.

### 6.2.3 Hva skjer når havet blir surere?

For dette flervalgsspørsmålet var det større spredning mellom de ulike svaralternativene både i gruppe 1 og i gruppe 2. Det var en del færre elever i begge gruppene som hadde angitt det riktige svaralternativet på denne oppgaven. Det kan tenkes at årsaken til dette er at det er vanskeligere for elevene å forstå reaksjonslikningene sammenlignet med tekstoppavene slik som i de to første spørsmålene.

Det er en større prosentdel i gruppe 1 som har fått med seg den riktige reaksjonslikningen for mekanismen som ble beskrevet enn i gruppe 2. Det kan tenkes at denne forskjellen skyldes at elevene i gruppe 1 fikk større forståelse for reaksjonslikningene ettersom det ble vist demonstrasjonsforsøk sammen med reaksjonslikningene. Dette kan underbygges av det Hannisdal og Ringnes (2013) hevder om at demonstrasjonsforsøk kan gi elevene flere knagger å henge det teoretiske grunnlaget på, og på den måten løse kognitive problemer basert på det fenomenet som blir observert (Masaryk & Masaryk, 2015). Ettersom prosentdifferansen er høyere på

dette spørsmålet sammenliknet med de to forrige er det større sannsynlighet for at forskjellene ikke skyldes tilfeldigheter slik som i de to første flervalgsspørsmålene.

En annen mulig forklaring på forskjellene i gruppe 1 og gruppe 2 kan tenkes å ha med det Johnstone (2000) og Tregasus et. al (2003) skriver at det er nødvendig med alle representasjonene, altså mikro- og makronivå, samt symboler for å få en god forståelse for kjemi. Det kan derfor tenkes at gruppe 1 i større grad fikk muligheten til en helhetlig forståelse ettersom de fikk forklaring av prosesser knyttet til det tropiske korallrevet både ved en forklaring på hva som skjer på det mikroskopiske nivået, med forklaringer på dette ved hjelp av symboler og modeller, og i tillegg observere det som skjer på et makronivå. I gruppe 2 fikk ikke elevene muligheten til å se makronivå knyttet til reaksjonslikningene og modellene som ble vist. Ifølge Dolfing et. al. (2011) er det viktig at elevene forstår både mikro- og makronivå for å kunne forstå en spesifikk kontekst. Det kan derfor tenkes at elevene i gruppe 1 i større grad fikk muligheten til å forstå konteksten knyttet til de tropiske korallrevene enn det elevene i gruppe 2 gjorde.

#### 6.2.4 Hva skjer med korallene om havet blir surere?

I den siste oppgaven i spørreskjemaet skulle elevene avgi et kortsvar. I denne oppgaven er det en betydelig mindre andel i begge gruppene som svarte riktig eller delvis riktig på denne oppgaven sammenliknet med flervalgsspørsmålene. Det viser seg at det er mange elever som har blandet hva som skjer når temperaturen øker og når havet blir surere. I denne kortsvarsoppgaven ble det spurt om hva som skjer med korallene når havet blir surere. Likevel var det størst prosentandel i begge gruppene som beskrev hva som skjer med korallene dersom temperaturen øker. Det virker derfor som om elevene har blandet de to ulike klima- og miljøutfordringene det ble fokusert på i undervisningen. En forklaring på dette er at elevene rett og slett ikke klarte å skille hva som var årsaken til de ulike utfordringene som ble presentert, ettersom de ble presentert i samme undervisningstime. Det kan derfor tenkes at det ville vært hensiktsmessig å skille de to ulike utfordringene i enda større grad. Dette kunne for eksempel blitt gjort ved å ha bedre tid og snakke om de ulike utfordringene i ulike undervisningstimer.

For å sammenligne gruppe 1 og 2 viser det seg at det er en større prosentdel i gruppe 2 som forklarte «feil utfordring». Dette viser at elevene som ikke fikk demonstrasjonsforsøk i større grad blandet årsak og virkning på de to ulike klima- og miljøutfordringene presentert i denne klassesetimen. I tillegg var det en større prosentandel i gruppe 1 som svarte riktig eller delvis riktig enn det det var i gruppe 2. Trendene viser derfor at det var flere elever som fikk demonstrasjonsforsøk som klarte å beskrive den aktuelle utfordringen, samt skille de to ulike utfordringene fra hverandre. Det kan derfor tenkes at demonstrasjonsforsøkene har vært av betydning for forståelse av den teoretiske gjennomgangen knyttet til klima og miljøutfordringer knyttet til tropiske korallrev. Det virker derfor som om demonstrasjonsforsøk har en innvirkning på forståelsen av den teoretiske gjennomgangen knyttet til undervisningsopplegget.

Det var likevel mange elever som beskrev feil problem og det kan henge sammen med at demonstrasjonsforsøkene kan ha ført til misoppfatninger som igjen kan ha ført til forvirring blant elevene. Dette underbygges av det som beskrives i en studie gjennomført av Saure et. al. (2021), hvor det viser det seg at en del elever får misoppfatninger knyttet til analogier dersom det er ikke spesifikt forklares hvor analogien er ulik fra virkeligheten. Som et eksempel var pH i vannet under demonstrasjonsforsøket veldig mye lavere enn det pH i havet er. Det ble brukt en mye surere væske ettersom det ikke ville vært mulig å observere en endring dersom pH var den samme som i havet.

Forvirring rundt demonstrasjonsforsøket kan være en faktor i tillegg til at begge utfordringene ble snakket om på omtrent samme tid.

Selv om ikke prosentdifferansen er så veldig stor for alle spørsmålene, er det likevel en trend. På alle spørsmålene er det en større prosentandel i gruppe 1 enn i gruppe 2 som har avgitt det riktige svaralternativet selv om denne forskjellen ikke er betraktelig for de to første flervalgsspørsmålene.

### 6.3 Lærerens oppfatning og elevenes forståelse

Læreren forklarte i intervjuet at elevene i gruppe 1 hadde bedre diskusjoner og kunne svare bedre for seg på diskusjonsoppgavene knyttet til den teoretiske gjennomgangen. Dette kan ses i sammenheng med at prosentdifferansen hadde positiv verdi for alle de korrekte svarene på alle spørsmålene for spørreskjemaet. Her gir det kvantitative støtte til det kvalitative ettersom lærerens opplevelse av elevenes forståelse og forståelsen elevene viser i spørreskjemaet har den samme trenden. Det virker derfor som at demonstrasjonsforsøk kan ha en positiv effekt for elevenes forståelse. Ettersom det ikke var så mange deltagere med i studien, kan det tenkes at utfallet ville vært annerledes dersom det hadde vært flere deltagere med.

Læreren beskrev et stort engasjement for temaet i begge gruppene, i tillegg til at elevene som fikk demonstrasjonsforsøk svarte litt bedre for seg. Spørreundersøkelsen viser at det ikke er så stor forskjell mellom de to gruppene på alle spørsmålene, men at trenden er positiv. Det kan tenkes at forskjellene mellom gruppene ville vært større dersom elevene ikke var så kjent med temaet fra før av. Dette viser også at benyttelse av en kontekst slik som i dette undervisningsopplegget kan være vel så viktig for at elevene skal henge med i gjennomgåelsen.

## 7 Konklusjon

Gjennom denne studien er det undersøkt hvordan fokus på kjemi i utdanning for bærekraftig utvikling kan bidra til økt forståelse av bærekraftig utvikling, samt forståelse for kjemiske prosesser.

Gjennom en undersøkelse av både lærerens oppfattelse og elevenes kunnskap etter endt undervisningsopplegg, viser det seg at elevene som fikk demonstrasjonsforsøk svarte mer riktig enn elevene som ikke fikk det. Dette kan forklares med at elevene som fikk demonstrasjonsforsøk fikk symbolsk representasjon ved hjelp av reaksjonslikninger og modeller, i tillegg til at de fikk observere endringer på makronivået. Ved bruk av både demonstrasjonsforsøk og en teoretisk forklaring, kan det derfor virke som at elevene får en større forståelse for det som skjer på mikronivået.

Det kommer også frem at elevforsøk kan ha positive fordeler ved at elevene får øvd på praktiske ferdigheter og at elevene syntes det er morsomt. Demonstrasjonsforsøk er derfor ikke anbefalt i stedet for elevforsøk, men det burde være rom for begge deler i kjemiundervisningen. Det kommer frem at elevforsøk kan være tidkrevende og at læringsutbyttet derfor noen ganger må veies opp mot tiden det tar. Noen ganger involverer et eksperiment kjemikalier med større risiko, og da kan det være bedre at læreren håndterer kjemikaliene. Det kommer frem at demonstrasjonsforsøk gjennomført i små grupper kan gi større læringsutbytte fremfor elevforsøk.

Bruk av kjemi i undervisning om bærekraftig utvikling, kan føre til at elevene får bedre forståelse for bærekraftig utvikling. For at elevene skal forstå de store sammenhengene knyttet til klima- og miljøutfordringer er det viktig å forstå det som skjer på mikronivået. I litteraturen blir det beskrevet at det er vanskelig å forstå hva mikronivået innebærer dersom det ikke er representert både på symbolsk nivå og makronivå. Det kan derfor tenkes at bruk av symboler vil ha en effekt på å forstå de store sammenhengene knyttet til klima- og miljøutfordringer, men at elevene som fikk demonstrasjonsforsøk i enda større grad klarte å forstå mikronivået og derfor bedre å forstå de store sammenhengene.

Ved en undersøkelse av lærerens perspektiv kommer det også frem hvordan kjemi knyttet til bærekraftig utvikling kan være viktig for morgendagens samfunnsborgere. Elevene skal en dag delta i demokratiet, og økt kunnskap om kjemi knyttet til bærekraftig utvikling, kan hjelpe dem å følge med på debatter og delta i diskusjoner med bedre argumenter dersom de har forståelse for hva det er som ligger til grunn. Elevene viser stort engasjement når det kommer til bærekraftig utvikling, som det beskrives av lærer med støtte i litteratur. Det kan derfor tenkes at kunnskap om kjemi knyttet til utfordringene gjør at elevene kan anvende utfordringene i større grad. Det kommer også frem at elevene evner å se at det ikke bare er snakk om klima og miljø, men at menneskelige forhold også er sentralt i bærekraftig utvikling.

Gjennom intervjuet med lærer og støtte fra litteratur, kommer det frem at kjemi er abstrakt og vanskelig å forstå og at bruk av klima- og miljøutfordringer i kjemiundervisningen kan gjøre det enklere for elevene å forstå de kjemiske prosessene. Dette er fordi de kjemiske prosessene blir satt inn i en kontekst, slik som det tropiske korallrevet som elevene er kjent med fra før av. Dette har en sammenheng med at dagens unge er oppdatert på hva som skjer i media knyttet til klima- og miljøutfordringer. Dette kommer frem ved at lærer påpeker at elevene har mye kunnskap som de ikke har lært på skolen, samtidig som det kommer frem i litteratur at

unge er spesielt bekymret for klima- og miljøutfordringene. Ettersom kjemiske prosesser blir satt inn i en kontekst, blir det ikke lenger like abstrakt og vanskelig for elevene å forstå. Det kan derfor virke som at fokus på klima- og miljøutfordringer i kjemiundervisningen kan føre til at elevene får bedre forståelse for kjemiske prosesser.

Gjennom denne studien har det vist seg at fokus på kjemi i forbindelse med utdanning for bærekraftig utvikling kan bidra til elevenes forståelse av bærekraftig utvikling, samtidig som det kan føre til økt forståelse for kjemiske prosesser i seg selv.

## 8 Til ettertanke

### 8.1 Vurdering av studien

Etter gjennomførelse av denne studien ser jeg at det er flere ting som kunne blitt gjort annerledes dersom studien skulle blitt gjennomført på nytt. Flere av disse tankene er knyttet til undervisningsopplegget. En mulig endring er at det i større grad kunne blitt fokusert på at de kjemiske reaksjoner i virkeligheten er likevekter. Slik som reaksjonslikningene fremstår, virker det som at alt skjer i en retning. En annen tanke er at det antagelig burde vært viet mer tid til undervisningsopplegget, med forlengelse. Årsaken til dette er at det viste seg at en del av elevene blandet de ulike utfordringene som ble presentert, og bedre tid kunne gitt mer rom til at elevene kunne ha stilt spørsmål de lurte på. Det kan også tenkes at mer tid til undervisningsopplegget kunne gjort at det kunne blitt fokusert på alle dimensjonene ved bærekraftig utvikling i større grad.

I den kvantitative delen av studien var det ikke så stor forskjell i gruppene, men det viser likevel at det var en liten forskjell og at trenden er i samme retning. Her kunne med fordel undervisningsopplegget vært gjennomført i flere ulike klasser, med spørreundersøkelse fra flere ulike elever. Dette ville gitt større validitet til studien.

### 8.2 Implikasjoner og videre arbeid

I denne studien er det i stor grad fokusert på kjemi i forbindelse med klima og miljøutfordringer og ikke det helhetlige bildet av bærekraftig utvikling. Ved videre undersøkelser innenfor temaet kan det tenkes at det i større grad bør fokuseres på alle dimensjonene ved bærekraftig utvikling og ikke bare klima og miljøutfordringer. I studien kommer det frem trender som kan trekkes mot de andre dimensjonene ved bærekraftig utvikling.

Ettersom det ikke er veldig mye forskning innenfor temaet og at dette er en relativt liten studie, kunne det vært spennende å gjennomføre liknende studier på nytt for å se om det ville kommet liknende resultater igjen dersom det ble gjennomført med lik metode.

Selv om denne studien ikke er så veldig stor konkluderes det med at fokus på kjemi i forbindelse med utdanning for bærekraftig utvikling kan bidra til elevenes forståelse av bærekraftig utvikling samtidig som det kan føre til økt forståelse for kjemiske prosesser i seg selv. Ettersom dette ikke er lagt opp til i læreplanen kan det tenkes at det i liten grad blir gjennomført i skolen. Det ser derfor ut som at det er et behov for videre forskning og utvikling av flere undervisningsopplegg som kan gjennomføres i skolen. Kunnskap om bærekraftig utvikling er bare viktigere og mer aktuelt i dagens samfunn og for morgendagens samfunnsborgere.

Når det kommer til effekten demonstrasjonsforsøk finnes det studier som sammenlikner elevforsøk og demonstrasjonsforsøk, mange studier på elevforsøk men ikke så mye på effekten ved bruk av små demonstrasjonsforsøk i tillegg til teoretisk gjennomgang. Trendene fra denne studien viser at det demonstrasjonsforsøk kan ha en positiv effekt. Derfor kan det tenkes at det er behov for mer forskning om dette burde gjøres i undervisning i større grad. Resultatene fra denne studien er ikke tydelige på om det er demonstrasjonsforsøket i seg selv eller om det er demonstrasjonsforsøk i kombinasjon med en kjent kontekst som utgjør forskjellen. Dersom det isolert sett skal forskes videre på effekt av demonstrasjonsforsøk kan det derfor være en idé å ha demonstrasjonsforsøk

uten en spesifikk kontekst. Som et eksempel kan det gjøres andre demonstrasjonsforsøk knyttet til syrer og baser som ikke er knyttet til denne spesifikke konteksten.

### 8.3 Relevans for fremtidig lærer

Etter arbeid med denne tematikken ser jeg hvor nyttig det kan være å benytte temaer innenfor bærekraftig utvikling som kjente kontekster innenfor kjemiundervisningen. Gjennom prosessen ser jeg derfor hvordan arbeid med dette kan påvirke min fremtidige arbeidspraksis. Når jeg ser over undervisningsopplegget i etterkant ser jeg at det er noe som har fungert bra og at det er noe som jeg ville endret på i ettertid. Slik er det også gjerne i praksis. Man har en plan, også ser man i ettertid at noe burde vært gjort annerledes. På denne måten kan man stadig utvikle seg som lærer. Gjennom prosessen ved å søke opp andre undervisningsopplegg, har jeg oppdaget at det finnes mange gode undervisningsopplegg som er utviklet og testet av andre. Ved at man er åpen for en delingskultur, kan man dele erfaringer med andre og låne ideer av andre og bruke det i egen undervisningspraksis.

Naturvitenskapen er i stadig utvikling, og jeg er takknemlig for at jeg etter dette semesteret føler meg enda mer trygg på å søke opp og bruke ny faglig og fagdidaktisk litteratur. Som fremtidig lærer er jeg stadig i en læringsprosess.



## 9 Referanser

- Abrahams, I. (2009). Does practical Work Really Motivate? A study of the affective value of practical work in secondary school science. *International Journal of Science Education*, 31(17), 2335–2353. <https://doi.org/10.1080/09500690802342836>
- Abrahams, I. & Millar, R. (2009). Practical work: making it more effective. *School science Review*, 91(334), 59-64.
- Bell, B. T., Toth, N., Little, L. & Smith, M. A. (2016). Planning to Save the Planet: Using an Online Intervention Based on Implementation Intentions to Change Adolescent Self-Reported Energy-Saving Behavior. *Environment and behavior*, 48(8), 1049-1072. <https://doi.org/10.1177/0013916515583550>
- Bennett, J., Lubben, F. & Hogarth, S. (2007). Bringing science to life: A synthesis of the research evidence on the effects of context-based and STS approaches to science teaching. *Sci. Ed*, 91(3), 347-370. <https://doi.org/10.1002/sce.20186>
- Braun, V. & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative research in psychology*, 3(2), 77-101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>
- Bruno, B. C., Tice, K. A., Puniwai, N. & Achilles, K. (2011). Ocean Acidification: Hands-On Experiments to Explore the Causes and Consequences. *Science Scope*, 34(6), 23-30. [https://doi.org/10.2505/3/ss11\\_034\\_06](https://doi.org/10.2505/3/ss11_034_06)
- Brundtland, G. H. & Dahl, O. (1987). *Vår felles framtid*. Tiden norsk forlag.
- Burmeister, M. & Eilks, I. (2012). An example of learning about plastics and their evaluation as a contribution to Education for Sustainable Development in secondary school chemistry teaching. *Chemistry Education Research and Practice*, 13(2), 93-102. <https://doi.org/10.1039/c1rp90067f>
- Burmeister, M., Rauch, F. & Eilks, I. (2012). Education for Sustainable Development (ESD) and chemistry education. *Chemistry Education Research and Practice*, 13(2), 59-68. <https://doi.org/10.1039/c1rp90060a>
- Chipperfield, M. P., Bekki, S., Dhomse, S., Harris, N. R. P., Hassler, B., Hossaini, R., Steinbrecht, W., Thiéblemont, R. & Weber, M. (2017). Detecting recovery of the stratospheric ozone layer. *Nature*, 549(7671), 211-218. <https://doi.org/10.1038/nature23681>
- Coll, R. K., France, B. & Taylor, I. (2005). The role of models/and analogies in science education: implications from research. *International journal of science education*, 27(2), 183-198. <https://doi.org/10.1080/0950069042000276712>
- Cologna, V., Hoogendoorn, G. & Brick, C. (2021). To strike or not to strike?: an investigation of the determinants of strike participation at the Fridays for Future climate strikes in Switzerland. *PloS one*, 16(10), e0257296-e0257296. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0257296>
- Corner, A., Roberts, O., Chiari, S., Völler, S., Mayrhuber, E. S., Mandl, S. & Monson, K. (2015). How do young people engage with climate change? The role of knowledge, values, message framing, and trusted communicators. *WIREs Clim Change*, 6(5), 523-534. <https://doi.org/10.1002/wcc.353>
- Daskolina, M., Dimos, A. & Kampylis, P. G. (2012). Secondary Teachers' Conceptions of Creative Thinking within the Context of Environmental Education. *International Journal of Environmental & Science Education*, 7(2), 269-290.
- Dolfing, R., Bulte, A. M. W., Pilot, A., Vermunt, J. D., Chemical, e., Freudenthal Institute for, S., Mathematics, E., Sub Chemistry Education, b. & Afd, E. (2012). Domain-specific expertise of chemistry teachers on context-based education about macro-

- micro thinking in structure-property relations. *Research in science education (Australasian Science Education Research Association)*, 42(3), 567-588.  
<https://doi.org/10.1007/s11165-011-9211-z>
- Fløttum, K., Dahl, T. & Rivenes, V. (2016). Young Norwegians and their views on climate change and the future: findings from a climate concerned and oil-rich nation. *Journal of youth studies*, 19(8), 1128-1143.  
<https://doi.org/10.1080/13676261.2016.1145633>
- Gilbert, J. K. & Justi, R. (2016). Facing the Challenges to Science Education in Schools: The Contribution of Modelling. I (s. 1-15) (Models and Modeling in Science Education). Cham: Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-29039-3\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-29039-3_1)
- Haugan, K. & Holand, A. M. (2021). Lærerstudenters misoppfatninger og læring om kjemiske reaksjoner. *Nordina : Nordic studies in science education*, 17(1), 79-96.  
<https://doi.org/10.5617/NORDINA.8134>
- Hannisdal, M. & Ringnes, V. (2013). *Kjemi for lærere* (2. utg. utg.). Gyldendal akademisk.
- Hesse-Biber, S., Rodriguez, D. & Frost, N. A. (Red.). (2015). *A Qualitatively Driven Approach to Multimethod and Mixed Methods Research*. Oxford University Press
- Jegstad, K. M. & Sinnes, A. T. (2015). Chemistry Teaching for the Future: A model for secondary chemistry education for sustainable development. *International journal of science education*, 37(4), 655-683.  
<https://doi.org/10.1080/09500693.2014.1003988>
- Johnstone, A. H. (2000). TEACHING OF CHEMISTRY - LOGICAL OR PSYCHOLOGICAL? *Chem. Educ. Res. Pract*, 1(1), 9-15. <https://doi.org/10.1039/A9RP90001B>
- Kaiser, M. J., Attrill, M., Jennings, S., Thomas, D. N., Barnes, D. K. A., Brierley, A., Graham, N. A. J., Hiddink, J. G., Howell, K. L. & Kaartokallio, H. (2020). *Marine ecology : processes, systems, and impacts* (Third edition. utg.). Oxford University Press.
- Karpudewan, M., Ismail, Z. & Mohamed, N. (2011). Greening a Chemistry Teaching Methods Course at the School of Educational Studies, Universiti Sains Malaysia. *Journal of education for sustainable development*, 5(2), 197-214.  
<https://doi.org/10.1177/097340821100500210>
- Kelley, A. L., Hanson, P. R. & Kelley, S. A. (2015). Demonstrating the Effects of Ocean Acidification on Marine Organisms to Support Climate Change Understanding. *The American biology teacher*, 77(4), 258-263.  
<https://doi.org/10.1525/abt.2015.77.4.5>
- Kolstø, S. D. (2001). Scientific literacy for citizenship: Tools for dealing with the science dimension of controversial socioscientific issues. *Sci. Ed*, 85(3), 291-310.  
<https://doi.org/10.1002/sce.1011>
- Kolstø, S. D. (Red.). (2012). *Naturfag som forbereder til demokratisk deltagelse*. Fagbokforlaget.
- Logar, A. & Savec, V. F. (2011). Students' hands-on experimental work vs lecture demonstration in teaching elementary school chemistry. *Acta Chim Slov*, 58(4), 866-875.
- Manahan, S. E. (2017). *Environmental Chemistry* (10th. utg.). CRC Press.
- Masaryk, J. & Masaryk, E. (Red.). (2015). *Revival of demonstration experiment in science education*. International Conference on Education in Mathematics, Science & Technology (ICEMST).

- Mogensen, F. & Schnack, K. (2010). The action competence approach and the 'new' discourses of education for sustainable development, competence and quality criteria. *Environmental education research*, 16(1), 59-74.  
<https://doi.org/10.1080/13504620903504032>
- Nikolayenko, O. (2011). Adolescents' Hopes for Personal, Local, and Global Future: Insights from Ukraine. *Youth & society*, 43(1), 64-89.  
<https://doi.org/10.1177/0044118X09351281>
- Ojala, M. (2007). Confronting macrosocial worries: Worry about environmental problems and proactive coping among a group of young volunteers. *Futures: the journal of policy, planning and futures studies*, 39(6), 729-745.  
<https://doi.org/10.1016/j.futures.2006.11.007>
- Osborne, J. & Collins, S. (2001). Pupils' views of the role and value of the science curriculum: a focus-group study. *International journal of science education*, 23(5), 441-467. <https://doi.org/10.1080/09500690010006518>
- Postholm, M. B. (2010). *Kvalitativ metode : en innføring med fokus på fenomenologi, etnografi og kasusstudier* (2. utg. utg.). Universitetsforl.
- Ringdal, K. (2018). *Enhet og mangfold : samfunnsvitenskapelig forskning og kvantitativ metode* (4. utg. utg.). Fagbokforl.
- Robson, C. & McCartan, K. (2016). *Real world research : a resource for users of social research methods in applied settings* (4th. utg.). Wiley.
- Ryding, M. J. & Uggerud, E. (2014). CO<sub>2</sub> incorporation in hydroxide and hydroperoxide containing water clusters - A unifying mechanism for hydrolysis and protolysis. *Physical chemistry chemical physics : PCCP*, 16(20), 9371-9382.  
<https://doi.org/10.1039/c4cp00100a>
- Sambandet, F. (2020a, 28.10.2021). *Bærekraftig utvikling*. FN Sambandet.  
<https://www.fn.no/tema/fattigdom/baerekraftig-utvikling>
- Sambandet, F. (2020b, 04.02.2022). *FNs bærekraftsmål* FN Sambandet  
<https://www.fn.no/om-fn/fns-baerekraftsmaal>
- Sambandet, F. (2020c, 08.02.2022). *Livet i vann*. FN Sambandet.  
<https://www.fn.no/om-fn/fns-baerekraftsmaal/livet-i-havet>
- Sambandet, F. (2020d, 08.02.2022). *Stoppe klimaendringene*. <https://www.fn.no/om-fn/fns-baerekraftsmaal/stoppe-klimaendringene>
- Saure, H. I., Bomark, N.-E. & Svendsen, M. L. (2021). Modeller i kjemiundervisning - et eksempel på hvordan de kan bidra til læring og feillæring. *Models in chemistry education- an example of how they can contribute to learning and mislearning*.
- Sinnes, A. T. (2015). *Utdanning for bærekraftig utvikling : hva, hvorfor og hvordan?* Universitetsforl.
- Sinnes, A. T. & Straume, I. S. (2017). Bærekraftig utvikling, tverrfaglighet og dybdelæring: fra big ideas til store spørsmål. *Acta didactica Norge*, 11(3), 7.  
<https://doi.org/10.5617/adno.4698>
- Skaugrud, B. (2014, 19. mai 2014). *Massevirkningsloven 150 år - jubileumsforsøk med karbondioksid*. Universitetet i Oslo. <https://www.mn.uio.no/kjemi/forskning/grupper/skole/gw-karbondioksid.html>
- Säljö, R. (2016). *Læring : en introduksjon til perspektiver og metaforer*. Cappelen Damm akademisk.
- Tjora, A. H. (2021). *Kvalitative forskningsmetoder i praksis* (4. utgave. utg.). Gyldendal.
- Treagust, D., Chittleborough, G. & Mamiala, T. (2003). The role of submicroscopic and symbolic representations in chemical explanations. *International journal of science education*, 25(11), 1353-1368. <https://doi.org/10.1080/0950069032000070306>

- Utdanningsdirektoratet. (2020a). *Naturfag Kompetansemål og vurdering* (NAT01-04).  
<https://www.udir.no/lk20/nat01-04/kompetansemaal-og-vurdering/kv78?lang=nob&TverrfagligeTema=true>
- Utdanningsdirektoratet. (2020b). *Overordnet del Bærekraftig utvikling*  
<https://www.udir.no/lk20/overordnet-del/prinsipper-for-laring-utvikling-og-danning/tverrfaglige-temaer/2.5.3-barekraftig-utvikling/?lang=nob>
- Utdanningsdirektoratet. (2020c). *Overordnet del Demokrati og medborgerskap*.  
<https://www.udir.no/lk20/overordnet-del/prinsipper-for-laring-utvikling-og-danning/tverrfaglige-temaer/demokrati-og-medborgerskap/?TilknyttedeKompetansemaal=true>
- Utdanningsdirektoratet. (2020d). *Overordnet del Tverrfaglige temaer*.  
<https://www.udir.no/lk20/overordnet-del/prinsipper-for-laring-utvikling-og-danning/tverrfaglige-temaer/?lang=nob>
- Wray-Lake, L., Flanagan, C. A. & Osgood, D. W. (2010). Examining Trends in Adolescent Environmental Attitudes, Beliefs, and Behaviors Across Three Decades. *Environ Behav*, 42(1), 61-85. <https://doi.org/10.1177/0013916509335163>

# Vedlegg 1: Lærerveiledning

## Lærerveiledning: et dypdykk i det tropiske korallrevet

Det samme opplegget skal gjennomføres i begge klassene, men at kun den ene klassen får demonstrasjonsforsøk.

(Det i parentes skal i utgangspunktet bare gjøres i klassen som får demonstrasjonsforsøk). Det som ikke står i parentes skal gjøres av begge gruppene.

**Lysbilde 2:** Det vil først være en kort introduksjon om hva tropiske korallrev er, med en beskrivelse av at koralldyrene lever i kolonier og at et dyr er en liten polyp. Skjelettet er på utsiden av dyret og vokser seg større etter hvert som den forrige generasjonen dør. Polyppene lever i symbiose med alger som gir fine farger. Algene har fotosyntese og koralldyrene får 80-90% av energien sin fra algene. Korallrevet skaper et stort biologisk mangfold.

### Tropiske koraller



Koralldyret er bløtt i seg selv men lager et hardt ytre skjelett av kalsiumkarbonat ( $\text{CaCO}_3$ ).

Symbiose med alger.

Algene har fotosyntese; koralldyret får 80-90% av energien sin herfra.

Korallrev gir grunnlaget for et stort biologisk mangfold.



**Lysbilde 3:** En beskrivelse av reaksjonslikningene.  $\text{CO}_2$  reagerer med vann og danner karbonsyre. Karbonsyre dissosierer og danner  $\text{H}^+$  og  $\text{HCO}_3^-$ .  $\text{H}^+$  gjør vannet surt. Det samme skjer i havet når mengden  $\text{CO}_2$  i atmosfæren øker. Havet blir surere.

### Dypdykk: hva skjer når det blir mer $\text{CO}_2$ i atmosfæren?

$\text{CO}_2$  fra atmosfæren reagerer med vann i havet:


$$\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{CO}_3$$

Karbondioksid + vann  $\rightarrow$  karbonsyre


$$\text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{HCO}_3^- + \text{H}^+$$

Karbonsyre  $\rightarrow$  Hydrogenkarbonat + hydrogenion

**Havet blir surere**

**(Lysbilde 4):** Demonstrasjonsforsøk 1 gjøres. Si først at det er en indikator som er blå ved basisk og nøytral, og gul når det er surt. Si at man puster ut CO<sub>2</sub>. Når du blåser CO<sub>2</sub> ned i vannet skjer den samme reaksjonen som når CO<sub>2</sub> fra atmosfæren reagerer med vann.



**Lysbilde 5:** En beskrivelse av reaksjonslikningene. H<sup>+</sup> reagerer med CaCO<sub>3</sub> slik at CaCO<sub>3</sub> løses opp. HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> er det mest stabile stoffet og CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> vil derfor "foretrekke" H<sup>+</sup>. Når havet blir surere kan altså kalsiumkarbonat løses opp.

Hva skjer når havet blir surere?

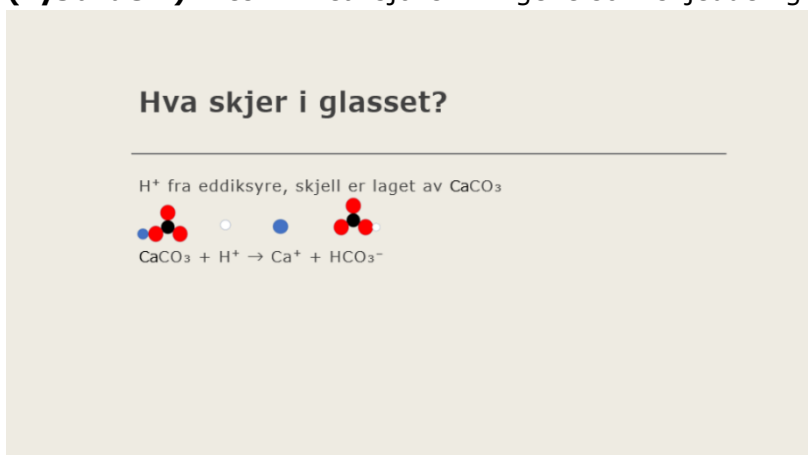
$\text{CaCO}_3 + \text{H}^+ \rightarrow \text{Ca}^{2+} + \text{HCO}_3^-$

HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> er det mest stabile stoffet.  
Karbonat fra kalsiumkarbonat vil derfor reagere med H<sup>+</sup>.  
Kalsiumkarbonat vil løses opp.

**(Lysbilde 6):** Demonstrasjonsforsøk 2 gjøres. Si at det er syre i det ene glasset og vann i det andre glasset. Spør elevene hva de tror kommer til å skje med skjellet som er laget av  $\text{CaCO}_3$  når det slippes i hvert av begerglassene. Her bør nok elevene komme litt nærmere for å se hva som skjer.



**(Lysbilde 7):** Beskriv reaksjonslikningene som skjedde i glasset.



**Lysbilde 8:** Diskusjonsoppgave. Elevene kan sitte i grupper på 2-3 elever. De skal diskutere hva de tror kan skje med korallene når det blir mer  $\text{CO}_2$  i atmosfæren.

**Hva skjer med korallene når havet blir surere (mer H<sup>+</sup>)?**

---

DISKUTER

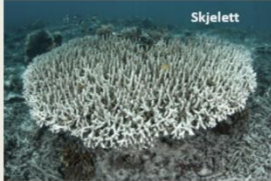
**Lysbilde 9:** Gå gjennom hva som skjer med korallene når temperaturen i havet øker. Når temperaturen øker, støter koralldyret ut algene og får mye mindre mat. Koralldyret vil blekne. Etter lengre tid uten nok energi kan hele kolonien med koralldyret dø. Bildet viser skjelettet til koralldyret.

**Hva skjer når temperaturen i havet blir høyere?**

---

Koralldyret:

- Støter ut algen.
- Får ikke mat.
- Etter tid: sulte.



**Lysbilde 10:** Hva kan menneskene gjøre med disse utfordringene? Elevene kan diskutere i de samme gruppene. Noen av tankene til gruppene kan tas opp i plenum.

**Kan menneskene gjøre noe med disse utfordringene?**

---

DISKUTER



## Demonstrasjonsforsøk 1; surt vann.

### Utstyr:

- 100 mL begerglass, fylt  $\frac{2}{3}$  med vann.
- 1 sugerør.
- Noen dråper BTB.

### Fremgangsmåte:

1. Ta noen dråper med BTB i begerglasset med vann.
2. Blås med sugerøret ned i vannet til indikatoren endrer farge.

## Demonstrasjonsforsøk 2; oppløst skjell.

### Utstyr:

- 2 stk. 300 mL begerglass.
- 2 skjell
- ca 100 mL 35% eddiksyre
- ca 100 mL vann

### Fremgangsmåte:

1. Legg et skjell i hvert begerglass
2. Fyll det ene begerglasset med vann
3. Fyll det andre begerglasset med 35% eddiksyre.
4. La stå i 2 minutter.

**NB!** Det er lurt å sjekke om det blir en reaksjon på forhånd. Jeg har forsøkt med skjell og marmor, samt ulike konsentrasjoner av saltsyre og eddiksyre. Jeg syntes det ble mest reaksjon ved å bruke 35% eddiksyre og skjell (selv om det lukter litt vondt).

## Vedlegg 2: Intervjuguide

1. Hvordan fungerte undervisningsopplegget?
2. Hvilket utbytte kan elevene få av et slikt undervisningsopplegg?
3. Hvilket utbytte kan demonstrasjonsforsøk ha i undervisningen?
4. Kan det tenkes at elevene ville fått større utbytte om de selv gjennomførte forsøkene som ble gjort i denne timen?
5. Opplevde du noen forskjell på utbytte i de ulike klassene?
6. På diskusjonsoppgaven "Hva skjer med korallene når havet blir surere?". Hvordan opplevde du diskusjonen?
7. Hva kom elevene frem til i denne oppgaven?
8. Var det variasjoner i det elevene kom frem til i de ulike klassene

## Vedlegg 3: Spørreskjema

### ET DYPDYKK I DET TROPISKE KORALLREVET

Spørsmålsarket skal leveres inn anonymt.

Sett ring rundt "vet ikke" om du ikke vet svaret.

#### 1: Hvilke(n) utfordring(er) har tropiske korallrev?

- a. Økt temperatur
- b. Surere vann
- c. Økt temperatur og surere vann
- d. De har ingen utfordringer
- e. Vet ikke

#### 2: Hva skjer i havet når det blir mer CO<sub>2</sub> i atmosfæren?

- a. Havet blir søtere
- b. Havet blir surere
- c. Havet blir mer basisk
- d. Det skjer ingenting
- e. Vet ikke

#### 3: Hva skjer når havet blir surere?

- a. H<sup>+</sup> reagerer med CaCO<sub>3</sub> (Kalsiumkarbonat), CaCO<sub>3</sub> løses opp.
- b. H<sup>+</sup> reagerer med H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (Karbonsyre), H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> løses opp.
- c. Ca<sup>+</sup> reagerer med CO<sub>3</sub><sup>2-</sup> (Karbonat), mer CaCO<sub>3</sub> dannes.
- d. Det skjer ingenting
- e. Vet ikke

#### 4: Hva skjer med korallene om havet blir surere?

## Vedlegg 4: Informasjonsskriv

### **Vil du delta i forskningsprosjektet *Kjemiutdanning for bærekraftig utvikling***

**Dette er et spørsmål til deg om å delta i et forskningsprosjekt hvor formålet er å undersøke hvilken effekt små forsøk kan ha for økt forståelse av miljøkjemi. I dette skrivet gir vi deg informasjon om målene for prosjektet og hva deltakelse vil innebære for deg.**

#### **Formål**

Dette er en masteroppgave i naturfagdidaktikk. Målet med oppgaven er å undersøke på hvilken måte kan enkle forsøk styrke elevers forståelse/ utvikle kompetanse av komplekse miljøutfordringer i lys av bærekraftig utvikling.

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

Det er NTNU som er ansvarlig for prosjektet, med veileder Ellen Marie Anderson og student Linn Ødegaard Yttrelid.

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

Du blir spurt om å delta ettersom du er lærer i en 10. klasse i naturfag som kjenner elevene i klassen godt.

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

Hvis du velger å delta i prosjektet innebærer dette å gjennomføre et undervisningsopplegg i 2 ulike klasser og deretter delta på et intervju som vil ta deg ca. 30 minutter. Spørsmålene vil ha hovedvekt på din opplevelse av gjennomførelsen og fokus på hvilket utbytte du tenker elevene kan få at et slikt undervisningsopplegg.

#### **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. Alle dine personopplysninger vil da bli slettet. Det vil ikke ha noen negative konsekvenser for deg hvis du ikke vil delta eller senere velger å trekke deg.

#### **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.

Det er student og veileder som vil ha tilgang til opplysningene som samles inn i intervjuet. Navnet og kontaktopplysningene dine vil bli erstattet med «en lærer». Du vil ikke kunne bli kjent igjen ved publisering.

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

Opplysningene anonymiseres når prosjektet avsluttes/oppgaven er godkjent, noe som etter planen er juni 2022.

### **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 NTNU 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:

- Student: Linn Ødegaard Yttrelid. [linnoy@stud.ntnu.no](mailto:linnoy@stud.ntnu.no)
- Veileder: Ellen Marie Andersson: [ellen.andersson@ntnu.no](mailto:ellen.andersson@ntnu.no)
- Vårt personvernombud: Thomas Helgesen: [thomas.helgesen@ntnu.no](mailto:thomas.helgesen@ntnu.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

Ellen Marie Andersson

*Ellen M. Andersson*

Linn Ødegaard Yttrelid

*Linn Yttrelid*

---

## Samtykkeerklæring

Jeg har mottatt og forstått informasjon om prosjektet *Kjemiutdanning for bærekraftig utvikling*, og har fått anledning til å stille spørsmål. Jeg samtykker til:

- å delta i intervju

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

---

(Signert av prosjektdeltaker, dato)

