

Høgskolen i Innlandet

Fakultet for lærerutdanning og pedagogikk

Andreas Finsveen Kleppe

Masteroppgave

Undervisning for dybdelæring med bruk av modeller i naturfag

Teaching for deep learning with models in science

Grunnskolelærerutdanning 5.-10.trinn

2023

Samtykker til tilgjengeliggjøring i digitalt arkiv Brage JA NEI

Forord

Fem spennende, utfordrende og ikke minst lærerike år med studier nærmer seg slutten. Det har vært perioder med godt humør og mestringsfølelse, men også tyngre perioder med mange utfordringer. Jeg kommer til å ta med meg mange gode minner og nyttig kunnskap på veien videre inn i læreryrket. Arbeidet med masteroppgaven har vært et krevende prosjekt. Nå som den nærmer seg et ferdig produkt er det flere jeg ønsker å benytte anledningen til å takke.

Først og fremst vil jeg takke min veileder, Lisa Kristina Lunde, for all støtte og veiledning du har gitt meg gjennom arbeidet med dette prosjektet. Takk for at du ga meg konstruktive tilbakemeldinger, hjelp til med å legge en god plan og for samtalene vi har hatt om min oppgave. En stor takk går også til Pauline Book, som under innspurten til oppgaven, sørget for at produktet jeg kunne levere var etter mitt beste potensiale.

Jeg vil også takke studiekamerater som har bidratt til å gjøre studiehverdagen spennende og morsom. Dere har gitt meg god støtte i arbeidet med masteroppgaven, og fem uforglemmelige studieår på Hamar. Til slutt vil jeg takke familie, venner og samboer som alltid har troen på meg. En særlig takk vil jeg rette til Emma som har vært positiv og støttet meg i ekstra utfordrende perioder med oppgaven. Du og din tålmodighet, har bidratt til at jeg nå kan levere oppgaven og fullføre lærerstudiet.

Hamar, mai 2023

Andreas Finsveen Kleppe

Sammendrag

Denne masteravhandlingen undersøker hvordan naturfaglærere reflekterer over hvordan modeller kan brukes for å legge til rette for dybdelæring i naturfag. Med bakgrunn i denne tematikken er følgende problemstilling utgangspunktet for studien: «**Hvordan reflekterer naturfaglærere over bruk av modeller i sammenheng med dybdelæring?**». Formålet med oppgaven er å utvikle en forståelse for hvordan naturfaglærere ønsker å anvende modeller i undervisning, og på hvilke måter tilnærmingen kan legge til rette for at elevene utvikler en dypere forståelse eller ikke. På bakgrunn av oppgavens problemområde undersøker også denne studien hvordan naturfaglærere forstår begrepet dybdelæring.

Problemstillingen ble undersøkt ved hjelp av kvalitativ forskningsmetode. Det ble gjennomført semi-strukturerte intervjuer av fire naturfaglærere på ungdomsskolen. Videre ble datamaterialet analysert ved bruk av induktiv tematisk analyse ettersom empirien dannet grunnlaget for tema, koder og kategorier. Resultatene drøftes opp mot relevant teori omkring dybdelæring og bruk av modeller i naturfag.

Mine funn viser en varierende forståelse av begrepet dybdelæring som påvirker hvordan undervisning for dybdelæring praktiseres. Evne til å se sammenhenger og evne til å anvende kunnskaper i nye situasjoner, anerkjennes av samtlige lærere. Motivasjon trekkes også frem som en viktig faktor for læringsutbyttet. Ulikhetene viser seg riktignok i forhold til hvorvidt enkeltfaglig dybde vektlegges. Som et resultat av dette indikerer denne studien at enkelte lærere benytter modeller først og fremst som et verktøy for å beskrive, presentere og forklare naturfaglig innhold, mens andre utforsker modellenes epistemiske funksjoner i større grad. I lys av det teoretiske rammeverket drøfter jeg hvorvidt undervisningstilnærmingene kan bidra til å utvikle elevenes dybdeforståelse.

Abstract

This master's thesis examines how science teachers reflect on how models can be used to facilitate in-depth learning in science. Based on this topic, the following research question for the study is: "**How do science teachers reflect on the use of models in the context of in-depth learning?**". The purpose of the study is to develop an understanding of how science teachers want to use models in teaching, and in what ways their approach can facilitate students developing a deeper understanding. Based on the topic of the thesis, this study also examines how the science teachers understand the concept of deep learning.

The research question was investigated using a qualitative research design. Semi-structured interviews were conducted on four science teachers in the secondary school. Furthermore, the data was analyzed using inductive thematic analysis as the empirical data formed the basis for themes, codes and categories. The results are discussed in relation to relevant theory about deep learning and the use of models in science.

My findings show a varying understanding of in-depth learning which affects how teaching for deep learning is practiced. The ability to see connections and the ability to apply knowledge in new situations is recognized by all teachers. Motivation is also highlighted as an important factor for the learning outcomes. Admittedly, the differences occur in relation to whether depth is emphasized in specific subjects. As a result, this study indicates that some teachers primarily use models as a tool to describe, present and explain science content. Others explore the models' epistemic functions to a greater extent. In light of the theoretical framework, I discuss whether the teaching approaches can contribute to developing students' in-depth understanding.

Liste over figurer og tabeller

Figur 2.1. Modellen dybdelæring i naturfag	8
Figur 2.2. Modell av hvordan kunnskap etableres med modeller	21
Figur 2.3. Modellen for kompetanseorientert modelleringspraksis	26
Figur 3.1. Modell av drivhuseffekt anvendt i intervjuene	30
Figur 3.2. Utdrag fra koding gjennomført i analysen	35
Figur 4.1. Informantenes perspektiv på dybdelæring	41
Figur 4.2. Modellenes rolle i naturfagundervisning	44
Figur 4.3. Modellbasert undervisning for dybdelæring	47
Tabell 2.1. Oversikt over dybdelæring vs. overflatelæring	6
Tabell 2.2. Oversikt over perspektiver på dybdelæring	10
Tabell 3.1 Viser hvilke koder som ble identifisert i analysen	34

Innhold

Forord	III
Sammendrag	IV
Abstract	V
Liste over figurer og tabeller	VI
1 Innledning	1
1.1 <i>Problemstilling og forskningsspørsmål</i>	2
1.2 <i>Oppbygning og struktur</i>	3
2 Teori	5
2.1 <i>Perspektiver på dybdeløring</i>	6
2.1.1 Dybdeløring i kontrast til overflateløring	6
2.1.2 Dybdeløring som kognitive forandringer	7
2.1.3 Dybdeløring ved fremtidsrettet kompetanseutvikling	7
2.1.4 En helhetlig modell av dybdeløring	7
2.2 <i>Undervisning for dybdeløring</i>	10
2.2.1 Stimulere elevenes motivasjon	11
2.2.2 Stimulere til utforskning og engasjement i utfordrende oppgaver	14
2.2.3 Variert bruk av representasjoner	16
2.2.4 Løring over tid	17
2.3 <i>Naturfaglige modeller</i>	18
2.3.1 Modelltyper	20
2.4 <i>Bruk av modeller i naturfag</i>	21
2.4.1 Undervisning for dybdeløring med bruk av modeller	22
2.5 <i>Tidligere forskning om læreres oppfatninger og bruk av modeller i naturfagundervisning</i> ...	24
3 Metode	27
3.1 <i>Vitenskapsteoretisk perspektiv</i>	27
3.2 <i>Det kvalitative forskningsintervjuet</i>	28
3.3 <i>Intervjuguide</i>	29
3.4 <i>Valg av informanter</i>	30

3.5	<i>Gjennomføring av intervjuer</i>	31
3.5.1	Pilotintervjuet	31
3.5.2	Forskningsintervjuene	31
3.6	<i>Analyse av datamaterialet</i>	32
3.7	<i>Vurdering av forskningens reliabilitet, validitet og overførbarhet</i>	36
3.7.1	Reliabilitet	36
3.7.2	Validitet	37
3.7.3	Overførbarhet	38
3.8	<i>Forskningsetiske avgjørelser</i>	38
3.8.1	Hensyn til personer og personopplysninger	39
3.8.2	Det profesjonelle yrkesfellesskapet	40
4	Presentasjon av funn og resultater	41
4.1	<i>Hvordan forstår lærere begrepet dybdelæring?</i>	41
4.1.1	Faglig dybde	42
4.1.2	Motivasjon	42
4.1.3	Se sammenhenger og anvende kunnskaper	42
4.1.4	Tid	43
4.1.5	Kommunikasjon	43
4.2	<i>Naturfaglige modeller har flere formål i undervisningen til fire ungdomsskolelærere</i>	44
4.2.1	Virkelighetsforenkling	44
4.2.2	Variasjon	45
4.2.3	Konkretisering	45
4.2.4	Støttestruktur	46
4.3	<i>Undervisning for dybdelæring med bruk av modeller</i>	46
4.3.1	Aktivering av forkunnskaper	47
4.3.2	Samtale	47
4.3.3	Meta-kunnskapsutvikling	48
4.3.4	Modellering	48
5	Drøfting	50
5.1	<i>Perspektiver på dybdelæring</i>	50
5.1.1	Er dybdelæring en tverrfaglig læringsstrategi?	50
5.1.2	Dybdelæringens kjerneelementer	51
5.1.3	Dilemmaet mellom tid og motivasjon	53
5.1.4	Dybdelæring utvikles gjennom samtale	57

5.1.5	Dybdel�ring er et diffust begrep	58
5.2	<i>Hvordan reflekterer lærerne omkring hvordan modeller benyttes i naturfag?</i>	59
5.2.1	Modeller er forenklinger av den virkelige verden	59
5.2.2	Modeller kan bidra til å variere undervisningen	62
5.2.3	Modeller konkretiserer fagstoffet.....	63
5.2.4	Modeller er gode støttestrukturer i naturfagundervisningen.....	64
5.3	<i>Undervisning for dybdel�ring med bruk av modeller</i>	66
5.3.1	Bruk av modeller til å presentere faglig innhold	66
5.3.2	Vil en produktorientert tilnærming til modeller utvikle elevenes dybdeforståelse? 68	
5.3.3	Naturfagundervisning ved hjelp av en kompetanseorientert modelltilnærming	71
5.3.4	En kompetanseorientert modellundervisning som tilrettelegger for dybdel�ring . 73	
6	Avslutning	76
	Litteraturliste.....	79
	Vedlegg 1: Samtykkeskjema	85
	Vedlegg 2: Intervjuguide	88

1 Innledning

I overordnet del av læreplanen LK20 fremheves blant annet at elever skal utvikle kunnskaper, ferdigheter og holdninger som gjør dem i stand til å ta del i samfunnet og dets utvikling (Kunnskapsdepartementet, 2017, s. 3; Opplæringslova, 1998, § 1-1). Et viktig element i dette utdanningsoppdraget til skolen handler om læring, og spesielt hvordan elevene lærer. Det har lenge vært etablert en forståelse i utdanningsmiljøet at læring krever noe mer enn å gjengi fakta. Evne til å reflektere over egen kunnskap har for eksempel vært en høyt verdsatt ferdighet som har kjennetegnet et godt læringsutbytte (NOU 2014: 7, s. 35). Samtidig har stor stofftrensning bidratt til hyppig introduksjon av nytt fagstoff i skolen, uten at annet ble tatt ut (NOU 2014: 7, s. 10). Det har bidratt til stor tetthet av innhold, mens en liten del av innholdet ble undersøkt i dybden. I den nye læreplanen LK20 er det fokus på prinsipper for læring som kalles dybdelæring. Prinsippene er nå fremhevet i opplæringsens verdigrunnlag, og skal av den grunn legges til rette for i alle fag (Kunnskapsdepartementet, 2017, s. 7). Hensikten med dybdelæring er å bidra til at elever utvikler kunnskap og kompetanse som gjør dem nyttige samfunnsborgere i dagens og fremtidens samfunn. Med dette kan elevene få gode utgangspunkt for å delta i samfunnet (Kunnskapsdepartementet, 2017, s. 9).

I likhet med andre skolefag benyttes det i naturfag ulike strategier og verktøy for at elevene skal lære på en hensiktsmessig måte, og utvikle en dypere forståelse. Karakteristisk i naturfag er bruk av representasjoner (Gilbert, 2010, s. 5). Representasjoner kan bidra til å forstå abstrakte prosesser ved å konkretisere, visualisere og eksemplifisere virkeligheten. Representasjoner kan bidra til å forstå virkeligheten når det er utfordrende å oppleve og erfare hvordan den er. For å forstå verden er det derfor nødvendig med ulike representasjoner som forenkler fenomenene man ønsker å undersøke (Gilbert & Justi, 2016, s. 21). Modeller er nettopp en type representasjon som benyttes for å beskrive og forenkle prosesser og fenomener i naturfag (Gilbert & Boulter, 2000, s. 8). De benyttes for eksempel til å visualisere abstrakte elementer eller som støttestrukturer i samtaler. En undervisning basert på modeller kan gjennomføres på ulike måter hvor enkelte viser seg å være mer hensiktsmessig enn andre, spesielt når målet er å utvikle en dypere forståelse.

I naturfag vil undervisningen bære preg av å bruke representasjoner for å utvikle elevenes forståelse. Dette har vært formålet i mange år, og vil være tilsvarende i mange år frem i tid. Prinsippene om undervisningen som legger til rette for å utvikle elevenes forståelse har

riktignok endret seg med ny læreplan. Regjeringen ønsker en skole som stimulerer til dybdeløring (NOU 2015: 8, s. 10). Gjennom praksis har jeg riktignok erfart ulike måter å benytte modeller på. I hvilken grad metodene legger til rette for dybdeløring tror jeg varierer veldig. Jeg har derfor blitt nysgjerrig på hvordan lærere anvender modeller i undervisning med den hensikten å tilrettelegge for dybdeløring. Økt kunnskap om lærernes erfaringer og refleksjoner kan bidra til at undervisning med modeller i større grad legger til rette for dybdeløring. Dette er noe jeg ønsker å rette søkelyset mot i min masteravhandling.

1.1 Problemstilling og forskningsspørsmål

Formålet med denne masteroppgaven er å undersøke hvordan naturfaglærere mener modeller kan benyttes for å legge til rette for at elevene skal utvikle dybdeløring. Jeg ønsker å knytte bruk av modeller i undervisning til prinsipper som stimulerer til dybdeløring. Oppgaven har derfor følgende problemstilling:

«Hvordan reflekterer naturfaglærere over bruk av modeller i sammenheng med dybdeløring?»

Lærernes perspektiver, meninger og erfaringer utgjør oppgavens empirigrunnlag, og det er flere årsaker til dette fokuset. Innblikk i lærernes oppfatninger kan bidra med kunnskap om hensikten bak bruk av modeller, og kunnskap om hvordan bruk av modeller oppleves å legge til rette for at elevene kan utvikle dypere forståelse. Jeg opplever derfor lærernes erfaringer og refleksjoner som verdifulle og ønsker å koble dette til teori. Begrepene dybdeløring og modeller er to omfattende begrep som kan tolkes på forskjellige måter. Jeg ønsker derfor å undersøke hvordan lærerne forstår begrepene. Deres forståelse av begrepene kan være av betydning for hvordan lærerne velger å benytte modeller for å legge til rette for dybdeløring i naturfagundervisningen. For å rette fokuset i oppgaven skal jeg gå i dybden på enkelte aspekter som skal bidra til å besvare problemstillingen. Jeg ønsker med denne masteravhandlingen å bidra til faglig diskusjon og klarhet omkring tematikken.

Ifølge Kunnskapsdepartementet (2017) handler dybdeløring om at «elevne utvikler forståelse av sentrale elementer og sammenhenger innenfor et fag, slik at de lærer å bruke faglige kunnskaper og ferdigheter i kjente og ukjente sammenhenger» (s. 11). I tillegg til dette skal det være en progresjon i læringen slik at elevene over tid kan utvikle kompetanser individuelt og i samarbeid med andre (Kunnskapsdepartementet, 2017, s. 11). Beskrivelsen

inneholder flere aspekter som gjør at begrepet dybdelæring kan anses som et omfattende og mangefasettert begrep. Det er derfor relevant å undersøke hvordan naturfaglærere forstår begrepet dybdelæring. Jeg har valgt å undersøke hvilke perspektiver på dybdelæring naturfaglærerne har i sammenheng med teoretiske perspektiver på begrepet. Det første forskningsspørsmålet er:

1) Hvordan forstår naturfaglærere begrepet dybdelæring?

Det andre forskningsspørsmålet dreier seg om hvordan informantene opplever modeller i deres naturfagundervisning. Tidligere forskning fra Van Driel og Verloop (1999) indikerer at modeller først og fremst blir benyttet til å forklare og beskrive abstrakte prosesser i naturfag, selv om Nielsen og Nielsen (2021) mener dette ikke er hensiktsmessig for elevenes læringsutbytte. Hvordan modellene benyttes kan derfor være avgjørende for elevenes mulighet til å utvikle forståelse. Som et resultat av dette vil modellenes hensikt i naturfag være et av forskningsområdene i min oppgave, og utgjøre forskningsspørsmål to:

2) Hvilken hensikt oppleves modeller å ha i naturfagundervisningen til fire ungdomsskolelærere?

Til slutt vil jeg undersøke hvordan lærerne beskriver undervisning med modeller i lys av undervisning som legger til rette for dybdelæring. Informantenes perspektiv på dybdelæring og deres oppfatning av modellenes hensikt i undervisning, vil også være av betydning for dette forskningsspørsmålet. Med dette forskningsområdet ønsker jeg å undersøke hvordan lærere reflekterer over bruk av modeller for å legge til rette for dybdelæring.

Forskningsspørsmålet er formulert slik:

3) Hvordan reflekterer lærere over bruk av modeller for å fremme dybdelæring i naturfag?

1.2 Oppbygning og struktur

Oppgaven består av seks kapitler. I det første kapitlet introduserer jeg forskningsområde, forskningsspørsmål og avhandlingens oppbygning og struktur. I kapittel to gjør jeg rede for det teoretiske rammeverket for oppgaven. Hensikten er å ramme inn oppgaven og presentere relevante begreper og teorier som bidrar til å belyse problemstillingen. På den måten vil også oppgavens tematikk ytterligere snevres inn. Perspektivene til Pellegrino og Hilton (2012) om

21st Century Skills, det kognitive perspektivet til Ohlsson (2011), og Voll og Holt (2019) sin dybdelæringsmodell er relevant litteratur som benyttes konsekvent gjennom oppgaven. Det benyttes et bredt spekter av teorier da dette virker hensiktsmessig for å undersøke forskningsspørsmålene. I tillegg til dette benyttes litteratur fra blant annet Gilbert og Justi (2002; 2016), Hulleman og Harackiewicz (2009) og Nielsen og Nielsen (2021) for å gjøre rede for modeller og undervisning med bruk av modeller.

I kapittel tre vil den metodiske tilnærmingen til oppgaven presenteres. Dette innebærer valg og betraktninger som er blitt tatt før, under og etter datainnsamlingen. Alle mine metodiske valg argumenteres for med støtte i relevant litteratur. En viktig del av dette kapitlet tar for seg oppgavens kvalitet hvor det argumenteres for hvilke av mine valg som styrker oppgaven. I tillegg til dette beskriver jeg hvordan data er behandlet og analysert med utgangspunkt i tematisk analyse fra Braun & Clarke (2006).

I kapittel fire presenteres studiens resultater med utgangspunkt i oppgavens forskningsspørsmål. Funnene presenteres både i form av diagrammer og tekst slik at leser skal få en tydelig oversikt over hva resultatene sier.

Kapittel fem utgjør oppgavens hoveddel hvor hensikten er å knytte teori og resultater sammen. I dette kapitlet drøfter jeg litteratur fra kapittel to mot de presenterte resultatene i kapittel fire. Lærernes ulike perspektiver på begrepet dybdelæring drøftes for eksempel mot forskjellige teorier om dybdelæring. Resultatene vil også ses i sammenheng med tidligere forskning som er gjort omkring liknende tematikk. På den måten kan studien bygge videre på tidligere forskning og tilføre ytterligere kunnskap på fagfeltet.

Avslutningsvis vil jeg i kapittel seks forsøke å besvare problemstilling og forskningsspørsmål. Dette innebærer å trekke noen konklusjoner på bakgrunn av min gjennomførte forskning sett i lys av relevant teori. Studiens begrensninger vil også diskuteres i dette kapitlet samt hvilke implikasjoner denne studien kan ha for skolen og forskningsfeltet. Dette innebærer også forslag til videre forskning som kan gjennomføres slik at studien tilføres ytterligere kunnskap og dybde.

2 Teori

Ludvigsen-utvalget (NOU 2015: 8, s. 10) mener skolefagene skal rettes mot fremtidens ønskede kompetanser, ferdigheter og holdninger gjennom utvikling av dybdekunnskaper. Skolens fag skal av den grunn gjenspeile samfunnets utviklingstrekk. På bakgrunn av dette har utvalget lagt frem fire kompetanseområder bestående av; fagspesifikk kompetanse, kompetanse i å lære, kompetanse i å kommunisere, samhandle og delta og kompetanse i å utforske og skape (NOU 2015: 8, s. 8). Kompetansene skulle benyttes i fornyelsen av skolens innhold, og fungere som en bærebjelke for den norske grunnutdanningen. Dydbelæring trekkes inn som et sentralt element av utvalget under utdypingen av hva begrepet kompetanse innebærer. Beskrivelsen legger stor vekt på begrepet; anvendelse, hvor de understreker at elever skal kunne anvende kunnskaper og ferdigheter til å løse oppgaver og mestre ulike utfordringer. Det trekkes også frem at utvikling av forståelse forutsetter refleksjon og evne til å plassere kunnskapen i sammenheng (NOU 2015: 8, s. 11). Gjennom utredningen beskriver Ludvigsen-utvalget dydbelæring som en gradvis utvikling av forståelse. Dette innebærer forståelse av både begreper og sammenhenger innenfor et tema eller fagområde. Elevene skal også evne å knytte tidligere kunnskaper og ferdigheter til problemløsning i nye og ukjente sammenhenger (NOU 2014: 7, ss. 10–11). På en slik måte utvikler elevene dypere forståelse gjennom undervisningen.

Dydbelæring er noe mer enn kun faglig fordypning. Dette er beskrivende blant de mange ulike teoriene om dydbelæring (NOU 2014: 7, s. 35). I forbindelse med ny overordnet del som ble fastsatt i 2017 står det at elever skal utvikle forståelse og en evne til å se sammenhenger slik at kunnskaper og ferdigheter kan benyttes i kjente og ukjente situasjoner (Kunnskapsdepartementet, 2017, s. 11). Som en tilleggsressurs for lærere er det utarbeidet en mer beskrivende definisjon hvor dydbelæring defineres som:

Det å gradvis utvikle kunnskap og varig forståelse av begreper, metoder og sammenhenger i fag og mellom fagområder. Det innebærer at vi reflekterer over egen læring og bruker det vi har lært på ulike måter i kjente og ukjente situasjoner, alene eller sammen med andre. (Utdanningsdirektoratet, 2019, s. 1)

Definisjonen sammenfatter de tidligere beskrivelsene og gir en utdypende forklaring som blant annet inkluderer forståelse av begreper, metoder og sammenhenger.

Utdanningsdirektoratet (2019) legger også vekt på at dydbelæring utvikles i samspill med

andre. Dette bidrar til å gi elevene muligheter til å reflektere over og knytte sammen kunnskap på en meningsfull måte gjennom et sosialt fellesskap (Utdanningsdirektoratet, 2019, s. 1).

2.1 Perspektiver på dybdelæring

2.1.1 Dybdelæring i kontrast til overflatelæring

Det finnes ulike måter å tolke dybdelæring på hvorav ulike teoretikere har hvert sitt perspektiv på begrepet. Dybdelæring kan for eksempel beskrives i sammenheng og kontrast til overflatelæring (NOU 2014: 7, s. 36; Sawyer, 2006, s. 4). Overflatelæring karakteriseres som memorering av fakta uten tilknytning til tidligere etablert kunnskap. Det stilles ingen krav til refleksjon rundt tematikken, og hensikten beskrives som å etablere isolert kunnskap uten progresjon i kunnskapsetableringen. Tilnærmingen sørger for at elever i liten grad blir i stand til å dra nytte av kunnskapen til å løse andre utfordringer (NOU 2014: 7, s. 36; Sawyer, 2006, s. 4). Sammenhengen mellom overflatelæring og dybdelæring forklares som en læringsprogresjon hvor elever opparbeider seg generell kunnskap før de gradvis utvikler en dypere forståelse. Et fellestrekk ved dybdelæring er at elevenes forståelse forbigår enkeltstående faktamemorering (NOU 2014: 7, s. 35).

Tabell 2.1 viser en oversikt over kjennetegn på overflatelæring og dybdelæring. Hentet fra (Sawyer, 2006, s. 4) med oversettelse fra (NOU 2014: 7, s. 36).

Dybdelæring	Overflatelæring
Elever relaterer nye ideer og begreper til tidligere kunnskap og erfaringer.	Elever jobber med nytt lærestoff uten å relatere det til hva de kan fra før.
Elever organiserer egen kunnskap i begreps-systemer som henger sammen.	Elever behandler lærestoff som atskilte kunnskaps-elementer.
Elever ser etter mønstre og underliggende prinsipper.	Elever memorerer fakta og utfører prosedyrer uten å forstå hvordan eller hvorfor.
Elever vurderer nye ideer og knytter dem til konklusjoner.	Elever har vanskelig for å forstå nye ideer som er forskjellige fra dem de har møtt i læreboka.
Elever forstår hvordan kunnskap blir til gjennom dialog og vurderer logikken i et argument kritisk.	Elever behandler fakta og prosedyrer som statisk kunnskap, overført fra en allvitende autoritet.
Elever reflekterer over sin egen forståelse og sin egen læringsprosess.	Elever memorerer uten å reflektere over formålet eller over egne læringsstrategier.

Tabell 2.1 viser tydelige forskjeller mellom dybdelæring og overflatelæring. Evne til å knytte tidligere kunnskap til nye ideer og begreper, evne til å se sammenhenger og evne til refleksjon kan trekkes ut som viktige aspekter. Dette er kjennetegn som Sawyer (2006) tillegger fenomenet dybdelæring.

2.1.2 Dybdelæring som kognitive forandringer

Kognitive strukturer for læring er et annet perspektiv på dybdelæring. I stedet for å se på generelle prinsipper og mønstre for kompetanse og forståelse fokuserer dette perspektivet på de kognitive strukturene som må endres for at dybdelæring skal utvikles (Ohlsson, 2011, s. 367). Forfatteren beskriver tre hovedområder hvor kognitive forandringer fører til en dypere forståelse. Kreativitet i arbeid med problemløsning, overføring av kunnskap og kompetanse til et annet fagovergripende område og endring av allerede eksisterende antagelser (Ohlsson, 2011, s. 367). Hovedelementene til Ohlsson er utvikling, bearbeiding og endring av de mentale modellene. Mentale modeller kan beskrives som en intern og personlig representasjon av prosesser, objekter og fenomener (Gilbert & Justi, 2016, s. 19). På grunn av den mentale modells forankring i hvert enkelt individ er det ofte en utfordrende prosess å revidere de mentale modellene (Ohlsson, 2011, s. 369). Fordelen er riktignok at endringen av de mentale modellene kan resultere i en dypere forståelse for tematikken.

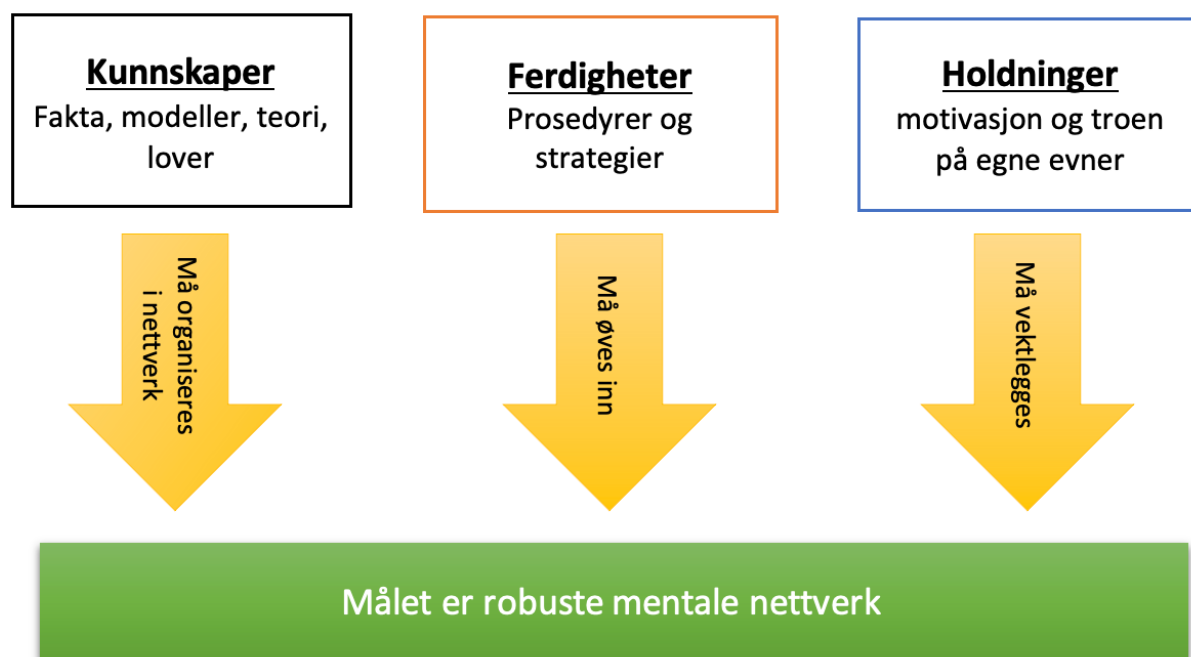
2.1.3 Dybdelæring ved fremtidsrettet kompetanseutvikling

I litteraturen fremmes også kompetanseutvikling som et eget perspektiv på dybdelæring. Perspektivet fokuserer på hvilke ferdigheter som er nødvendige å utvikle for og lykkes i fremtidens samfunn (NOU 2015: 8; Pellegrino & Hilton, 2012). Kunnskaper og ferdigheter innenfor innovasjon, kreativitet og kreativ problemløsning er blant de sentrale elementene som trekkes frem (Pellegrino & Hilton, 2012, s. 70). Perspektivet anser ikke dybdelæring som et produkt, men heller som en prosess hvor kunnskaper og ferdigheter som er nyttige i fremtiden stadig utvikles gjennom skoleløpet. Gjennom en slik tilnærming argumenteres det for at elever utvikler overførbar kunnskap som kan benyttes for å løse nye problemer. Hensikten med å utvikle fremtidsrelevante ferdigheter og kunnskaper på et tidlig stadium er at elever utvikler evnen til å reagere raskere og mer effektivt i møte med liknende utfordringer ved en senere anledning (Pellegrino & Hilton, 2012, s. 70). Evnen til å bruke kortere tid på å løse problemer korrelerer sterkt med erfaringen til å løse problemet (Anderson, 2015, s. 244). Med andre ord vil elever med relevant erfaring utvikle dypere forståelse for hvordan utfordringer løses og av den grunn reagere mer effektivt i møte med dem i fremtiden.

2.1.4 En helhetlig modell av dybdelæring

Dybdelæring i motsetning til overflatelæring, kompetanseutvikling for fremtiden og kognitive forandringer er blant perspektivene som dominerer forståelsen for begrepet dybdelæring. Som et produkt av perspektivene er det utarbeidet en dybdelæringsmodell for begrepet som

inkluderer flere av perspektivene. Dybdelæringsmodellen (figur 2.1) fokuserer på utvikling av kunnskaper, ferdigheter og holdninger gjennom en gradvis prosess hvor målet er «å utvikle robuste, hierarkiske mentale nettverk som grunnlag for helhetlig kompetanse» (Voll & Holt, 2019, s. 33)



Figur 2.1 viser en modell av dybdeløring som inkluderer kunnskaper, ferdigheter og holdninger. Målet er å utvikle robuste mentale nettverk. Hentet fra (Voll & Holt, 2019, s. 33).

Ifølge dybdelæringsmodellen dreier naturfag seg om kunnskap og forståelse av fakta, modeller, teori og lover som både forklarer og beskriver sammenhenger og enkeltfenomener (Voll & Holt, 2019, s. 33). I andre fag kan derimot kunnskap oppfattes annerledes, og inneholde andre kjennetegn. Dybdelæringsmodellen er derfor spesifikk rettet mot dybdeløring i naturfag. En viktig faktor for utvikling av en dypere forståelse innebærer evnen til å anvende kunnskap i motsetning til memorering av kunnskap. For at kunnskapen skal kunne anvendes må den først organiseres (Voll & Holt, 2019, s. 33). På den måten handler dybdeløring i stor grad om en hierarkisk organisering av kunnskap hvor også evne til å se etter sammenhenger og mønstre inkluderes (Ohlsson, 2011, s. 367). For at kunnskapen skal kunne organiseres er det nødvendig at nytt fagstoff knyttes til tidligere kunnskaper slik at det oppstår nye forbindelser mellom kunnskapselementer (Ohlsson, 2011, s. 367). Da vil det også være enklere å synliggjøre sammenhenger og mønstre for elevene. På en slik måte forsterkes elevenes mentale modeller som ut ifra dybdelæringsmodellen er målet med undervisning for dybdeløring. Når kunnskap og forståelse har bidratt til å skape robuste mentale modeller er

det god grunn for å anta at de mentale modellene samsvarer med forklaringsmodellene som benyttes i naturvitenskapen (Gilbert & Justi, 2016, s. 19). Ohlsson (2011) mener de mentale modellene og forklaringsmodellene må samsvare for at elever skal vise en dypere forståelse for naturfaglige fenomener.

I dybdelæringsmodellen er også utvikling av ferdigheter en viktig faktor for å utvikle en dypere forståelse. Dette er spesielt knyttet mot naturfag som gjennom forsøk, undersøkelser, prosedyrer og utforskende aktiviteter kan anses som et praktisk fag hvor ulike ferdigheter stadig utfordres. Under gjennomføring av slike aktiviteter legges det mye energi og fokus i nettopp gjennomføringen av aktiviteten, mens det naturfaglige innholdet derimot ikke får like mye oppmerksomhet (Voll & Holt, 2019, s. 34). En slik tilnærming bidrar i mindre grad til utvikling av en dypere forståelse på grunn av lite naturfaglig fokus. Av den grunn må prosedyrer og strategier øves inn og automatiseres slik at det naturfaglige innholdet kan få større oppmerksomhet. Elevene utvikler ofte en instrumentell forståelse for ferdigheten hvor de er innforstått med hvilke regler og prinsipper som er nødvendig for å kunne gjennomføre oppgaven (Wæge & Nosrati, 2018, s. 35). Det er riktignok et ønske om at de også utvikler en relasjonell forståelse hvor elevene utvikler en bevissthet knyttet til hvordan en ferdighet kan benyttes i andre liknende situasjoner. Elever som har automatisert en ferdighet vil både ha utviklet en instrumentell forståelse og en relasjonell forståelse. På den måten evner eleven å benytte ferdigheten i situasjoner hvor den er passende i tillegg til at vedkommende kan fokusere på det naturfaglige innholdet og forståelsen av dette.

Den siste delen av dybdelæringsmodellen innebærer holdninger. Begrepet inkluderer blant annet motivasjon, målorientering, meta-kognisjon og selvregulering (Voll & Holt, 2019, s. 34). For at elevene skal være åpne for å lære er det viktig at undervisningen stimulerer til de riktige holdningene. For eksempel at elevene skal utvikle motivasjon for å lære og troen på egne evner. Dersom eleven ikke ser nytten av fagstoffet de lærer vil det heller ikke være mulig for elevene å utvikle en dypere forståelse (Skaalvik & Skaalvik, 2021, s. 121). En viktig del av naturfag i skolen handler om å inspirere og gi elevene en mestringsfølelse slik at de kan utforske og være delaktige i arbeidet med å løse ulike utfordringer i samfunnet.

Tabell 2.2 viser et kort sammendrag av de ulike perspektivene på dybdelæring som er relevante for denne oppgaven.

Forsker	Sammendrag av beskrivelse for dybdelæring
Sawyer (2006)	Dybdelæring ses i sammenheng og kontrast til overflatelæring. Utvikling av isolerte kunnskaper kan være en grunnmur som må bygges videre på. Etter tid kan kunnskapen videreutvikles ved å se sammenhenger og reflektere over kunnskap og egen læring.
Ohlsson (2011)	Dybdelæring er et resultat av endring i de kognitive strukturene. Kreativ problemløsning, kunnskapsoverføring og endring av eksisterende antagelser er tre kognitive aspekter som bidrar til bearbeiding, utvikling og endring av de mentale modellene.
Pellegrino & Hilton (2012)	Dybdelæring oppfattes som en prosess hvor overføring av kunnskaper og ferdigheter utvikles gjennom skoleløpet. Perspektivet handler om kompetanseutvikling hvor kunnskaper og ferdigheter som vil være nødvendige i fremtiden stadig utvikles. Hensikten er å legge til rette for at elevene utvikler handlingskompetanse i samfunnsrelaterte utfordringer.
Voll & Holt (2019)	Dybdelæring er ikke et produkt, men en prosess hvor kunnskap organiseres i hierarkiske strukturer. Strukturene knyttes til de sentrale aspektene: kunnskaper, ferdigheter og holdninger. Ved å stimulere til positive holdninger og benytte tidligere kunnskaper og automatiserte ferdigheter vil robuste mentale nettverk utvikles.

2.2 Undervisning for dybdelæring

Undervisning som legger til rette for dybdelæring kjennetegnes noe ulikt av Wiske (1998) og Pellegrino og Hilton (2012). Forskerne presenterer forskningsbaserte undervisningsstrategier hvor Wiske (1998) fokuserer på fem elementer. Pellegrino og Hilton (2012) presenterer flere punkter som er noe forskjellig fra beskrivelsene til Wiske (1998). Allikevel finnes det flere likhetstrekk i deres beskrivelser av undervisning for dybdelæring. Forskerne gir for eksempel

uttrykk for at motivasjon for å lære er viktig for at elevene skal utvikle en dypere forståelse (Pellegrino & Hilton, 2012, s. 181; Wiske, 1998, ss. 316–317). Hva dette innebærer gjøres rede for i neste underkapittel. Pellegrino og Hilton (2012) presenterer nyere forskning som tydeliggjør konkrete punkter for undervisning som legger til rette for dybdeløring. Videre i studien har jeg valgt å gjøre rede for noen av aspektene til Pellegrino og Hilton (2012). Dette teoretiske rammeverket vil være relevant når jeg skal drøfte mine resultater senere i masteravhandlingen. Følgende elementer vil gjøres rede for:

1. Stimulere elevenes motivasjon
2. Stimulere til utforskning og engasjement i utfordrende oppgaver
3. Variert bruk av representasjoner
4. Løring over tid

2.2.1 Stimulere elevenes motivasjon

Motivasjon er en av de viktigste forutsetningene for løring, og derfor noe en lærer bør vektlegge i sitt arbeid (Pellegrino & Hilton, 2012, ss. 89–91). Undervisning som stimulerer elevenes motivasjon ved for eksempel å ta utgangspunkt i elevenes hverdagsliv og gi dem utfordringer kan bidra til å øke elevenes læringsutbytte (Kunnskapsdepartementet, 2017, s. 17). Motivasjon gjenspeiles ofte i elevs atferd hvor valg, innsats og utholdenhet trekkes frem som nøkkelbegreper (Skaalvik & Skaalvik, 2021, s. 133). Evnen til å ikke gi opp i møte med utfordrende oppgaver er for eksempel en utholdende egenskap som uttrykkes av motiverte elever. Motivasjonsfremmende undervisning i naturfag inkluderer elementer som utforskende aktiviteter, samarbeid, å gjøre fagets innhold relevant for elevene og styrke elevenes forventning om mestring (Bøe, 2018, s. 14). Formålet med undervisningen er å utvikle nysgjerrige og utholdende elever hvor den indre motivasjonen for å lære er til stede (Skaalvik & Skaalvik, 2021, s. 133).

Eccles og Wigfield (2002) presenterer i sin artikkel flere teorier og tidligere forskning som tar for seg motivasjon knyttet til undervisning. Den første teorien fokuserer på hvilke forventninger som ligger til grunn for å utvikle stor motivasjon. Albert Bandura relateres ofte til forventningsteorien, og vedkommende presenterer i all hovedsak to viktige elementer. Begrepet selv-efficacy som også kalles for mestringsforventning handler om troen på egne ferdigheter for å kunne mestre en gitt oppgave (Eccles & Wigfield, 2002). Elevs forventninger om mestring påvirkes for eksempel av tidligere erfaringer, verbale utsagn, og

fysiske og emosjonelle reaksjoner (Skaalvik & Skaalvik, 2021, s. 120). Ifølge Pellegrino og Hilton (2012, s. 165) kan undervisning hvor læreren demonstrerer en oppgave ha en positiv påvirkning på elevenes mestringsforventning. Metoden bidrar til å veilede elevene slik at de har et godt utgangspunkt for å løse en utfordrende oppgave. I tillegg til dette vil oppgaver som er tilpasset hver enkelt elev bidra til å utvikle elevenes tro på egne ferdigheter (Pellegrino & Hilton, 2012, s. 165). Oppgavene kan på den måten oppleves som gjennomførbare i tillegg til at de er utfordrende nok slik at elevene må strekke seg etter å løse dem. Dersom oppgavene er for lette eller for vanskelige vil elevenes utvikling stagnere og undervisningen vil oppleves som kjedelig og lite motiverende (Bøe, 2018, s. 14). Perspektivet er i stor grad fokusert på forventet gjennomføringsevne. Dersom elevene forventer å mestre oppgaven, vil motivasjonen for å gjennomføre oppgaven også være høy.

I nær tilknytning til Bandura sin forventningsteori finner vi kontrollteori (Eccles & Wigfield, 2002). Istedenfor for å rette fokuset på gjennomføringsevne fokuserer kontrollteorien på hvilke forventninger individer har til suksess eller fiasko. Dersom et individ forventer at oppgaven fører til suksess, økes motivasjonen for å utføre arbeidet. Slik motivasjon utvikles gjennom positive erfaring med liknende oppgaver (Pellegrino & Hilton, 2012, s. 165). I situasjoner hvor det er ukjent i hvilken grad suksess eller fiasko kan oppstå, vil motivasjonen ofte synke.

Indre og ytre motivasjon påvirker også motivasjonen for å utføre et arbeid. Deci og Ryan (1985) mener motivasjonen for å utføre et arbeid er i sterk sammenheng med hvorvidt den indre gleden for å gjennomføre det er til stede eller ikke. Den indre gleden kjennetegnes ved at det er et iboende ønske om å mestre aktiviteten, mens den ytre gleden styres av ytre materielle faktorer. Ytre materielle faktorer i skolesammenheng kan for eksempel være gode karakterer, bra utdanning og status blant medelevene. Dersom en elev velger en utdanning basert på god lønn vil dette være en avgjørelse basert på ytre glede hvor ønske om kompetanse og selvbestemmelse står sterkt (Eccles & Wigfield, 2002). På den måten kan ytre motivasjon bidra til å motivere elevene, men over et langt undervisningsforløp vil elever med indre motivasjon ha et større læringsutbytte (Deci & Ryan, 1985).

Teoriene som er beskrevet ovenfor er anerkjente motivasjonsteorier, men de fokuserer hovedsakelig på en liten del av motivasjonsteori. Eccles og Wigfield (2002) presenterer en forventnings- og verditeori som inkluderer flere aspekter i en mer omfattende

motivasjonsteori. For det første så handler denne teorien om at valg både får negative og positive konsekvenser, og at disse konsekvensene er av stor betydning for motivasjonen til å foreta et valg (Eccles & Wigfield, 2002, s. 118). Som et resultat av konsekvensene vil derfor sannsynlighet for suksess og individets verdi ha stor betydning for valget som tas. Dette samsvarer med en kontrollbasert motivasjonsteori hvor motivasjonen for å utføre noe påvirkes av forventningene om suksess. Eccles og Wigfield (2002) poengterer videre at elevenes forventninger og verdier påvirker deres prestasjon, utholdenhet og oppgavevalg. Hvilke forventninger som en person har varierer ut ifra hvilken oppfatning vedkommende har om sin kompetanse, hvilke mål individet har og hvilken oppfatning vedkommende har omkring oppgavens vanskelighetsgrad. Hvilke tanker og meninger et individ har omkring disse aspektene påvirkes i stor grad av hvilke holdninger og forventninger som andre personer stiller (Eccles & Wigfield, 2002). Dette kan være forventninger som stilles av lærere, medlever, foreldre eller samfunnet. Til slutt er tidligere erfaringer en viktig del av hvilke forventninger som stiller til seg selv når det kommer til å gjennomføre og mestre en oppgave.

For at undervisningen skal virke motiverende bør den oppleves som relevant for elevene (Pellegrino & Hilton, 2012, s. 165). Hulleman og Harackiewicz (2009) undersøkte hvorvidt elevenes motivasjon økte når undervisningen tok utgangspunkt i elevenes liv og hverdag. Hypotesen var at spesielt elever med lite motivasjon og selvtillit for å mestre noe i faget utviklet større motivasjon for naturfag når undervisningen tok utgangspunkt i deres liv. Et poeng var at elever med lav selvtillit og lite motivasjon ofte kunne miste fokus og interesse i naturfaglige aktiviteter (Hulleman & Harackiewicz, 2009).

Undersøkelsen omfattet 262 niende- og tiendeklasseelever i USA (Hulleman & Harackiewicz, 2009). Elevene skulle gjennom et helt semester skrive forskjellige fagtekster. Elevene i forsøksgruppen knyttet fagstoffet til deres personlige liv og erfaringer, mens kontrollgruppen gjorde rede for fagstoffet. På den måten ble elevene i forsøksgruppen utfordret til å finne ut hvordan fagstoffet var relevant for deres hverdagsliv og derfor øke verdien til innholdet. Resultatene indikerte at elever som i utgangspunktet hadde liten selvtillit og motivasjon i naturfag utviklet en større interesse for faget (Hulleman & Harackiewicz, 2009). Resultatene indikerte også at denne elevgruppen forbedret prestasjonen gjennom bedre karakterer. Dette tyder på en sammenheng mellom verdi, læringsutbytte og resultater. Forskerne trekker frem en spesiell fordel knyttet til å gjøre fagstoff relevant for elevene på som innebærer at elevene kan utvikle individuell interesse for fagstoffet. Forskerne beskriver dette som høy personlig

interesse som bidrar til å påvirke motivasjonen på en positiv måte (Hulleman & Harackiewicz, 2009).

2.2.2 Stimulere til utforskning og engasjement i utfordrende oppgaver

Undervisning som legger til rette for dybdelæring inkluderer utforskende arbeid hvor elever arbeider på en spørrende og undersøkende måte for å erverve seg kunnskaper og ferdigheter (Pellegrino & Hilton, 2012, s. 162). Metoden har sterk sammenheng med sosiokulturell læringsteori hvor utforskning, samarbeid og sosial interaksjon er sentralt (Dewey, 2000, s. 177). Læringsperspektivet handler om at læring skjer gjennom praktisk arbeid før man reflekterer over aktiviteten i etterkant. Pellegrino og Hilton (2012, s. 162) beskriver undervisning hvor elevene arbeider utforskende som eksempel på slik undervisning.

Utforskende arbeidsmåte defineres av Knain og Kolstø (2019b) som «en prosess hvor elevene utforsker et spørsmål og samler inn og bruker informasjon og/eller data som bevismidler for å finne svar på spørsmålet» (s. 43). Metoden innebærer å stille spørsmål og utforske i samarbeid med andre hvor hensikten er å prøve seg frem til man erfarer en hensiktsmessig fremgangsmåte. I utforskende arbeid kan spørsmålene og prosessene variere ut ifra hvor komplekse og utfordrende oppgavene er. I forskningsprosjektet «elevforsk» undersøker Knain og Kolstø (2019b) hvordan kompleksiteten til utforskende arbeid samsvarer med prosjektets mål. Hvis målet innebærer å ta stilling til åpne spørsmål, må elevene tillates å arbeide på en åpen måte i utforskningen. Dette innebærer at læreren tilrettelegger og bistår elevene med å innhente nødvendig informasjon gjennom mindre direkte veiledning (Knain & Kolstø, 2019b, s. 26–28). Arbeid med mindre åpne oppgaver forutsetter større veiledning fra læreren hvor det er nødvendige å styre elevene i en bestemt retning ved hjelp av støttestrukturer og kilder. I utforskende arbeid avhenger elevenes læringsutbytte av lærerens evner til å veilede og tilretteleggelse for utforskning uavhengig av oppgavens omfang (Knain & Kolstø, 2019b, s. 26–28).

Undervisningen kan bestå av oppgaver hvor elevene skal undersøke en modell før de skal forklare modellen i etterkant. På den måten utfordres elevene til å undersøke modellen i henhold til hva-, hvorfor- og hvordan modellen er utviklet slik den er. Ved en slik tilnærming til læring er elevene aktive i selve læringsprosessen samtidig som de får kjennskap til naturvitenskapelige arbeidsmåter (Pellegrino & Hilton, 2012, s. 162). Dette innebærer å lage hypoteser, eksperimentere, diskutere, vurdere og argumentere. Aktiviteten kan også bidra til å

skape samtale hvor elevene reflekterer i fellesskap. Dette utfordrer elevene til å tenke over valgene de har tatt og forklaringene de har kommet frem til. På den måten kan det utvikles en bevissthet til de valgene som tas i tillegg til en bevissthet knyttet til egen læring.

Undervisningsmetoder hvor elevene utfordres til å utforske, stille spørsmål og reflektere omkring egen læring kan bidra til å utvikle elevenes dybdeforståelse (Pellegrino & Hilton, 2012, s. 181).

I utforskende arbeid er veiledning fra læreren en viktig faktor som påvirker elevenes læringsutbytte (Kirschner et al., 2006). Tidligere studier har vist at arbeid med problemløsningsoppgaver uten støtte og veiledning fra lærer har en negativ påvirkning på utviklingen av forståelse. I artikkelen: «*Why minimal guidance does not work*» diskuterer forfatterne hvordan direkte og minimal veiledning påvirker læringsutbyttet til elevene i naturfag (Kirschner et al., 2006). Det settes på spissen at aktiviteter hvor instruksjonene er minimale i stor grad samsvarer med utforskende eller problemløsende undervisning hvor elevene skal undersøke på egenhånd (Kirschner et al., 2006). Det kommer blant annet frem i artikkelen at elever som arbeider med utforskende arbeid uten særlig veiledning eller tilbakemeldinger ofte blir irriterte og mister interessen. En av årsakene er at elevene bruker for lang tid og for mye energi på å forstå selve oppgaven. Dette gir et overbelastet arbeidsminne i motsetning til å tilegne seg nye kunnskaper og ferdigheter (Kirschner et al., 2006) Resultat av dette kan være et lavt læringsutbytte og utvikling av misoppfatninger (Kirschner et al., 2006). Det poengteres at elever trenger veiledning og støttestrukturer for å mestre en oppgave. Uten dette vil elevene arbeide i blinde og svært ofte ha et lavt læringsutbytte fra aktiviteten. Direkte instruksjoner vil på motsatt side handle om å gi elevene all relevant informasjon som er nødvendig for å mestre oppgaven (Kirschner et al., 2006).

Forfatterne konkluderer med at undervisning med minimal veiledning har en negativ påvirkning på læringsutbyttet (Kirschner et al., 2006). Det argumenteres for at undervisning med direkte veiledning er mer hensiktsmessig enn undervisning med svært lite veiledning. Allikevel er grad av veiledning avhengig av elevenes forutsetninger og kunnskaper. På den måten vil elevenes læringsutbytte kreve en form veiledning fra lærer, og i de aller fleste tilfeller er det hensiktsmessig med tydelig, presis og informerende veiledning. (Kirschner et al., 2006).

Perspektivet på utforskende arbeid med lite veiledning støttes også av Mayer (2004). I litteraturstudien konkluderes det med at i noen tilfeller kan direkte instruksjon fremme den kognitive utviklingen, mens i andre tilfeller er det nødvendig med en blanding av veiledning og utforskning. Utfordringen med veiledning under utforskende arbeid er å vite hvor mye og hva slags veiledning man skal gi, og forstå hvordan man skal spesifisere ønsket resultat av læring (Mayer, 2004). Læreren kan for eksempel stille spørsmål som bidrar til refleksjon, presentere elevene for nødvendige støttestrukturer eller modellere oppgavene sammen med elevene (Knain & Kolstø, 2019b, s. 26–28). En metode å veilede på er å modellere elevenes oppgaver ved å eksemplifisere hvordan en oppgave kan gjennomføres (Pellegrino & Hilton, 2012, s. 164). Dette kan være modellering av øvingsoppgaver eller demonstrasjon og gjennomføring av prosedyrer. Ofte vises det til et eksempel som er relativt likt som selve oppgaven slik at elevene får en relevant støttestruktur i det selvstendige arbeidet. Det er viktig at modelleringen gradvis øker i vanskelighetsgrad da målet er at elevene selv kan velge en hensiktsmessig arbeidsmetode basert på oppgaven. På den måten kan veiledningen virke motiverende ovenfor elevene og bidra til et positivt læringsutbytte (Pellegrino & Hilton, 2012, s. 164).

2.2.3 Variert bruk av representasjoner

Læreren har en viktig funksjon som brobygger for elevene slik at de utvikler en forståelse for naturvitenskaplige fenomener. På grunn av naturfagets abstrakte karakter er det derfor viktig at elevene får tilgang til informasjon på flere ulike måter slik at forståelsen kan utvikles. Bruk av representasjoner kan være hensiktsmessig å benytte til dette (Gilbert, 2010, s. 5). En av fordelene ved å benytte ulike representasjonsformer er at de ofte vektlegger forskjellige egenskaper ved et fenomen (Treagust et al., 2017, s. 11). Et mangfold av representasjoner fremhever av den grunn helheten ved fenomenet i større grad slik at en rikere og fyldigere forståelse av fenomenet kan utvikles. Den kognitive belastningen vil også fordeles ytterligere når flere representasjoner benyttes. Eksponering av tre ulike representasjoner for samme fenomen påvirker for eksempel både korttid- og langtidshukommelsen gjennom endring i de kognitive strukturene (Nuthall, 2005, s. 910). Det er også hensiktsmessig for elevene å sammenlikne ulike representasjonsformer. På den måten utfordres elevene til å reflektere og utvikle de meta-kognitive egenskapene sine (Kind et al., 2017).

I en stor studie gjennomført av Kind et al. (2017) undersøkte de hvilken effekt eksplisitt undervisning med representasjoner påvirker elevenes evne til å knytte representasjoner

sammen, og hvordan undervisningsformen kan bidra til økt ervervelse av kunnskap. Undersøkelsen ble gjennomført på fysikkelever som gikk på videregående skole i Norge. Enkelte funn indikerer at elever som viste høy grad av måloppnåelse før studien, hadde et økt læringsutbytte ved implementering av flere representasjoner i fysikkundervisningen etter studien. Allikevel var ikke dette tilfellet blant alle elevene. Årsaken til dette knyttes til hvilken undervisningsmetode lærerne benyttet for å undervise med flere representasjoner (Kind et al., 2017). En eksplisitt undervisningsmetode med representasjoner viste bedre resultater på elevenes læringsutbytte enn interaktiv undervisning. En interaktiv metode legger til rette for diskusjoner, dialoger og samhandling i større grad enn eksplisitt metode. (Kind et al., 2017)

Opfermann et al. (2017, s. 6) mener riktignok flere representasjoner kan være hensiktsmessige å benytte i samspill med språket for å øke den naturfaglige forståelsen. Det å lære naturfag handler først og fremst om å lære og snakke naturfag (Lemke, 1990, s. 16). Det naturfaglige språket er både abstrakt i tillegg til at det inneholder mange begreper. På den måten er det naturfaglige språket mer komplekst enn elevenes hverdagspråk. I undervisningssammenheng vil det være hensiktsmessig å benytte visualiserende representasjoner som for eksempel modeller i sammenheng med språket (Opfermann et al., 2017, s. 6). Metoden kan stimulere både hørsel- og synskanalene og føre til økt forståelse. Ofte benyttes språket alene, men dette kan være lite hensiktsmessig for utvikling av forståelse på grunn av overbelastede synskanaler (Opfermann et al., 2017, s. 6). Perspektivet inneholder likhetstrekk til sosiokulturell læringsteori som også verdsetter språk og samhandling (Dewey, 2000, s. 177). Språket tillater for eksempel mennesker å stille spørsmål, dele og reflektere i fellesskap, men det er læreren som først og fremst må legge til rette for at elevene får tilgang til begreper og fagstoff. I tillegg til dette gjør språket at også læreren erfarer i hvilken grad elevene forstår fagstoffet, og på den måten er klare for å gå videre i dybden på temaet. Slik kan språk og samhandling med andre mennesker være avgjørende for å tilpasse undervisningen (Blackwell et al., 2007). Av den grunn kan det være hensiktsmessig å benytte både språk og visuelle representasjoner i samspill med hverandre for å utvikle elevenes kunnskaper.

2.2.4 Læring over tid

Dybdelæring er en læringsprosess hvor elevene får mulighet til å fordype seg i fagstoff over en lengre tidsperiode (Skaalvik & Skaalvik, 2021, s. 82). Elevene skal få mulighet til å arbeide med begreper og teorier på forskjellige måter og med forskjellige synspunkter. Årsaken til dette er at elevene skal kunne sette kunnskap og forståelse i en større sammenheng

slik at den helhetlige forståelsen utvikles. Dette gjør at metoden stiller større krav til bruk av tid enn for eksempel overflatelæring hvor temaene ikke utforskes i dybden på samme måte. Av den grunn kan dydbelæring omtales som en prosess hvor elevene kontinuerlig utvikler forståelsen (Meld. St. 28 (2015-2016), s. 33). Dette er også en av årsakene til at LK20 inneholder færre kompetansemål enn tidligere. Endringen skal bidra til at undervisningen i større grad kan fokusere på de få temaene, og benytte mer tid til å utforske dem i dybden (Meld. St. 28 (2015-2016), s. 33). Det tydeliggjøres i stortingsmeldingen at varig og dyp læring forutsetter at elevene får tilstrekkelig med tid til kunnskapsutvikling (Meld. St. 28 (2015-2016), s. 33).

Progresjon i læringen er et viktig aspekt når undervisningen skal ta for seg enkelttemaer over lengre perioder. Dette innebærer et undervisningsforløp hvor temaer stadig blir diskutert, men med ulike perspektiver og økende vanskelighetsgrad (Pellegrino & Hilton, 2012, s. 132). Dette integreres i skolen gjennom læreplanen hvor en fornyet utgave fokuserer på bærende og omfattende ideer som for eksempel biologisk mangfold og klima. Temaene vil utfolde seg over flere undervisningsperioder med økende vanskelighetsgrad hvor nye sammenhenger stadig trekkes inn (NOU 2015: 8, s. 42). Hensikten med denne tilnærmingen er å legge til rette for at elevene utfordres til å se sammenhenger og videreutvikle deres kompetanser. Læreren kan også arbeide eksplisitt for å opprettholde en progresjon i læringen ved å aktivere forkunnskaper, bistå elevene til å relatere fagstoff sammen og diskutere tematikk i lys av tidligere fagstoff. På den måten vil ikke kunnskapen fragmenteres, men bygge videre på allerede eksisterende forståelse (Ohlsson, 2011, s. 369). Læreren kan også legge til rette for progresjon i læringen ved å ha en elevsentrert undervisning. Dette er undervisning hvor elevene har medbestemmelse over egen læring gjennom for eksempel valg av metoder, aktiviteter og oppgaver (Pellegrino & Hilton, 2012, s. 166). Læreren har en veiledende rolle hvor de bistår elevene i kunnskapsetableringen.

2.3 Naturfaglige modeller

Naturfag er et fag som inneholder abstrakte fenomener hvor modeller kan benyttes til å utvikle en bedre forståelse for spesifikke kunnskapsområder (Treagust et al., 2002). Begrepet modell er noe elevene har tidligere kjennskap til som mønster, rolle eller forbilde gjennom hverdagspråket (Brandt & Johansen, 2014, s. 2). Her benyttes begrepet for eksempel i sammenheng med bilmodeller, fotomodeller og rollemodeller. I naturvitenskapen brukes modeller derimot som et redskap til å utvikle naturvitenskapelige teorier (Pajchel et al., 2019,

s. 144). Modellenes plass i naturvitenskapen er derfor av stor betydning. Selv om det er enighet omkring modellenes plass i naturvitenskapen er det ikke utviklet en felles definisjon for begrepet. Van Der Valk et al. (2007, s. 471) mener riktignok modeller alltid har et mål og at modellen alltid er av noe. Modeller kan derfor ha et mål om å forklare enkelte aspekter ved et bestemt fenomen eller en bestemt prosess. En simpel forklaring på begrepet omtaler modeller som en forenkling av virkeligheten som er utviklet for en bestemt funksjon (Marion & Strømme, 2015, s. 212). Ringnes og Hannisdal (2014, s. 161) utdyper forklaringen ved å legge til at naturfaglige modeller brukes til å forklare eller beskrive en komplisert sammenheng. For at beskrivelsen skal være forståelig for mottakeren er det derfor viktig at modellen er en forenkling av virkeligheten som belyser enkelte ting ved det kompliserte fenomenet. Når modellen fokuserer på enkelte ting ved fenomenet i motsetning til helheten reduseres kompleksiteten automatisk. Fokuset kan av den grunn rettes mot det man ønsker å studere og resultere i økt forståelse for abstrakte fenomener (Marion & Strømme, 2015, s. 210).

Gjennom en litteraturstudie undersøkte Van der Valk et al. (2007) hvordan modeller forstås av forskere som aktivt benytter modeller i sitt arbeid. De undersøkte hvordan modeller og modellering adresseres gjennom 77 fagartikler hvorav arbeidet resulterte i flere påstander om modeller. Enkelte av påstandene vil være relevante for denne masteavhandlingen. For det første så må en modell være relatert til noe og representere noe (Van Der Valk et al., 2007). I naturfaglig sammenheng vil det for eksempel være modeller relatert til fenomener og prosesser hvor hensikten er å representere virkeligheten på en tydelig måte (Van Der Valk et al., 2007). Dette kan være forenklinger og beskrivelser av objekter, ideer, hendelser og prosesser (Gilbert & Boulter, 2000, s. 11). Et objekt kan være fysiske ting som for eksempel et grunnstoff, mens en prosess kan beskrives som en rekke relaterte hendelser som forekommer i en bestemt rekkefølge (Christiansen, 2020, s. 8). For det andre kan flere modeller representere samme mål, men ut ifra ønsket hensikt så vil enkelte modeller være mer hensiktsmessige å benytte i bestemte situasjoner (Van Der Valk et al., 2007). For det tredje velges modeller ut ifra tilgjengelighet. Det kan eksempelvis være modeller i lærebøker som benyttes oftere på grunn av tilgjengeligheten til disse modellene (Chittleborough & Treagust, 2009).

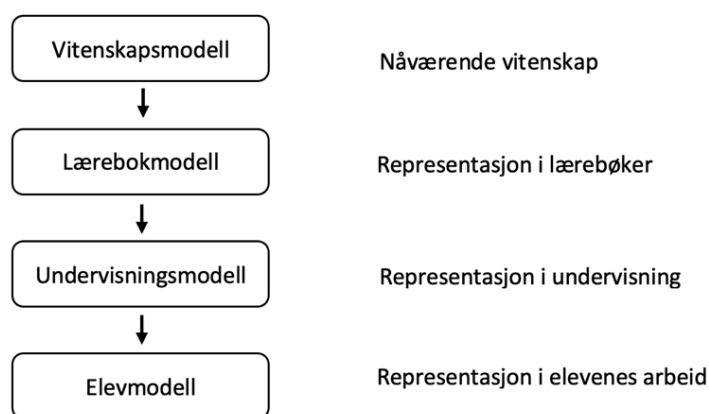
Et viktig poeng er at en naturfaglig modell alltid er en representasjon av fenomenet og at hensikten med en naturfaglig modell er å forenkle den observerte verden slik at den lettere

kan forstås (Chittleborough & Treagust, 2009, s. 12; Gilbert & Boulter, 2000, s. 11). En representasjon forklares som en måte å vise virkeligheten på uten å kopiere den (Gilbert & Justi, 2016, s. 21). På den måten er en modell ofte større eller mindre enn virkeligheten for å synliggjøre det ønskelige slik at de lettere kan forstås. En modell fungerer for eksempel som et verktøy for å anskaffe informasjon om et fenomen som ikke er like lett å observere i virkeligheten (Van Der Valk et al., 2007, s. 471). En modell kan av den grunn ha en forklarende funksjon som opplyser om et fenomen.

2.3.1 Modelltyper

Modeller har ulike potensial og muligheter i naturfagundervisning. De mentale modellene er private og personlige representasjoner som er konstruert av et individ enten alene eller sammen med andre (Gilbert, 2004, ss. 117–118). Modellene representerer virkeligheten slik individet selv tolker og oppfatter den. De mentale modellene kan være ufullstendige og kaotiske, samtidig som de er nødvendige i arbeidet med å forstå abstrakte prosesser (Chittleborough & Treagust, 2009, s. 13). Ved å bruke modeller, få tilbakemeldinger og endre forståelsen kan elever utvikle deres mentale modeller. Slik kan elever utvikle en dypere forståelse ved hjelp av modeller (Chittleborough & Treagust, 2009, s. 13). Denne modelltypen er riktignok utilgjengelige for andre, men en versjon av modellen kan tilgjengeliggjøres for andre gjennom en uttrykt modell. Dette er en representasjon av den mentale modellen som kan uttrykkes til andre mennesker (Gilbert, 2004, ss. 117–118). I tillegg til dette så finnes det såkalte «consensus models». Dette kan forklares som en modell hvor det er en felles enighet blant forskerne omkring, og som av den grunn kan omtales som en vitenskapsmodell (Chittleborough & Treagust, 2009, s. 13; Gilbert, 2004, ss. 117–118). I tillegg finnes det blant annet historiske modeller og pensummodeller. Pensummodellene er forenklede versjoner av vitenskapsmodellene hvor alderstrinn og kunnskapsnivå i større grad er tilpasset (Chittleborough & Treagust, 2009, s. 13). Falcão et al. (2004, s. 974) omtaler riktignok pensummodellene som undervisningsmodeller. De forklarer at undervisningsmodellene skal bistå i undervisningssituasjoner og aktiviteter ettersom de er utviklet for å forenkle, visualisere eller materialisere bestemte elementer av et emne. Dette er spesielt hensiktsmessig i naturfag hvor fagstoffet kan oppleves som abstrakt og virkelighetsfjernt. Hensikten er at undervisningsmodellene skal bidra til å utvikle meningsfull læring (Falcão et al., 2004, s. 974).

Ifølge Taber (2008, ss. 183–184) er elevenes læring og bruk av modeller i undervisning i nær tilknytning. Dette eksemplifiseres i figur 2.2 som viser hvordan elevenes forståelse utvikles gjennom endring av modeller. Vitenskapsmodellene danner grunnlaget for hvilket innhold undervisningen skal ta for seg. Videre benyttes vitenskapsmodellene til å utvikle lærebokmodeller (Taber, 2008, ss. 183–184). Disse er forenklete representasjoner som er tilpasset kompetansenivået til målgruppen (Chittleborough & Treagust, 2009, s. 13). Disse modellene danner grunnlaget for undervisningsmodellene som læreren benytter i klasserommet. Til slutt utvikler elevene personlige modeller. Dette er utrykte modeller som gjenspeiler deres forståelse og som representerer deres mentale modeller (Taber, 2008, ss. 183–184). Læreren vil ved hjelp av den utrykte modellen opparbeide seg forståelse for hvilken kunnskap elevene besitter. På den måten kan vedkommende ta stilling til elevenes forståelsesutvikling som danner grunnlaget for videre undervisning.



Figur 2.2 viser hvordan kunnskap etableres gjennom endring av modeller. Hentet fra (Taber, 2008, s. 184) med egen oversettelse.

2.4 Bruk av modeller i naturfag

Gilbert og Justi (2016, s. 61) presenterer fem ulike tilnærminger til undervisning hvor modeller og modellering står sentralt. Først og fremst benyttes modeller til å lære pensum ved hjelp av modeller som er lagd med den hensikt å lære og forstå et naturfaglig fenomen. Dette kalles for *å lære pensummodeller* (Gilbert & Justi, 2016, s. 61). Undervisning med denne tilnærmingen gjennomføres ofte med konkrete hvor fokuset er å øke forståelsen av fagets innhold. Den neste tilnærmingen handler om *å lære å bruke modeller* (Gilbert & Justi, 2016, s. 61). Tilnærmingen er vanlig i naturfagundervisning hvor elevene blir presentert en modell som de skal benytte til å forklare et naturfaglig fenomen eller til å teste ut hypoteser. Videre

beskrives det å *lære å revidere modeller* som en mulighet til å endre en modell slik at den kan benyttes i en annen kontekst eller til å forbedre den eksisterende konteksten. Videre omfatter neste tilnærming å *rekonstruere en modell* hvor elevene gjenskaper en modell med et overordnet nivå av kunnskap, uten en detaljrik oversikt (Gilbert & Justi, 2016, s. 61). Rekonstruksjonen fører allikevel til at enkelte detaljer kommer synlig frem. På den måten kan forståelse for ukjente detaljer eller sammenhenger utvikles i modelleringsprosessen. Til slutt beskriver Gilbert og Justi (2016, s. 61) modelleringsstilnærmingen å *konstruere en modell fra grunnen av*. I et slikt tilfelle utfordres elevene til å forstå og reflektere omkring det naturvitenskapelige. I tillegg må elevene eksperimentere med ulike modeller for å se om modellen viser det den skal vise. Tilnærmingen er en krevende prosess hvor elevene selv konstruerer kunnskapen fremfor å få den presentert som et sett av faglig innhold.

De fem tilnærmingene til bruk av modeller beveger seg fra å være en modellbasert undervisning til en modelleringsbasert undervisning. «Å lære en pensummodell» rangeres som nærmest en modellbasert undervisning. Tilnærmingen benyttes for å formidle fagstoff, og gir elevene i liten grad kognitive utfordringer. På motsatt side vil «å konstruere en modell fra grunnen av» kjennetegne en modelleringsbasert undervisning (Gilbert & Justi, 2016, s. 61). Det ønskelig med en undervisningstilnærming lik denne for å stimulere elevenes utforskende, reflekterende og kritiske egenskaper.

En modelleringsbasert undervisning fokuserer på elevenes konstruksjon og bearbeiding av modeller. Prosessen innebærer de fire hovedelementene; å skape, uttrykke, teste og vurdere en mental modell hvor en mental modell forstås som en kognitiv forestilling i stadig utvikling (Gilbert & Justi, 2016, s. 19). Målet er at den uttrykte modellen og den mentale modellen samsvarer med den vitenskapelige anerkjente modellen av fenomenet. På den måten viser elevene høy grad av forståelse. Lærerens ferdigheter til å veilede elevene utfordres ved en slik undervisningstilnærming. Det er derfor viktig at læreren er bevisst på hvilke støttestrukturer elevene får tilgang til slik at modelleringsprosessen skaper en forståelsesutvikling (Pajchel et al., 2019, s. 153).

2.4.1 Undervisning for dybdelæring med bruk av modeller

En undervisningsmetode hvor det benyttes modeller for å legge til rette for dybdelæring i naturfag presenteres av Glynn og Duit (1995). De mener undervisningen bør utfordre elevene til å utvikle mentale modeller som er i samspill med de konseptuelle modellene som benyttes

av lærer og i lærebøker. De konseptuelle modellene benyttes til å forenkle naturfenomener og gjøre dem mer forståelig for elevene (Glynn & Duit, 1995, s. 3). Allikevel viser denne studien at elevenes mentale modeller ofte er forskjellig fra de konseptuelle modellene. Det er derfor viktig at undervisningen legger til rette for at mentale modeller og konseptuelle modeller samsvarer i aller høyeste grad.

For å gjøre dette er det gunstig å utvikle et miljø for læring hvor det er et felles mål om å utvikle kunnskaper. Glynn og Duit (1995) presenterer fem aspekter hvor meningsfull læring kan oppstå i naturfag. For det første bør tidligere kunnskaper aktiveres gjennom elevenes mentale modeller. Dette skal bidra til en langsiktig kunnskapsutvikling hvor fremtidig kunnskap kobles til allerede eksisterende kunnskap. For å aktivere forkunnskaper er det hensiktsmessig å diskutere og demonstrere kjente fenomener og prosesser som elevene har kjennskap til (Glynn & Duit, 1995, s. 25). Ved å ta i bruk tidligere benyttede modeller i undervisningen kan både de visuelle og auditive aspektene aktiveres i prosessen med å aktivere forkunnskaper. For det andre bør ny kunnskap relateres til tidligere kunnskap. Metoden kan sørge for en meningsfull læring gjennom progresjon av læring som metoden legger til rette for. I dette arbeidet er det viktig at læreren veileder elevene ved å synliggjøre sammenhenger. Dette kan bidra til at elevene forstår sammenhengen med det de lærer i lys av tidligere etablerte kunnskaper. I tillegg til dette beskriver Glynn og Duit (1995) i punkt tre at læreren må stimulere elevenes motivasjon for å utvikle meningsfull læring. Motivasjon blir beskrevet som et av de viktigste aspektene for å utvikle en dypere forståelse. Dette kan for eksempel stimuleres ved å starte undervisningstimer eller perioder med enkle konsepter og utfordringer. Forfatterne beskriver bruk av modeller som en hensiktsmessig metode for å gjennomføre dette på (Glynn & Duit, 1995). Modellene kan benyttes til å diskutere, drøfte og reflektere omkring fenomenet før undervisningen stadig utvikler seg til å bli mer utfordrende ettersom elevene gir uttrykk for at de er klare for det. Det er også hensiktsmessig å la elevene lage egne forskningsspørsmål og reflektere rundt hvordan problemer kan løses. Tilnærmingen kan stimulere elevenes motivasjon så fremt som deres meta-kognitive bevissthet hvor de utfordres til å reflektere omkring egen læring (Glynn & Duit, 1995). Punkt fire og punkt fem kan oppnås når de tidligere aspektene er tilfredsstillt. Da kan ny kunnskap konstrueres gjennom å evaluere og revidere allerede eksisterende antakelser. De mentale modellene vil av den grunn endres og forhåpentligvis utvikles i retning av de vitenskapelige modellene. En aktivitet som kan bidra til å realisere dette er å la elevene utvikle konkrete modeller basert på

deres mentale modeller (Glynn & Duit, 1995). Undervisningsmetoden kan bidra til at elevene utvikler en helhetlig forståelse ettersom de selv benytter ervervede kunnskaper og ferdigheter i prosessen. Modellen kan også revideres dersom den ikke fungerer til sin hensikt. Som et resultat av dette kan også elevenes antagelser og mentale modell endres tilsvarende. På den måten inneholder undervisningen stadig økende utfordringer hvor vanskelighetsgraden øker, og hvor elevene til slutt utfordres til å teste sin kunnskap gjennom konstruksjonen av en konkret modell.

2.5 Tidligere forskning om læreres oppfatninger og bruk av modeller i naturfagundervisning

Modeller oppfattes og benyttes på ulike måter av naturfaglærere selv om det er kjent hvordan modeller kan benyttes på en hensiktsmessig måte. Van Driel og Verloop (1999) utførte en undersøkelse hvor 71 nederlandske naturfaglærere deltok. Studien fokuserer i stor grad på å undersøke hvilken kunnskap erfarne naturfaglærere uttrykker omkring modeller og modellering i naturfag. Et av studiens funn er at modeller oppfattes som en forenklet representasjon av virkeligheten (Van Driel & Verloop, 1999). Et annet funn indikerer at modeller som oftest benyttes av naturfaglærere som et forklarende og beskrivende verktøy (Van Driel & Verloop, 1999). Hensikten er å bruke modeller til å forklare og beskrive naturfaglig innhold. Dette kan bidra til at modeller visualiserer abstrakt innhold og føre til konseptuell endring og læring (Glynn & Duit, 1995). Modellers evne til å forutsi eller modellers evne til å skaffe informasjon om et fenomen anerkjennes riktignok ikke (Van Driel & Verloop, 1999). Dette bidrar til at studien blant annet konkluderer med at naturfaglærere uttrykker en manglende forståelse for og bruk av modeller i naturfagundervisning.

Når det kommer til hvordan modeller benyttes i naturfagundervisning hevder Gouvea og Passmore (2017) at en prosessorientert tilnærming til bruk av modeller virket læringsfremmende for elevene. En prosessorientert tilnærming fokuserer på å undersøke modellenes epistemiske funksjoner istedenfor å benytte dem kun til å forklare abstrakte prosesser. Dette innebærer for eksempel å la elevene designe egne modeller og å bruke modeller som verktøy til å utforske og undersøke (Gouvea & Passmore, 2017). I tillegg benyttes modeller i et slikt tilfelle til å løse vitenskapelige oppgaver og problemstillinger som stiller større krav til å diskutere og forutsi. Undervisning som benytter modeller på denne

måten kan ha en positiv effekt på elevenes utvikling, forståelse og verdsetting av vitenskapelige fenomener og arbeidsmetoder (Gouvea & Passmore, 2017).

Khan (2011) og Krell og Krüger (2016) hevder naturfaglærere benytter en produktorientert modelltilnærming. Tilnærmingen anvender modeller i større grad som et forklarende verktøy i møte med ukjent fagstoff (Khan, 2011). I studien til Khan (2011) ble intervju og observasjon benyttet for å undersøke hvordan fire naturfaglærere benyttet modeller i naturfagsundervisning. Undersøkelsen rettet seg mot hvordan modeller ble benyttet til å: utvikle mentale modeller, evaluere mentale modeller og revidere mentale modeller.

Resultatene fra studien tilsier at modeller først og fremst ble benyttet til å utvikle de mentale modellene ved å spørre elevene hva de allerede viste om modellen som læreren viste (Khan, 2011). Videre ble modellen benyttet til å forklare fenomenet. Fraværende var prosesser som å sammenligne, vurdere og revidere mentale modeller. Studien konkluderte derfor med at modeller hadde en produktorientert hensikt i undervisningen til informantene (Khan, 2011).

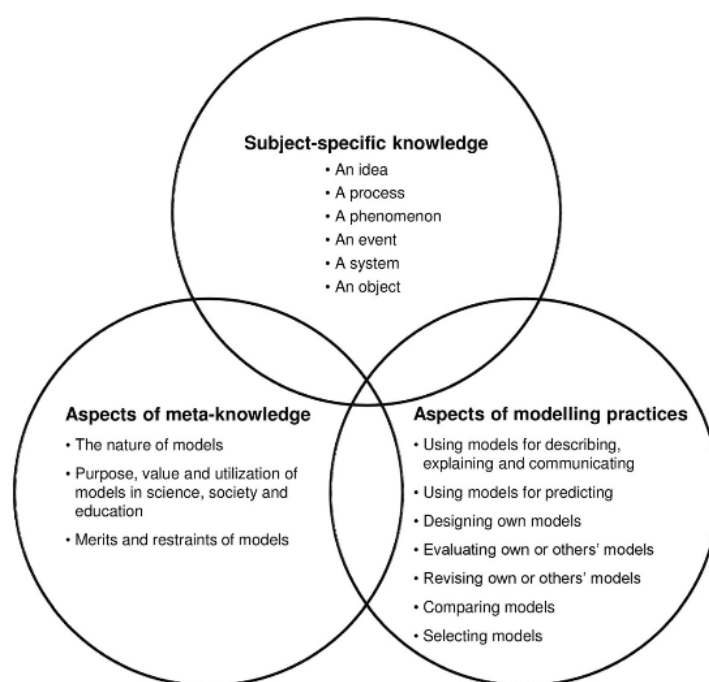
Krell og Krüger (2016) gjennomførte også en liknende studie hvor 148 biologilæreres bruk av modeller ble undersøkt. Også denne studien indikerte at modeller sjelden ble benyttet til å sammenlikne, evaluere og revidere modeller. Hensikten til lærerne var å benytte modeller til å forklare innholdet (Krell & Krüger, 2016). Forfatterne forklarer at en produktorientert tilnærming kan gi elevene lave kognitive utfordringer hvor evne til å forstå og anvende kunnskap ikke utfordres i samme grad (Krell & Krüger, 2016).

I studien til Justi og Gilbert (2002) ble naturfaglærere sin forståelse for modeller og modellering undersøkt. 36 lærere fordelt på grunnskolen ble intervjuet hvor funnene tilsier at modeller oppfattes som verktøy for å formidle innhold. Egenskapene som ble trukket frem var modellenes konkretiserende og visualiserende egenskaper (Justi & Gilbert, 2002).

Egenskapene utgjorde årsakene til hvorfor informantene benyttet modeller til å undervise med i naturfag.

Som et resultat av de tidligere studiene har Nielsen og Nielsen (2021) gjennomført en studie med danske naturfaglærere for å undersøke hvilken tilnærming til modeller og modellering som legger opp til en kompetanseorientert tilnærming. Rammeverket (se figur 2.3) som ble benyttet i studien vil også være relevant i denne oppgaven da en kompetanseorientert tilnærming inneholder flere likhetstrekk til undervisning for dybdelæring. Rammeverket består av de tre hovedelementene: fag-spesifikk kunnskap, aspekter ved meta-kunnskap og

aspekter ved modelleringspraksis. Det fagspesifikke aspektet innebærer at undervisningen tar for seg et bestemt tema og fokuserer på dette. Aspektet for meta-kunnskap innebærer at modellundervisningen ikke bare er innholdsfokusert, men at fokuset også rettes mot å drøfte modellens natur, modellens hensikt, verdi og bruksområde og modellens fordeler og ulemper. I tillegg til dette så inneholder rammeverket aksepter ved modelleringsaktiviteter. Aktivitetene skal benytte modeller for å: 1) beskrive, forklare og kommunisere, 2) forutsi, 3) designe egne modeller, 4) evaluere egne eller andres modeller, 5) revidere egne eller andres modeller, 6) sammenlikne modeller og 7) velge modeller. Til sammen utgjør disse sju punktene en kompetanseorientert modelleringspraksis (Nielsen & Nielsen, 2021, s. 570).



Figur 2.3 viser hva undervisning som fokuserer på modellering bør inneholde. Modellen er delt i tre hvorav hver hovedkategori har flere underkategorier. Hentet fra (Nielsen & Nielsen, 2021, s. 570).

Nielsen og Nielsen (2021) hevder at modeller hovedsakelig benyttes som et innholdsverktøy hvor fag-spesifikke elementer beskrives og forklares. Modellens natur og forutsigende evner blir for eksempel ikke adressert av lærerne i studien (Nielsen & Nielsen, 2021, s. 584). Dette er i tråd med annen forskning som er redegjort for tidligere hvor resultatene indikerer at lærere benytter en produktorientert tilnærming i sine modell- og modelleringspraksiser.

3 Metode

Først vil jeg i metodekapitlet gjøre rede for fremgangsmåten og begrunnelser for datainnsamlingen. Deretter beskriver jeg vurderinger som er tatt for gjennomføring av kvalitativt intervju. Med et utgangspunkt i et fenomenologisk vitenskapsperspektiv har jeg undersøkt læreres refleksjoner gjennom bruk av kvalitative forskningsintervjuer. Hensikten er å undersøke følgende problemstilling: «Hvordan reflekterer naturfaglærere over bruk av modeller i sammenheng med dybdelæring?». Videre i kapitlet redegjør jeg for analyser av datamaterialet før jeg til slutt gjør rede for metodens kvalitet og etiske hensyn.

3.1 Vitenskapsteoretisk perspektiv

Jeg tok utgangspunkt i samfunnsvitenskapelig forskningsmetode. Dette er en forskningsmetode hvor mennesket står i sentrum og utgjør forskningsområdet for studien (Johannessen et al., 2021, s. 22). Årsaken til at jeg valgte denne tilnærming er metodens fokus på hvilke erfaringer og meninger forskjellige mennesker uttrykker. Hensikten var at metoden skulle gi meg muligheten til å undersøke hvordan den oppfattes av lærerne slik at fokuset dreide seg om lærernes refleksjoner. Dette skulle bidra til dybde omkring hvilke perspektiver ungdomsskolelærere hadde omkring modellbruk i naturfagundervisning, og jeg anså derfor samfunnsvitenskapelig forskningsmetode som mest hensiktsmessig til dette.

Når problemområdet tar utgangspunkt i menneskers refleksjoner er kvalitativ metode en hensiktsmessig forskningsmetode ettersom metoden vektlegger ord, utsagn og uttrykk i datainnsamlingen (Bryman, 2016, s. 375). Kvalitative forskningsmetoder tillater få informanter i studiene (Bryman, 2016, s. 375). Som et resultat av dette kunne forskningen min ta utgangspunkt i et fåtall av informanter noe som tillot meg å gå i dybden på de utvalgte informantenes refleksjoner. Metoden sørger også for at empirigrunnet i denne studien kan knyttes til fenomenologien. Årsaken til dette er at en fenomenologisk tilnærming retter oppmerksomheten mot menneskers forståelser, erfaringer og beskrivelser av fenomener (Johannessen et al., 2021, s. 166). Som en konsekvens av dette var ikke målet å trekke mot objektivitet, men å skape mening fra informantenes subjektive perspektiver. For at dette kunne realiseres var det viktig for meg å ha en forståelse for at aspekter kan oppleves og tolkes forskjellig og at dette ble ivaretatt gjennom forskningsprosessen.

En utfordring i denne studien var å skape tydelig mening fra lærernes uttalelser som ikke virker motstridende på det sanne budskapet som ble gitt. Bryman (2016, s. 398) poengterer at både spørsmål og svar kan tolkes forskjellig fra forsker og informant, og at dette kan skape mistolknings. Årsaken til dette er at mening og forståelse skjer på grunnlag av visse forutsetninger (Gilje & Grimen, 1995, s. 148). Som et resultat av dette ble oppgavens tematiske vinkling besluttet på bakgrunn av min personlige interesse og oversikt over fagfeltet. På den måten var jeg kapabel til å fortløpende oppdage eventuelle misoppfatninger som kunne oppstå under datainnsamlingen og derfor bidra til oppklaring og forståelse.

3.2 Det kvalitative forskningsintervjuet

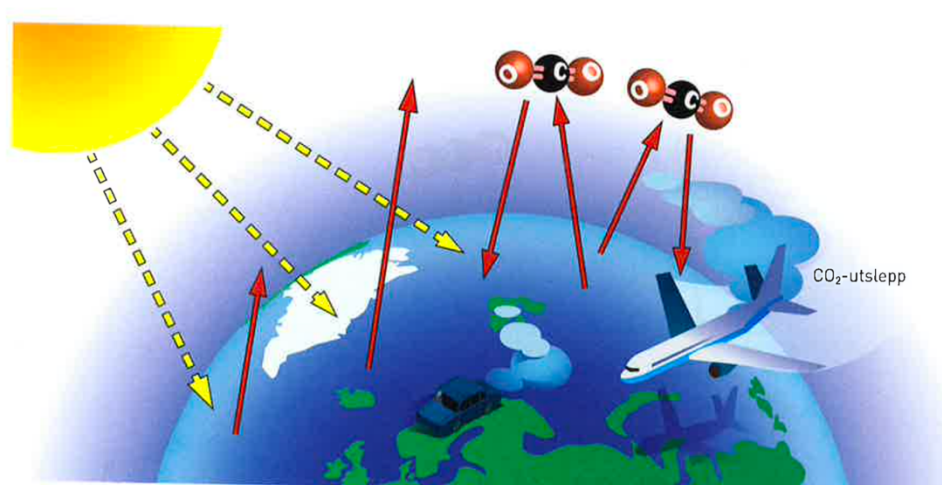
Jeg valgte å benytte intervju som den kvalitative forskningsmetoden i denne studien. Intervju er blant de mest utbredte forskningsmetodene innenfor kvalitativ forskning og kan beskrives som en prosess der hensikten er å søke etter ulike menneskers erfaringer og synspunkter ut ifra deres personlige ståsted (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 19). I et intervju vil språk og samtale være sentralt noe Postholm (2010, s. 68) mener er et godt utgangspunkt for en god datainnsamling. Dette begrunnes med at språk og samtale er vesentlige deler av menneskers verden. Et av hovedargumentene til hvorfor jeg valgte intervju som metode handler om de autentiske svarene og diskusjonene som forskningsmetoden legger til rette for. Ved hjelp av intervju kunne jeg samle inn data som baserte seg på informantenes sanne opplevelser og erfaringer. Dette er i tråd med formålet til denne studien som ønsker å undersøke hvorvidt det praktisk-pedagogiske samsvarer med det teoretiske.

Jeg valgte å gjennomføre semi-strukturerte intervjuer. Dette virket å være den mest hensiktsmessige metoden å gjennomføre intervjuene på ettersom metoden legger til rette for en avslappet og fleksibel samtale for både meg som intervjuer og informantene. Et semi-strukturert intervju skiller seg fra andre intervjuformer ved at det inneholder en tydelig intervjuguide, og at det allikevel tillater intervjuer å gå utover denne dersom det virker nødvendig i intervjuet (Brinkmann et al., 2012, s. 26). Et strukturert intervju vil være lite fleksibelt, mens et ustrukturert intervju kan gjøre at samtalen trekkes mot irrelevante temaer (Postholm, 2010, s. 73). Av den grunn kunne jeg opprettholde strukturen i det semi-strukturerte intervjuet ved hjelp av de planlagte spørsmålene i intervjuguiden. I tillegg til dette hadde jeg muligheten til å stille oppfølgingsspørsmål når for eksempel interessant tematikk ble adressert eller når beskrivelsene var upresise.

3.3 Intervjuguide

Jeg utarbeidet en intervjuguide med den hensikt å ha et hjelpemiddel under samtalen med informantene. Kvale og Brinkmann (2015, s. 42) mener dette er hensiktsmessig ettersom et semi-strukturert intervju består av en bestemt metode og spørreteknikk for å lede den profesjonelle samtalen. Intervjuguiden ble utformet på bakgrunn av problemstillingen og forskningsspørsmålene til selve masteravhandlingen. Disse ble brukt som overordnede temaer hvor tilhørende intervju spørsmål ble formulert. Årsaken til dette er at forskningsspørsmål ikke nødvendigvis utgjør gode intervju spørsmål (Brinkmann et al., 2012, s. 30). Som et resultat av dette ble intervjuguiden delt inn etter temaene: dybdelæring, naturfaglige modeller og undervisning. Tredelingen bidro til at jeg kunne rette oppmerksomheten mot de tre viktige temaene i alle intervjuene. På den måten ville intervjuguiden sørge for at de mest relevante temaene ble diskutert. Den sørget også for at viktige temaer ikke ble glemt under intervjuene, men at de ble adressert og snakket om (Brinkmann et al., 2012, s. 30). På den måten unngikk jeg å kontakte informantene i etterkant for å oppklare eventuelle uklarheter. Intervjuguidens tredeling bidro også til en ryddig og oversiktlige struktur på intervjuet som gjorde arbeidet med å bearbeide datamaterialet enklere og mer effektivt.

Det ble formulert en rekke spørsmål til hvert tema som søkte etter å belyse forskningsspørsmålene. Dette var både introduksjonsspørsmål, oppfølgingsspørsmål og spesifiserende spørsmål. Hensikten var at spørsmålene skulle fungere som eksempler og forslag dersom samtalen stoppet opp. Som Kvale og Brinkmann (2015, s. 162) understreker er spørsmålene ofte veiledende mens det er opp til intervjuer å bestemme hvor nær intervjuguiden man ønsker å være. Til slutt inneholdt intervjuguiden en case hvor hensikten var å undersøke hvordan informanten ville benyttet modellen under (se figur 3.1) og modeller generelt i sin undervisning. Modellen (figur 3.1) representerer drivhuseffekten og ble hentet fra Gyldendal sitt læreverk kalt Element 9 som er utarbeidet etter Læreplanverket for Kunnskapsløftet 2020 (LK20). Casen ga informanten en mulighet til å forme intervjuet selv. Dette har tidligere vist en positiv effekt når det kommer til informantens formidlinger av sanne erfaringer og synspunkter (Johannessen et al., 2021, s. 116). Hensikten med casen var å tilføre dybde til intervjuet gjennom yrkeserfaringer og refleksjoner.



Figur 3.1. Modell av drivhuseffekten som ble benyttet i intervjuene. Hentet fra (Arntzen et al., 2021, s. 132).

3.4 Valg av informanter

Når jeg skulle velge informanter til mitt forskningsprosjekt ønsket jeg informanter som underviste i naturfag på ungdomsskolen. Dette virket hensiktsmessig for at jeg kunne samle inn data som ville være relevante for å besvare min problemstilling. En slik metode for valg av informanter er av strategisk art, og vi kaller derfor metoden for strategisk valg av informanter (Johannessen et al., 2021, s. 59).

Utvalgsstrategien resulterte i to informanter fra samme ungdomsskole på Østlandet. Dette inkluderte én mannlig og én kvinnelig lærer som begge hadde over 15 års erfaring med undervisning i naturfag. Begge underviste i naturfag på det tidspunktet hvor intervjuet ble gjennomført, og de underviste faget på flere trinn. Lærerne arbeidet på en liten skole i landlige omgivelser med digitale undervisningsverktøy som læringsbrett og smartboard tilgjengelige. Et annet viktig element som bør understrekes er at lærerne arbeidet med nytt læreverk fra Cappelen Damm. Dette er læreverk som er i tilknytning til Læreplanverket for Kunnskapsløftet 2020 (LK20) som ble innført i skolen i 2020 (Utdanningsdirektoratet, 2020, s. 1). Dette tilsier at skolen arbeider i tråd med ny læreplan. Informantene ble kontaktet i forbindelse med min praksisopplæring på gjeldende skole. Av den årsak var nettopp lærerne på denne skolen mer tilgjengelig enn andre.

De to siste informantene arbeidet også sammen på en annen ungdomsskole på Østlandet. Dette var to mannlige lærere hvorav den første hadde 18 års erfaring i læreryrket med deler av erfaringen som seksjonsleder i naturfag. Den siste informanten hadde fem år med arbeidserfaring og alle årene som naturfaglærer. Denne skolen hadde i likhet med den andre

også digitale undervisningsverktøy tilgjengelig. I tillegg til dette benyttet skolen nye og oppdaterte læreverk fra Cappelen Damm i naturfagundervisningen.

3.5 Gjennomføring av intervjuer

I forkant av intervjuene kontaktet jeg informantene med tilstrekkelig informasjon omkring masteravhandlingen. Dette inkluderte hva deltakelse i prosjektet innebar, og hvilke rettigheter informantene hadde krav på. Jeg gjorde dette for å ufarliggjøre situasjonen og utvikle en god relasjon til deltakerne. Et intervju er først og fremst en relasjon mellom to eller flere mennesker (Johannessen et al., 2021, s. 105). På den måten kunne relasjonen påvirke hvilken informasjon som kom frem i intervjuene. Det var også viktig for meg som forsker å skape en trygg situasjon og ramme rundt intervjuet. Hensikten var å legge til rette for at informantene kunne snakke fritt slik at personlige perspektiver og erfaringer kunne deles i trygge omgivelser.

3.5.1 Pilotintervjuet

For å opparbeide meg erfaring med intervju valgte jeg å gjennomføre et pilotintervju. Jeg ønsket å styrke min egen selvtillit og trygghet i rollen som intervjuer. Å intervjuer er en teknikk som i likhet med alle andre ferdigheter krever trening for å kunne mestre (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 120). Jeg gjennomførte pilotintervjuet med en kollega da dette virket trygt og komfortabelt. Under intervjuet var jeg spesielt oppmerksom på å stille gode oppfølgingsspørsmål. Dette ga god trening i rollen som intervjuer.

I tillegg hadde pilotintervjuet til hensikt å teste intervjuguiden. Det ble blant annet identifisert enkelte spørsmål som ikke virket til sin hensikt og som derfor ble omformulert til forskningsintervjuene. Endringen ble gjort ut fra evaluering fra min side, og innspill fra informanten. Som et resultat av pilotintervjuet behersket jeg intervju som metode bedre. Dette ga et godt utgangspunkt for gode forskningsintervjuer.

3.5.2 Forskningsintervjuene

Intervjuene fant sted omtrent én måned etter pilotintervjuet. I forkant av intervjuene ble lærerne informert om problemstilling, forskningsområde og tematikk slik at de kunne forberede seg til intervjuet. Informantene ble også gjort oppmerksom på deres rettigheter som informanter. Dette inneholdt for eksempel retten til å kunne trekke seg til enhver tid (se vedlegg 1 om samtykkeskjema). Hensikten med informasjonen var å betrygge lærerne på

selve intervjuet og deltakelse i forskningsarbeidet. Informantene ble oppfordret til å ikke forberede seg på tematikken da essensen med intervjuet var spontane reaksjoner og beskrivelser. På den måten kunne lærernes personlige perspektiver formidles i motsetning til teoribaserte beskrivelser og definisjoner.

Intervjuene ble gjennomført på informantenes arbeidsplasser. Det var praktisk for lærerne og ga trygge omgivelser. Det var viktig for meg at informantene ikke følte seg presset eller stresset til å delta i intervjuprosessen. Dette kan svekke kvaliteten på intervjuene (Johannessen et al., 2021, s. 115). Det ble tatt lydopptak fra intervjuene etter samtykke fra informantene. Selve intervjuet var delt i fire hvorav den første delen handlet om informantens utdanning- og yrkesbakgrunn. Formålet ved den første delen var å forstå hvem læreren var og oppnå en god relasjon til vedkommende. Det var også et naturlig valg å stille enkle spørsmål i starten for å starte samtalen på en god og flytende måte. I likhet med pilotintervjuet var det viktig at situasjonen opplevdes trygg for informanten. Dette er en forutsetning for et intervju med god kvalitet og dyp samtale (Brinkmann et al., 2012, s. 160). De tre neste delene av intervjuet handlet om:

1. Dybdelæring
2. Naturfaglige modeller
3. Undervisningspraksis

Det ble benyttet åpne spørsmål for å la informantene reflektere og beskrive sine perspektiver. Allikevel var det nødvendig å stille noen oppklarende spørsmål i løpet av intervjuet for å bekrefte informantenes utsagn. Alle intervjuene ble gjennomført på omtrent 30 minutter uten merkbare forstyrrelser.

3.6 Analyse av datamaterialet

Jeg valgte å analysere datamaterialet etter en induktiv tematisk analyse ettersom dette tillot meg å ta utgangspunkt i det informantene sa. Jeg kunne gå i dybden på, og undersøke lærernes refleksjoner uten å ha et bestemt rammeverk for analysen. På grunn av dette ga denne analytiske metoden meg stor fleksibilitet. Fleksibiliteten bidrar til at interessante erfaringer og utsagn kan presenteres på en måte som representerer informantenes personlige perspektiver (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 232). Jeg analyserte datamaterialet etter Braun og Clarke (2006, s. 87) sine seks steg for gjennomføring av en tematisk analyse. Hensikten med en tematisk analyse er å identifisere, analysere og rapportere mønstre som finnes i et datasett,

hvor et datasett kan beskrives som all innsamlet data (Braun & Clarke, 2006, s. 79). Det første steget innebærer å bli kjent med datasettet, og transkribering har vært en viktig del av det i min studie. Jeg transkriberte intervjuene fra lydopptaket i tekstbehandlerverktøyet Microsoft Word. Samtalesekvenser som adresserte dybdelæring, naturfaglige modeller og undervisningspraksis ble valgt ut til videre analyse da dette virket interessant for problemområdet i studien. I siste del av denne fasen ble datamaterialet korrekturlest.

I fase to bestemte jeg de første temaene for analysen. Dette innebærer å indentifisere interessante temaer som kan fungere som en paraply med flere undertemaer (Braun & Clarke, 2006, s. 79). De første temaene som ble bestemt var: dybdelæring, modellens hensikt i naturfag og undervisningspraksis. Dette var temaer som kunne bidra til å besvare problemstillingen min. Intervjuets oppbygning gjorde prosessen med å identifisere de tre temaene enklere ettersom intervjuet var delt i inn etter disse tre overordnede temaene. De første kodene er som regel tett sammenkoblet med oppgavens forskningsspørsmål, men de trenger ikke være de samme. På grunn av dette kalles de overordnede temaene i analysen for analyse spørsmål (Braun & Clarke, 2006, s. 90). Hensikten med analyse spørsmålene er å fange opp viktige elementer som kan benyttes til å svare på forskningsspørsmålene (Braun & Clarke, 2006, s. 82). I fase to reduserte jeg datamaterialet slik at relevant og interessant data omkring kodene ble videreført i analysen, mens resten ble forkastet. På den måten var datamaterialet i større grad håndterbart når de neste fasene av analysen skulle gjennomføres.

Analysens tredje trinn består av å identifisere og bestemme enkeltkoder som korresponderer med analyse spørsmålene (Braun & Clarke, 2006, s. 79). Enkeltkodene består hovedsakelig av relevante temaer som kan benyttes til å redegjøre for analyse spørsmålene. Kodene ble utarbeidet som et resultat av at flere av informantene adresserte den gjeldende tematikken i koden. Dette resulterte i 13 forskjellige koder som presenteres i tabell 3.1. Det ble identifisert fem koder som omhandlet dybdelæring. Dette var: faglig dybde, motivasjon, sammenhenger og anvende kunnskaper, tid og kommunikasjon. I forhold til temaet naturfaglige modeller ble disse fire kodene identifisert: virkelighetsforenkling, variasjon, konkretisering og støttestruktur. I tilknytning til undervisningspraksis ble det identifisert fire koder: aktivering av forkunnskaper, samtale, meta-kunnskapsutvikling og modellering. Et sentralt element ved kodene er at de representerer en form for mening i dataelementene. Med dataelement menes hver enkel transkripsjon (Braun & Clarke, 2006, s. 79). I denne studien finner vi ett datasett og fire dataelementer ettersom det ble gjennomført fire intervjuer. Et

viktig aspekt ved den induktive tematiske analysen er at temaene bestemmes konsekvent slik at temaene utformes på det samme grunnlaget (Braun & Clarke, 2006, s. 83). Dette kan resultere i en sterkere analyse som gir valide resultater.

Tabell 3.1. Oversikt over hvilke koder som ble identifisert til hvert tema i analysen. Det er til sammen 13 koder.

Dybdelæring	Naturfaglige modeller	Undervisningspraksis
Faglig dybde	Virkelighetsforenkling	Aktivering av forkunnskaper
Motivasjon	Variasjon	Samtale
Se sammenhenger og anvende kunnskaper	Konkretisering	Meta-kunnskapsutvikling
Tid	Støttestruktur	Modellering
Kommunikasjon		

Steg fire i den tematiske analysen handlet om å undersøke hvorvidt kodene ga mening (Maguire & Delahunt, 2017, s. 3358). I dette arbeidet ble alle samtalesekvensene som virket relevante for hver enkeltkode systematisert i Microsoft Excel. Jeg systematiserte dokumentet etter hvilket tema og enkeltkode som samtalesekvensene virket relevante for. Da kom det frem hvilke enkeltkoder som inneholdt tilstrekkelig med relevant data, og hvilke som eventuelt ikke kunne fungere som koder. Dette var en krevende prosess hvor mange ulike koder ble forsøkt benyttet. Etter hvert resulterte det analytiske arbeidet i 13 enkeltkoder som både gjenspeilet intervjuene, og som utgjør grunnlaget for masteravhandlingen.

I analysens femte steg var det nødvendig å kode utsagnene tilhørende hvert tema (Braun & Clarke, 2006, s. 92). Jeg markerte ut deler av samtalesekvensene som inneholdt informantens hovedbudskap knyttet til gjeldende enkeltkode. Et eksempel på dette vises i figur 3.2 hvor enkeltkoden *faglig dybde* inneholdt samtalesekvenser fra alle fire informantene. Hver av samtalesekvensene inneholder en del i uthevet skrift. Dette har jeg tolket som informantens viktigste refleksjoner omkring enkeltkoden sett i lys av intervjuet som helhet og gjeldende samtalesekvens. Under hver informant har jeg oppsummert de viktigste refleksjonene for å sørge for at dette vektlegges når resultatene skal legges frem. Denne prosessen ble

gjennomført for alle 13 enkeltkoder. Hensikten med dette steget i analysen var å finne ut hva hovedrefleksjonene til lærerne var innunder hver enkelt kode. Det er viktig å poengtere at de subjektive tolkningene som er gjennomført av meg, er forsøkt å representere lærernes synspunkter og refleksjoner i aller største grad. Intervjuets helhet er derfor vektlagt.

(1) Hvordan forstår lærere begrepet dybdelæring?		
Kode	Utsagn fra lærerne	
	Lærer 1	Lærer 2
Faglig dybde	Poenget var at vi skulle konsentrere oss om de samme emnene i forskjellige fag	Har vært mer inne på dybdelæring i naturfag etter at LK20 kom hvor de kuttet ned på målene for at vi skal gå mer i dybden på alt vi driver med.
	Vi har nesten bare kjørt tverrfaglig bit når det kommer til dybdelæring	Jeg tenker at man må tilegne seg en del kunnskaper Jeg tenker at man må ha en ganske god basis i grunn for å kunne få til den dybdelæringa
		Men elevene må ha faktakunnskaper også må de forstå hvilke sammenhenger disse faktakunnskapene kan brukes
Forskerens Tolkninger	Tverrfaglig fokus, ikke enkeltfag.	God basis med kunnskaper i bunn som kommer fra enkeltfag.
(1) Hvordan forstår lærere begrepet dybdelæring?		
Kode	Utsagn fra lærerne	
	Lærer 3	Lærer 4
Faglig dybde	Fokus på å forstå det vi skal lære om	Jeg tenker at dybdelæring i større grad er en prosess enn noe elevene får
	Jeg tenker å forstå dypt, men samtidig bredt	Dersom elevene mine skal vise at de har en dyp forståelse må de selvfølgelig ha kontroll på innholdet i faget.
	Det er en kombinasjon på bred og smal kunnskap.	
Forskerens Tolkninger	Forstå både dypt og bredt. Dette inkluderer en faglig dybde med ulike tilnærminger.	Prosess i motsetning til et produkt som starter med god faglig kontroll før det videreutvikles.

Figur 3.2 viser et utdrag fra tematisk analyse gjennomført i Microsoft Excel. Dette er ett av temaene i analysesekvensen. Alle de andre temaene er kodet på samme måte.

Den siste delen av den tematiske analysen gikk ut på å undersøke hvordan kodene representerer helheten til datasettet, og bestemme hvilke utdrag som skal inkluderes i selve oppgaven (Braun & Clarke, 2006, s. 79). På grunn av dette ble kodene undersøkt og endelig bestemt sammen med veileder. Hensikten med dette var at veileder kunne bidra med å sørge for at resultatene var gyldige og gjenspeilet intervjuene. I denne fasen bestemte jeg også

hvilke utsagn som skulle inkluderes i resultatene og hvordan resultatene skulle legges frem på en hensiktsmessig måte. Som det vises i neste kapittel har jeg benyttet både tekst og graf for å presentere resultatene da dette virket som den mest funksjonelle og oversiktlige metoden.

3.7 Vurdering av forskningens reliabilitet, validitet og overførbarhet

For å vurdere kvaliteten til et forskningsprosjekt er det hensiktsmessig å vurdere studiens reliabilitet, validitet og overførbarhet (Johannessen et al., 2021, s. 255). Ulike tilnærminger benyttes for å vurdere disse sidene ved kvalitativ forskning, og Kvale og Brinkmann (2015, s. 272) viser for eksempel til begrepene objektivitet, reliabilitet, validitet og generaliserbarhet for å vurdere et forskningsprosjekts kvalitet. Mine refleksjoner og vurderinger tar utgangspunkt i Johannessen et al. (2021, s. 255) sine begreper.

3.7.1 Reliabilitet

Reliabilitet handler i stor grad om hvorvidt en studies eller undersøkelses resultater er konsise og troverdige (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 276). For å gjøre dette har jeg lagt stor vekt på metodekapitlet i denne masteravhandlingen. Jeg har reflektert og redegjort for valg og betraktninger med den hensikt å øke oppgavens transparens. Resultatene i denne studien er unike i den forstand at det er en kvalitativ studie som ikke er etterprøvbart. Som et resultat av dette har jeg forsøkt å bevisstgjøre leser på valg og prosesser som er gjennomført i løpet av forskningsprosessen ved hjelp av reflekterte og grundige beskrivelser. Kvalitative forskningsprosjekter kan vise høy reliabilitet gjennom å gi leseren tydelige og grundige beskrivelser av forskningsmetoden (Johannessen et al., 2021, s. 256).

En kvalitativ studie er ofte verdiladet på grunn av forskerens store rolle (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 276). På grunn av dette vil studien bære preg av subjektive avgjørelser fra min side. Dataanalysen inneholder for eksempel subjektive valg ettersom jeg har valgt tema, kode og samtalesekvenser. I tillegg har jeg sammenliknet dem mot hverandre. Dette er unngåelig i kvalitative studier hvor empirigrunnet hovedsakelig omfatter menneskelige beskrivelser og synspunkter. For å sørge for at utsagn ble korrekt tolket ble det under intervjuene stilt oppklaringsspørsmål i tilfeller hvor informantenes beskrivelser var utydelige. Valg og beslutninger er også konsekvente gjennom hele oppgaven. I tillegg til dette er selve analysen gjennomført med veileder for å sikre at masteravhandlingens resultater samsvarer med

intervjuene. Hensikten med studien er å løfte frem lærernes refleksjoner. Subjektivitet kan derfor styrke studien gjennom hensiktsmessige valg som fremhever lærernes perspektiver.

3.7.2 Validitet

Validitet er et ord som representerer både gyldigheten og troverdigheten til et forskningsprosjekt (Johannessen et al., 2021, s. 256). Dette handler om hvorvidt en studie undersøker det den er ment å undersøke, og om resultatene som kommer frem av studien er overens med virkeligheten. Forskeren selv er det viktigste instrumentet for å sikre validiteten i kvalitative studier (Postholm, 2010, s. 136). For å øke validiteten har jeg forsøkt å være kritisk til mine fortolkninger, og gjøre valg som støttes i forskningslitteratur. Dette innebærer å bruke tilstrekkelig med tid og veiledning for å gjennomføre intervjuer, transkribere intervjuene og analysere data. Et viktig element var å gjenskape den autentiske beskrivelsen som informantene uttrykte slik at resultatene viser lærernes refleksjoner og personlige beskriver.

Et annet metodisk verktøy som også øker validiteten til et forskningsprosjekt kalles for metodetriangulering (Lincoln & Guba, 1985, s. 283). Metodetriangulering vil si at man bruker to eller flere metoder for å undersøke et fenomen. For å styrke studien kunne det vært hensiktsmessig å inkludere observasjon som en forskningsmetode. Dette kunne gitt meg mulighet til å sjekke om det informantene beskrev i intervjuene faktisk stemte overens med lærerens undervisningspraksis. På grunn av mangel på tid og ressurser ble det vurdert til at dette forskningsprosjektet ikke skulle benytte observasjon som en tilleggsmetode. Dette trenger riktignok ikke være en svakhet da fokuset på selve intervjuprosessen ble forsterket. I den metodiske prosessen ble det arbeidet grundig slik at intervjuene kunne gjennomføres på en måte som kunne legge til rette for å samle inn tilstrekkelig og gode data. Det ble for eksempel brukt god tid på å lese relevant teori før intervjuene ble gjennomført slik at for forståelsen til intervjuer var tilstrekkelig (Gilje & Grimen, 1995, s. 148). I tillegg ble det benyttet god tid på å bli kjent med datamaterialet gjennom transkripsjon og bearbeiding av resultatene. Dette gjør at skillet mellom relevant og ikke-relevant informasjon kan tydeliggjøres ytterligere. Et slikt arbeid kan styrke resultatenes troverdighet i forskningsprosjektet.

3.7.3 Overførbarhet

Jeg har gjennom arbeidet med masteravhandlingen vært bevisst på å beskrive forskningsprosessen på en detaljert og solid måte. Dette har vært et bevisst valg som kan bidra til at leser kan avgjøre hvorvidt kunnskapen i denne avhandlingen er overførbar til liknende kontekstuelle situasjoner som blir erfart. Overførbarhet beskrives som etablering av beskrivelser, begreper, fortolkninger og forklaringer som kan benyttes av andre personer på andre områder (Johannessen et al., 2021, s. 258). I kvalitative studier vil det være utfordrende å skape god overførbarhet ettersom konteksten er svært spesiell. Utvalget i dette forskningsprosjektet er for eksempel svært lite og bestemt av forsker. På grunn av dette vil ikke utvalget være representativt for hele populasjonen av naturfaglærere i Norge. Det kan derfor ikke trekkes konklusjoner for alle norske naturfaglærere basert på disse resultatene. Dette har heller ikke vært et mål med masteravhandlingen. Målet mitt har vært å bidra med kunnskap og bevissthet knyttet til undervisning med modeller som legger til rette for dydbelæring. I tillegg til dette har målet mitt vært at lesere selv skal kunne avgjøre hvorvidt kunnskapen er relevant og overførbar til andre kontekster. Det har derfor vært viktig for meg å beskrive forskningsprosessen og begrunne valg som bidrar til at leser selv kan avgjøre overførbarheten. Slik tenker jeg studien kan være relevant utover de konkrete tilfellene som er studert i denne sammenhengen.

3.8 Forskningsetiske avgjørelser

I samfunnsforskning oppstår det en rekke etiske utfordringer og dilemmaer som det skal tas stilling til (Johannessen et al., 2021, s. 45). Hovedårsaken til dette er at menneskers væremåter og beskrivelser står i sentrum av forskningen. Etikk handler i all hovedsak om hva som er rett og galt å gjøre i ulike situasjoner, og forholdet mellom mennesker (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 96). Det er en rekke etiske overveielser i forskningsprosjekter hvor mennesker legger grunnlaget for data. For at de etiske prinsippene skal ivaretas har Den nasjonale forskningsetiske komité for samfunnsvitenskap og humaniora (NESH) utviklet en rekke globale retningslinjer som er gjeldende for alle forskere. De bygger på normer og regler som er gjeldende i samfunnet generelt, og i forskersamfunnet. Retningslinjene er omfattende, men de kan sammenfattes til de tre stikkordene; respekt, rettferdighet og integritet (NESH, 2022). Begrepene handler om å vise respekt, rettferdighet og integritet ovenfor informanter, forskermiljøet og forskningsgruppen som undersøkes. Retningslinjene er gjeldende for både forskere, informanter, forskningsfelleskap og yrkesfelleskap. Totalt er det nedskrevet fem

førende retningslinjer hvorav hver av dem inneholder flere punkter. For denne oppgaven vil de etiske utfordringene knyttet til retningslinjene «hensyn til personer» og «det profesjonelle lærerfelleskapet» være mest relevante.

3.8.1 Hensyn til personer og personopplysninger

Personopplysninger er sensitiv informasjon som må behandles i henhold til personopplysningsloven (Johannessen et al., 2021, ss. 47–48). For å tilfredsstille kravet til personopplysninger ble det søkt godkjenning for prosjektet hos Norsk senter for forskningsdata (NSD). I gjeldende prosjekt er stemmene på lydopptak de eneste sensitive personopplysningene som kan identifisere informantene. Ifølge personopplysningsloven §3 (Personopplysningsloven, 2018) kreves det samtykke fra informanter når det gjelder deltakelse i forskningsprosjekter som benytter personopplysninger. Informantene undertegnet derfor et samtykkeskjema (se vedlegg 1) som innebar at forsker og veileder hadde tilgang på intervjumaterialet, og at disse kunne brukes til dette prosjektet spesifikt. Samtykkeskjema inneholdt også informasjon om informantens rettigheter som for eksempel at vedkommende har mulighet til å trekke seg til enhver tid uten at dette forårsaker problemer. Ved å samtykke tillot informantene også at lydopptak ble benyttet under intervjuet. For å sikre at personopplysninger ikke kommer på avveie benyttet jeg Nettskjema Diktafon som avlytningsverktøy. Verktøyet sørger for at datamaterialet krypteres og lagres på et sikkert sted som bare forsker og veileder har tilgang til. Etter endt prosjektslutt vil lydfiler slettes slik at uvedkommende ikke får tilgang på dem.

Jeg har også foretatt etiske beslutninger ovenfor mindre formelle valg. Et slikt uformelt etisk valg handler om informantens integritet. I dette forskningsprosjektet kontaktet jeg informantene personlig og redegjorde for prosjektet. Lærerne fikk god tid på å ta stilling til eventuell deltakelse. Jeg ønsket ikke å virke påtrengende ovenfor informantene. Det er viktig at en eventuell deltakelse i forskning skjer på grunn av egen vilje og motivasjon (Postholm, 2010, s. 146). I tillegg til dette fikk informantene mulighet til å bestemme hvor intervjuene skulle gjennomføres. Denne etiske utfordringen ble drøftet i forkant av prosjektet hvorav det ble vurdert om intervjuene skulle gjennomføres på nøytrale steder. Dette kunne resultere i en ordnet intervjustemming, men derimot påvirke informantens trygghet. Det ble vurdert til at informantens trygghet var særdeles viktig for å bringe frem autentiske beskrivelser og erfaringer. På bakgrunn av dette ble informantene gitt selvstendighet til å bestemme hvor intervjuene skulle gjennomføres. Dette resulterte i intervjuer på informantenes arbeidsplasser,

og en god relasjon mellom forsker og informant. Dette økte sannsynligheten for en god intervju samtale (Johannessen et al., 2021, s. 114). Gjennom både de formelle og uformelle tiltakene ble informantenes integritet og sikkerhet forsøkt ivarettatt i tillegg til at det ble vist respekt ovenfor alle de involverte partene i prosjektet (NESH, 2022).

3.8.2 Det profesjonelle yrkesfellesskapet

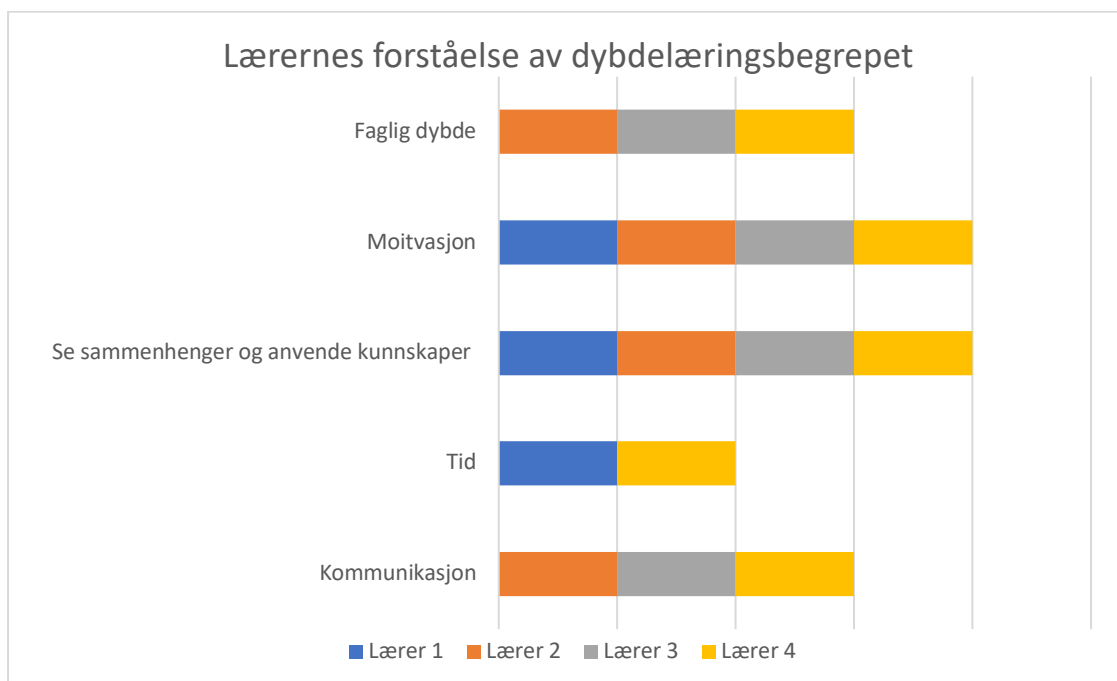
I de forskningsetiske retningslinjene til Den nasjonale forskningsetiske komité for samfunnsvitenskap og humaniora (NESH) står det beskrevet følgende om hensyn til forskerfellesskapet: «De bør oppføre seg sannferdige, behandle hverandre med respekt og anerkjenne hverandres bidrag i prosjekter og publikasjoner» (NESH, 2022, s. 8). Som et resultat av dette gjennomførte jeg intervjuer på forskjellige dager. Hensikten med dette var at informantene ikke skulle vite hvem de andre informantene var. Jeg ønsket at informantene skulle bevare sin anonymitet da dette kunne være viktig for informantenes valg om å delta i prosjektet. I tillegg benyttet jeg grupperom som lå adskilt fra lærernes oppholdsrom. På den måten la jeg til rette for at informantene ikke identifiserte hverandre. I tillegg til å behandle informantene med respekt, anerkjenner jeg tidligere publiserte verk gjennom korrekt bruk av kildehenvisninger og litteraturliste. Jeg ønsker med denne masteravhandlingen å respektere lærere samt forskere som bidrar med nyttig kunnskap på fagfeltet.

4 Presentasjon av funn og resultater

I dette kapitlet presenteres funn fra analysen. Funnene er organisert på bakgrunn av tre hovedtemaer som var fremtredende i analyseprosessen. Først vises funn som belyser hvordan lærere forstår begrepet dybdelæring. Deretter presenteres funn som er relevante for hvilken hensikt modeller har i naturfagundervisningen til fire ungdomsskolelærere. Til slutt vises funnene som belyser hvordan naturfaglærerne reflekterer over hvordan modeller kan benyttes for å utvikle dybdelæring i naturfag. Under arbeid med den tematiske analysen ble det identifisert og utviklet flere koder til hvert tema. Kodene utgjør underkapitlene hvor de viktigste funnene vil presenteres.

4.1 Hvordan forstår lærere begrepet dybdelæring?

Det første temaet som utmerket seg under den tematiske analysen handlet om lærernes forståelse av dybdelæring. I figur 4.1 presenteres en oversikt over hva lærerne inkluderer i deres personlige oppfatninger av dybdelæring. Tre av lærerne verdsetter faglig dybde, mens alle lærerne gir uttrykk for at motivasjon og evne til å se sammenhenger er viktig for å uttrykke en dyp forståelse. Tid og kommunikasjon anerkjennes i ulik grad blant informantene.



Figur 4.1 viser hvilke temaer lærerne inkluderer i sine personlige oppfatninger av begrepet dybdelæring.

4.1.1 Faglig dybde

Tre av lærerne uttrykker at dybdelæring kan legges til rette for i enkeltfag hvor den faglige dybden utfordres. Dette er en forutsetning for å utvikle en dypere forståelse ettersom en god kunnskapsbasis er essensiell. Lærer 2 mener for eksempel en forutsetning for dybdelæring er «*en god basis av faktakunnskaper*» som kan bygges videre på over tid, mens lærer 3 omtaler dybdelæring som «*en kombinasjon av bred og smal kunnskap hvor man samtidig forstår både dypt og bredt*». Ifølge lærer 2 er det også lagt mer til rette for faglig dybde i LK20 hvor det er færre kompetansemål enn ved tidligere læreplaner.

Figur 4.1 viser at lærer 1 ikke inkluderer faglig dybde når vedkommende snakker om dybdelæring. Læreren mener dypere forståelse i større grad utvikles i tverrfaglig undervisning. Det poengteres at et enkeltfaglig fokus som for eksempel naturfagundervisning ikke er like relevant for dybdelæring. Læreren forklarer at de «*nesten bare har kjørt tverrfaglig undervisning når det kommer til dybdelæring*».

4.1.2 Motivasjon

Motivasjon trekkes frem som en viktig faktor for elevenes evne til å utvikle dypere forståelse. Dette innebærer at elevene har et ønske om lære og utvikle sine kompetanser. Lærer 1 mener det er «*utfordrende å motivere elevene*» når de skal bruke lang tid på et tema. Vedkommende legger til grunn at dybdelæring er en tidkrevende læringsprosess og at motivasjon derfor er viktig for å øke elevenes læringsutbytte. Lærer 3 forklarer at «*det ikke er hensiktsmessig å gi elevene masse kunnskap dersom de ikke er motivert for å lære*». Ved å gjøre elevene oppmerksomme på hvorfor de lærer det de lærer, og relatere undervisningen til elevenes hverdagsliv kan undervisningen virke motiverende, sier lærer 4. Dette bidrar til et økt læringsutbytte for elevene. Lærer 2 nevner ikke motivasjon eksplisitt. Allikevel sier vedkommende at elevenes forutsetninger har betydning for deres evne til å oppnå en dypere forståelse. «*Enkelte elever har et ønske om å lære og vil derfor ha muligheten til å utvikle en dyp forståelse, mens andre elever aldri vil komme ned i dybden*», sier vedkommende. Ifølge lærerne kan en lærer legge til rette for at elevene skal utvikle en dypere forståelse, men å realisere dette avhenger i stor grad av elevene.

4.1.3 Se sammenhenger og anvende kunnskaper

Elever som viser dypere forståelse evner å se sammenhenger og anvender kunnskaper i andre situasjoner uttrykker samtlige lærere. Av den grunn må undervisningen angripes på

forskjellige måter og med forskjellige innfallsvinkler slik at sammenhengene tydeliggjøres for elevene. To av lærerne mener dette også innebærer bruk av ulike metoder i undervisningen. Lærer 2 og lærer 3 beskriver dybdelæring som mer omfattende enn «å gjengi kunnskap og fakta». Lærerne understreker at elever må kunne bruke kunnskapen for å uttrykke en dypere forståelse. Det kommer også frem under intervjuene at lærer 4 oppfatter dybdelæring som en prosess hvor all læring bidrar til å utvikle en dypere forståelse. Læreren legger til at dybdelæring ikke er et produkt elevene utvikler i løpet av en kort periode. Vedkommende forklarer at «*det etter hvert er ønskelig at elevene evner å se sammenhenger*», men at det utvikles i løpet av arbeidet med et tema og ikke umiddelbart.

4.1.4 Tid

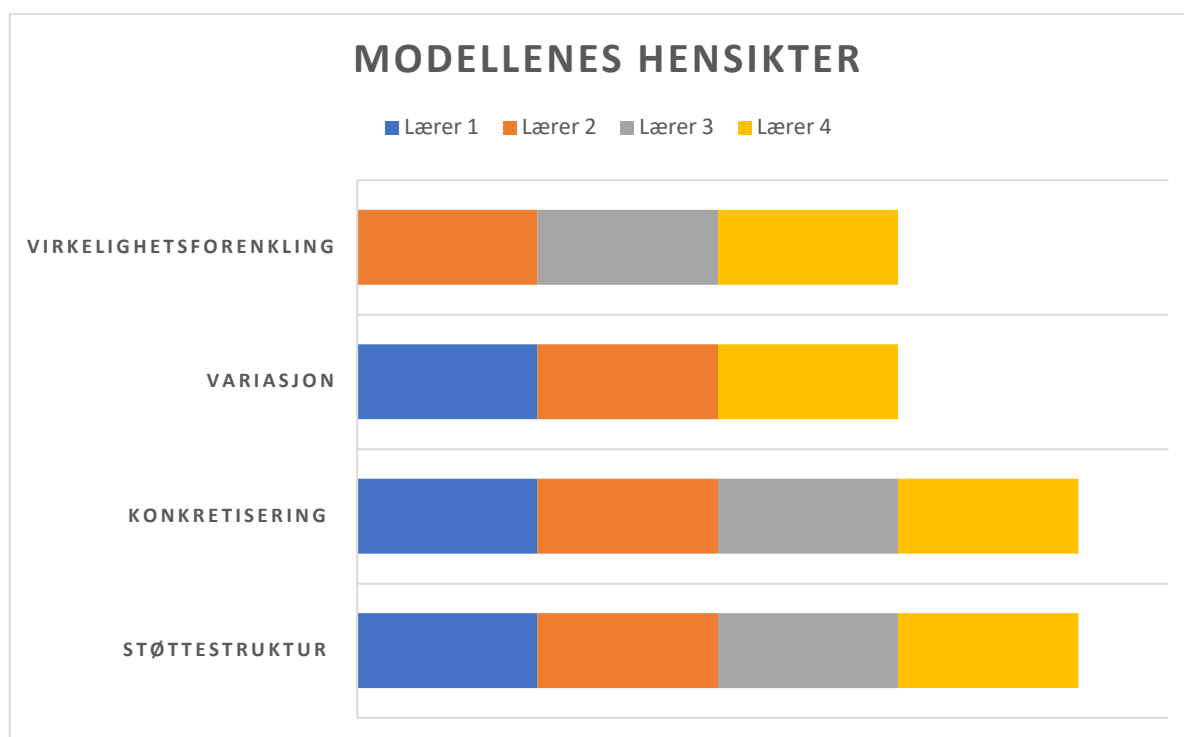
Dybdelæring forutsetter at det benyttes mer tid på de ulike temaene slik at muligheten til å se sammenhenger er til stede. Elevene skal få tid til å etablere kunnskapen i tillegg til å anvende den. Dette trekkes frem av to lærere som en forutsetning for undervisning for dybdelæring. Allikevel oppleves dette som en stressfaktor for blant annet lærer 1 som forklarer at «*jeg blir stresset av å bruke så mye tid på en del av naturfag når det fortsatt er ganske mange temaer vi skal undervise i*». Lærer 4 forklarer at utvikling av en dyp faglig forståelse avhenger av at det benyttes lengre tid på ett tema. Læreren opplever det riktignok som en utfordring å motivere elevene over lengre tid når undervisningen omfatter det samme naturfaglige tema.

4.1.5 Kommunikasjon

Tre av lærerne mener kommunikasjon og samtale er en viktig faktor for dybdelæring. Én av dem mener kommunikasjon mellom lærere er viktig for å legge opp til et godt samlet undervisningsopplegg. Lærerne kan for eksempel fokusere på et overordnet tema i de ulike fagene, men med hver sin faglige innfallsvinkel. Lærer 2 mener dette gir et godt utgangspunkt for at elevene skal utvikle en dypere forståelse. To av lærerne verdsetter kommunikasjon og samtale i klasserommet for å utvikle dybdelæring. De gir uttrykk for at det er læringsfremmende å gi elevene muligheter til å reflektere og drøfte ulike synspunkter og faglig innhold i samspill med andre. «*Elevene utfordres blant annet til å lytte til andres meninger og ta del i medelevenes kunnskapsetablering*», forklarer lærer 4.

4.2 Naturfaglige modeller har flere formål i undervisningen til fire ungdomsskolelærere

Det andre temaet som utmerket seg i analysen var hvilke hensikter modeller har i naturfagundervisningen til informantene. Modeller benyttes tilnærmet likt blant lærerne, og modellenes hensikt i naturfagundervisningen virker å være lite nyansert. I figur 4.2 vises det for eksempel at samtlige lærere benytter modeller for å konkretisere fagstoffet, og som en støttestruktur. Tre av lærerne bruker modeller til variasjon samt for å forenkle virkeligheten.



Figur 4.2 viser hvilke temaer hver av lærerne inkluderer når de beskriver hvilken rolle modeller har i deres naturfagundervisning.

4.2.1 Virkelighetsforenkling

For å undersøke hvilken rolle lærerne mener modeller har i naturfagundervisningen er det hensiktsmessig å undersøke hvilket perspektiv de har på naturfaglige modeller. Tre av lærerne opplever naturfaglige modeller som forenklinger av virkeligheten. Når man undersøker noe som er «så smått eller så stort» eller noe som er «vanskelig å vise ellers» mener lærer 3 og lærer 2 at det er nødvendig med forenklinger som gjør at vi faktisk kan se det vi undersøker. Lærer 4 påpeker at forenklingene ofte tydeliggjør kun enkelte sider ved det man undersøker, og at helheten ikke kommer ordentlig frem i modellen. Lærer 1 opplever riktignok modeller

som konkrete som er lagd for den hensikt å visualisere noe for elevene. Flere av de andre lærerne deler også den oppfatningen at modeller er konkrete, men de inkluderer også andre typer modeller. Mentale modeller er en av typene som blant annet lærer 4 omtaler.

Lærer 2 og lærer 3 mener modeller kan bli for enkle og på grunn av dette kan elevene utvikle misoppfatninger knyttet til fenomenet. Lærer 3 beskriver modeller som «*en forenklet overdrivelse av en kompleks verden*». En modell vil derfor aldri bli god nok til å vise frem hvor avansert virkeligheten faktisk er, uttrykker lærer 3.

Én av lærerne beskriver naturfaglige modeller som en type representasjon. I den sammenhengen forklarer lærer 4 de naturfaglige modellene som «*representasjoner av virkeligheten, uten at de er noen eksakt kopi*». De naturfaglige modellene forsøker derfor å vise frem noe ved virkeligheten, men på en annen måte enn den virkeligheten fremstiller det på.

4.2.2 Variasjon

Variasjon trekkes frem som svært sentralt i undervisning med bruk av modeller. Tre av lærerne varierer innholdet i undervisningen ved hjelp av forskjellige modeller. Lærer 1 gir uttrykk for at hensikten med å variere bruken av modeller er for å presentere fagstoffet på forskjellige måter. På samme måte bruker lærer 2 ulike modeller for å visualisere forskjellige aspekter. Elevene kan utvikle en dypere forståelse dersom de kan se for seg fenomenet og utvikle et bilde av hvordan det fungerer. Ulike modeller kan benyttes for å vise ulike sider av samme fenomen eller for å tydeliggjøre sammenhenger mellom fenomener. Lærer 4 poengterer at «*modeller er gode på forskjellige ting*», og at det derfor er viktig å benytte flere forskjellige modeller i undervisningen slik at helheten også tydeliggjøres.

4.2.3 Konkretisering

Alle lærerne enes om at modeller brukes til å konkretisere fagstoffet for elevene. Årsaken til dette er at naturfag oppleves som et svært abstrakt fag hvor det kan være vanskelig å tenke seg til hvordan virkeligheten faktisk er. På den måten mener lærer 1 og lærer 2 at modeller bidrar til å visualisere fagstoffet ved «*å gjøre innholdet synlig for elevene*». Lærer 3 uttrykker også at naturfag har et komplekst og utfordrende innhold hvor modeller kan bidra til å øke forståelsen for innholdet ved å konkretisere det. Lærer 3 beskriver også en utfordring knyttet til modeller og den konkretiserende evnen modeller har: «*man kan forstå modellen og det enkle, men en utfordring vil da være hvis man forenkler det såpass mye og da oppfatter*

verden på denne enkle måten». Modeller kan av den grunn være positive i den forstand at de gjør innholdet mer synlig for elevene, men det oppleves også at modeller kan være negativt å bruke dersom elevene utvikler en forståelse for verden slik modellen beskriver den.

4.2.4 Støttestruktur

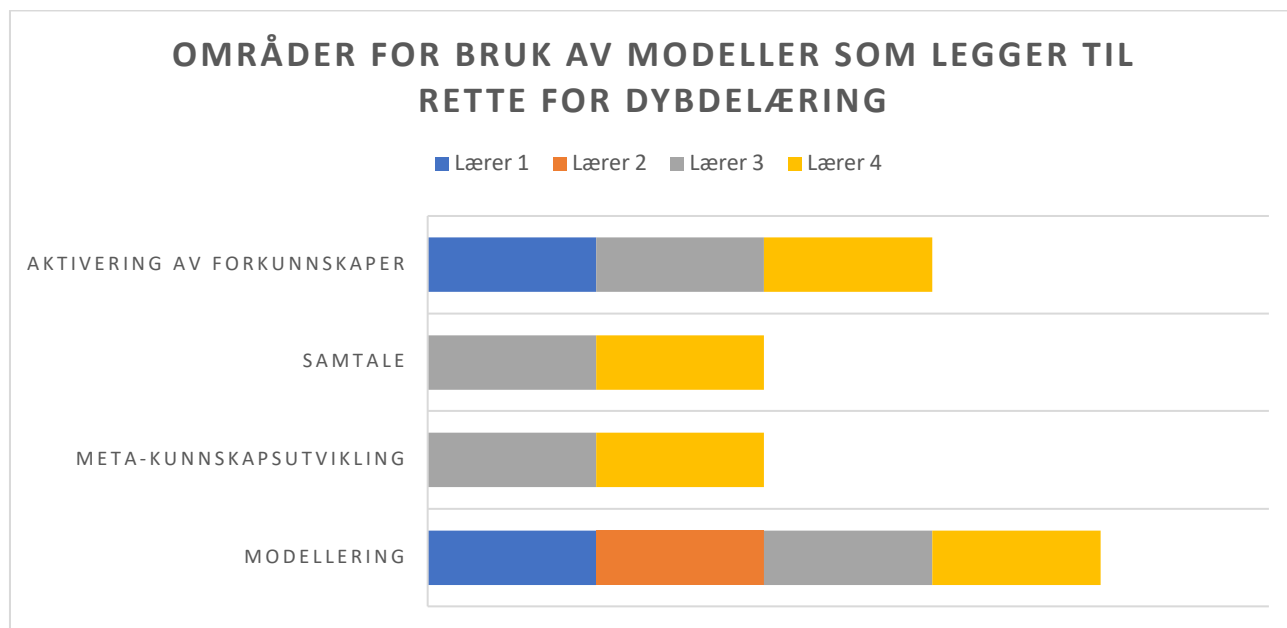
Tre av lærerne gir uttrykk for at modeller har en viktig rolle som støttestruktur i elevenes kunnskapsutvikling. Dette tydeliggjøres på tre forskjellige områder. For det første så mener lærer 1 at modeller fungerer som en støttestruktur ved å bidra til å presentere fagstoffet på en forståelig måte. Vedkommende gir uttrykk for at modellenes visualiserende egenskap bidrar til å øke elevenes forståelse. Det vil være utfordrende å bearbeide og konstruere kunnskapen dersom elevene ikke har noe visuelt å se på når abstrakt innhold presenteres for dem, forklarer læreren.

For det andre så gir flere av lærerne uttrykk for at modeller fungerer som støttestrukturer for å formidle hele innholdet i fagstoffet. Lærer 4 beskriver blant annet modeller som *«representasjoner som er gode på forskjellige ting»*. Vedkommende begrunner derfor at bruk av flere forskjellige modeller bidrar til å presentere helheten i fagstoffet. På den måten fungerer modeller som en støttestruktur for en oversiktlig og tydelig presentasjon av fagstoff.

Til slutt tydeliggjøres det gjennom analysen at modeller oppfattes som gode støttestrukturer i elevenes modelleringsarbeid. Ut ifra intervjuene tolkes det slik at elevenes læringsutbytte er større når de får tilpasset undervisningen med ulike støttestrukturer. Dette skjer for eksempel *«når elevene skal forsøke å kopiere en modell som læreren tegner på tavla»*, beskriver lærer 1. I dette arbeidet vil modellen fungere som et hjelpemiddel i prosessen med å utvikle og skape en egen modell.

4.3 Undervisning for dybdelæring med bruk av modeller

Lærerne reflekterer ulikt over hvordan modeller kan benyttes for å legge til rette for dybdelæring i naturfag. I figur 4.3 presenteres flere områder i undervisning hvor modeller har en sentral rolle. Figuren synliggjør også at lærer 3 og lærer 4 benytter modeller på en tilnærmet lik måte hvor modeller benyttes til å aktivere forkunnskaper, samtale, meta-kunnskapsutvikling og modellering. Lærer 1 og lærer 2 bruker modeller til et fåtall av aspektene.



Figur 4.3 viser hvilke områder hver av lærerne inkluderer når de beskriver undervisning som legger til rette for dybdeløring med bruk av modeller i naturfag.

4.3.1 Aktivering av forkunnskaper

For at undervisningen skal utvikle en dypere forståelse uttrykker tre av lærerne at naturfaglige modeller egner seg godt til å aktivere elevenes forkunnskaper. På den måten kan allerede etablert kunnskap bearbeides og bygges videre på i motsetning til å starte på nytt. Lærer 1 trekker frem at elevene «*trenger noen knagger å henge ny informasjon og kunnskap på*» for at de skal kunne ta til seg ny kunnskap. En forutsetning for dette er en godt etablert visuell forståelse som kan skapes gjennom bruk av modeller. Lærer 4 uttrykker også at den visuelle forståelsen som en modell kan gi gjør det enklere å «*ha noe å tenke tilbake på*».

Vedkommende legger til at det derfor kan være hensiktsmessig å bruke modeller som tidligere har blitt benyttet i undervisning til å aktivisere forkunnskaper. På bakgrunn av samtalene tolkes det slik at bruk av modeller til aktivering av forkunnskaper vil skje tidlig i en undervisningsfase.

4.3.2 Samtale

Modeller trekkes frem av to av lærerne som gode verktøy å benytte for å skape gode klasseromssamtaler. I slike tilfeller er modeller utgangspunktet for en samtale slik at samtalen dreier seg om både innholdet i modellen og modellens natur, sier lærer 4. En modell kan gjøre det enklere for elevene å uttrykke seg da de har noe «visuelt å kommentere». Lærer 4 uttrykker også at det vil være «*enklere for medelever å forstå andres utsagn*» når de kan knytte ord til modeller. Et resultat av dette kan være at flere elever er aktive i samtalen, og at

flere forstår hva som sies. Lærer 3 beskriver samtaler som en viktig del av enhver læringssituasjon gjennom utsagnet: «*det er viktig å ta utgangspunkt i det elevene sier, og modeller fungerer bra som et utgangspunkt i slike samtaler*». Begge lærerne gir uttrykk for at elevene utvikler både en dypere og en bredere forståelse for ulike temaer ved å dele kunnskap, sammenlikne utsagn og reflektere omkring hverandres perspektiver i et sosialt fellesskap.

4.3.3 Meta-kunnskapsutvikling

Utvikling av dybdeforståelse krever at elevene er bevisste på sin egen læring og forståelse. Dette innebærer også at «*elevene evner å uttrykke sin forståelse*» slik at de gjør seg forstått blant andre, mener lærer 4. Et reflektert og bevisst forhold til egen kunnskap bidrar av den grunn til at elevene evner å forklare. For å legge til rette for at elevene skal utvikle en forståelse for egen læring uttrykker lærer 3 og lærer 4 at elevene bør utfordres til å drøfte modellens natur i større grad enn selve innholdet i modellen. Med dette mener lærerne at modellens styrker og svakheter diskuteres. På den måten vil også elevenes faglige kunnskaper være relevante for å kunne avgjøre om modellen er en god representasjon av virkeligheten eller ikke. I tillegg til dette så uttrykker lærerne at det er hensiktsmessig å diskutere hvorvidt en modell viser det den skal vise på en god måte eller om det kunne vært vist på andre måter. Lærer 4 sier at «*elevene bør være delaktige i prosessen med å vurdere en modell*». I denne prosessen vil elevenes faglige kunnskaper naturligvis være relevante. Elevene utfordres til å benytte tidligere erfarte kunnskaper for å legge frem faglige forklaringer.

Lærer 4 forklarer at egenskapene knyttet til bevissthet rundt egen læring også utvikles ved at elevene får lage egne modeller. Modellene kan deretter vurderes og benyttes til å utvikle en faglig forklaring. I likhet med lærer 4 uttrykker lærer 2 at det er hensiktsmessig for elevene «*å tenke selv istedenfor å kopiere andre*», og at dette i stor grad skjer gjennom å lage egne modeller.

4.3.4 Modellering

Modellering oppleves som en viktig del av arbeidet med modeller i naturfagundervisning for å utvikle dybdelæring ifølge samtlige lærere. Det er riktignok ulikt hvordan hver av lærerne mener en modelleringsbasert undervisning på best mulig måte legger til rette for å utvikle en dypere forståelse.

Lærer 1 mener læringsutbyttet til elevene er størst når elevene kopierer det læreren gjør. Vedkommende viser til et eksempel når læreren tegner en modell på tavla og elevene tegner

en tilsvarende lik modell. På den måten utvikler elevene en bedre forståelse for det naturfaglige innholdet, forklarer læreren. På den andre siden uttrykker lærer 2 at elevene har størst læringsutbytte når *«modelleringsarbeidet innebærer at elevene får gjennomføre forsøk og liknende fysiske modelleringsaktiviteter»*. Elevene blir i større grad utfordret til å tenke selv istedenfor å kopiere det andre har gjort tidligere. Læreren opplever også at *«å lage og eie produktet selv»* oppleves som læringsfremmende.

Lærer 3 og lærer 4 gir også uttrykk for at læringsutbyttet er størst for elevene når de utfører noe på egenhånd. Allikevel oppleves det at elevene utvikler en dypere forståelse ved å lage egne modeller i motsetning til å følge oppskrifter. Dette er undervisning som bærer preg av *«å memorere fakta, i motsetning til å tenke selv og reflektere omkring fagstoffet»*, forklarer vedkommende. Læreren uttrykker at undervisning som stimulerer til refleksjon og evne til å tenke kritisk derimot vil gi økt forståelse og et bedre læringsutbytte Dette begrunnes med at elevene i større grad utfordres til å reflektere omkring deres eget produkt, og at de benytter og bearbeider den kunnskapen de besitter for å utvikle en naturfaglig modell.

5 Drøfting

Denne masteravhandlingen tar for seg perspektiver omkring dybdelæring og bruk av modeller i naturfagundervisning hos fire naturfaglærere som arbeider på ungdomsskolen. I dette kapitlet blir funnene fra analysen drøftet i lys av relevant teori og tidligere forskning. Kapitlet deles inn etter de tre hovedtemaene: dybdelæring, naturfaglige modeller og undervisningspraksis.

5.1 Perspektiver på dybdelæring

5.1.1 Er dybdelæring en tverrfaglig læringsstrategi?

Et flertall av lærerne beskriver faglig dybde som en sentral del av begrepet dybdelæring. Fagkunnskaper trekkes frem som et utgangspunkt for å videreutvikle forståelsen. Isolerte fagkunnskaper vil kunne bidra med en generell kunnskapsbase som danner grunnmuren for en progresjon i læringen (Sawyer, 2006). Det er allikevel ulikt i hvilken grad lærerne vektlegger den enkeltfaglige dybden i arbeidet mot dybdelæring. Lærer 3 forteller blant annet at: *«en god basis av faktakunnskaper er en forutsetning»* for at elevene skal utvikle en dypere forståelse. En slik forståelse er i tråd med Sawyer (2006) som mener at isolerte fagkunnskaper må utvikles på et tidlig stadium. Dette er den generelle kunnskapen som må ligge til grunn for at forståelsen skal kunne etableres og videreutvikles. Kjennskap til teorier, lover og fenomener i naturfag vil for eksempel være nødvendig for å kunne trekke sammenhenger til andre fag (Voll & Holt, 2019, s. 33). Det kan argumenteres for at all undervisning legger til rette for at elevene utvikler en dypere forståelse. Hensikten med en undervisningstime er at elevene skal oppnå læringsutbyttet som er tiltenkt. Slik kan elevene utvikle kunnskaper og kompetanser uavhengig av om undervisningen bevisst legger til rette for dybdelæring eller ikke. Det vil riktignok være undervisningsmetoder som i større grad legger til rette for å utvikle dypere forståelse enn andre. Den enkeltfaglige dybden som fremheves i naturfag handler blant annet om organisering av begreper (Sawyer, 2006, s. 4). Dette er spesielt relevant når elevene opparbeider seg forståelse av teorier, lover og modeller hvor elevene kan utvikle systemer hvor relevante fagbegreper systematiseres (Sawyer, 2006, s. 4). Begrepsorganiseringen vil kunne bidra til at elevene kan anvende naturfaglige begreper i andre situasjoner. Organiseringen etableres riktignok i enkeltfagene gjennom arbeid med for eksempel fagstoff knyttet til naturfag.

På den andre siden er det interessant at lærer 1 i denne studien ikke gir uttrykk for at enkeltfaglig dybde er viktig i arbeid mot dypere forståelse. Slik det tolkes gjennom analyseprosessen og råmaterialet underviser lærer 1 bare for dybdelæring når undervisningen er tverrfaglig. Vedkommende uttaler for eksempel at: «*de nesten bare har kjørt tverrfaglig undervisning når det kommer til dybdelæring*» (lærer 1). Tverrfaglighet er undervisning hvor elevene arbeider med problemstillinger eller temaer på tvers av fag hvor kunnskaper og kompetanser fra flere ulike fag må benyttes for å løse utfordringene (Meld. St. 28 (2015-2016), s. 24). Som et resultat av dette krever tverrfaglige problemstillinger at elevene anvender kunnskaper og ferdigheter som tilegnes i enkeltfagene. Allikevel blir ikke dette aspektet ved hverken tverrfaglig undervisning eller dybdelæring anerkjent av læreren. Det kan for eksempel være utfordrende å identifisere mønstre, se sammenhenger og løse sammensatte utfordringer, noe Sawyer (2006) beskriver som sentralt for dybdelæring, uten en faglig kunnskapsbasis. Det er av den grunn interessant hvordan tverrfaglig undervisning forutsetter enkeltfaglig dybde, mens lærerens perspektiv på dybdelæring ikke inkluderer dette aspektet.

På grunn av det tverrfaglige fokuset kan det argumenteres for at dybdelæringsperspektivet legger vekt på utvikling av fremtidige kompetanser. Dette er undervisning som er kjennetegnet ved at elevene opparbeider seg erfaring med fremtidsrettede oppgaver (Pellegrino & Hilton, 2012). Oppgavene utfordrer elevene på kompetanser som vil være relevante for dem senere i livet. Hensikten ved å opparbeide seg relevant erfaring med denne typen utfordringer er at elevene kan reagere mer effektivt i møte med dem senere i livet (Anderson, 2015, s. 244). Erfaringene kan utvikles gjennom arbeid med større og mer komplekse problemstillinger som utfordrer elevenes handlingskompetanse (NOU 2015: 8). Fremtidsrettet undervisning inneholder flere likheter til tverrfaglig undervisning. Uansett vil enkeltfagene ha en viktig rolle i arbeidet med problemstillingene på grunn av kunnskapene og ferdighetene som faget legger til rette for at elevene utvikler. I arbeidet mot å utvikle fremtidsrettede kompetanser vil enkeltfagene være avgjørende for etableringen av de nødvendige kompetansene som kreves for at elevene skal kunne mestre komplekse problemstillinger (NOU 2015: 8). En kombinasjon av smal og bred kunnskap vil som lærer 3 beskriver være av betydning for at elevene skal utvikle en dypere forståelse.

5.1.2 Dybdelæringens kjerneelementer

Dybdelæring er et læringsfenomen som utfordrer elevene til å utvikle en forståelse som strekker seg utover det å kunne gjengi fakta (NOU 2014: 7, s. 35). En læringsstrategi

bestående av faktamemorering hvor elevene hverken evner å forstå hvordan eller hvorfor, er beskrivende for overflatelæring (Sawyer, 2006, s. 4). Lærerne i denne studien gir også uttrykk for at faktamemorering ikke kjennetegner dybdelæring. De legger vekt på at elevene skal kunne se sammenhenger og anvende kunnskaper i nye og ukjente situasjoner. Egenskapene verdsattes av samtlige lærere hvorav lærer 4 understreker at det ønskelig at elevene over tid evner å se sammenhenger. Ohlsson (2011) beskriver evnen til å se sammenhenger som en viktig egenskap som bidrar til endring i de kognitive strukturene. Ved å være kreativ og overføre kunnskap til nye situasjoner kan elevene utvikle sine mentale modeller (Ohlsson, 2011). Endring i de mentale modellene beskrives som en utfordrende prosess hvor evnen til å se sammenhenger er avgjørende for å kunne realisere det. Det er et ønske om at de eksisterende antagelsene omkring et tema videreutvikles til å bli mer omfattende (Ohlsson, 2011). Dette er sentralt ved det kognitive perspektivet for dybdelæring hvor forståelsen utvikles gradvis fra å inneholde fragmenter av kunnskap omkring et tema til å i større grad ha forståelse for sammenhenger og dybde omkring tematikken.

På den andre siden beskriver ikke lærerne hva de forbinder med «evne til å se sammenhenger», og hvordan elever kan vise dette. En måte læreren kan bistå elevene til å se sammenhenger på er å eksemplifisere hvordan prosesser, fenomener og tematikk påvirker hverandre (Pellegrino & Hilton, 2012, s. 164). Tilnærmingen kan sørge for at elevene utvikler en forståelse for at hendelser og prosesser påvirker hverandre, og at kunnskaper omkring et fagelement også er relevante i andre temaer. Veiledningen må allikevel gjenspeile målet med oppgaven (Knain & Kolstø, 2019b). Oppgaver knyttet til å se sammenhenger kan være utfordrende å undersøke uten tilstrekkelig veiledning fra læreren. En hensiktsmessig strategi for å utforske sammenhenger kan som et resultat av dette være å gi elevene gode støttestrukturer, kilder og nødvendig informasjon. Strategien kan bidra til å lede elevene i samme retning slik at læringsutbyttet for aktiviteten kan oppnås (Knain & Kolstø, 2019b). Et bevisst forhold til hvordan man kan hjelpe elevene gjennom veiledning er nødvendig for at elevene skal utvikle evnen til å se sammenhenger. Kirschner et al. (2006) viste blant annet at minimal veiledning fra læreren når elevene arbeider med utfordrende oppgaver påvirker læringsutbyttet til elevene negativt. Når elevene skal se sammenhenger mellom ulike elementer i fagstoffet kan dette oppleves som en svært utfordrende oppgave. Det er derfor avgjørende for læringsutbyttet i oppgaven at læreren aktivt veileder elevene med gode eksempler og tydelige instruksjoner (Kirschner et al., 2006). Veiledningen burde riktignok

tilpasses elevenes forutsetninger, men direkte veiledning vil som oftest bidra til et positivt læringsutbytte (Kirschner et al., 2006).

Evne til å se sammenhenger er også en sentral del av Utdanningsdirektoratet (2019, s. 1) sin definisjon. Her trekkes det frem at elevene skal utvikle forståelse ved å se sammenhenger i fag og mellom fagområder. Ved å diskutere og drøfte tematikk i lys av tidligere emner viser elevene dette (NOU 2014: 7, s. 35). På den måten kreves det en bredere tilnærming hvor elevene utfordres til å bruke eksisterende kunnskaper i andre sammenhenger. I motsetning til lærernes perspektiver er utvikling av metoder og ferdigheter også en viktig del av dybdeforståelsen (Utdanningsdirektoratet, 2019, s. 1). I dybdelæringsmodellen som ble presentert i kapittel to inkluderes for eksempel ferdigheter som en av tre hoveddeler (Voll & Holt, 2019, s. 33). Allikevel gir et fåtall av lærerne i denne studien uttrykk for at utvikling av ferdigheter er en del av prosessen med dybdelæring. Av intervjuene tolkes det slik at kunnskapsutvikling er synonymt med dybdelæring, og at ferdighetsutvikling er en liten del av begrepet. Lærer 4 sier for eksempel at dybdelæring handler om en kombinasjon av smal og bred kunnskap. Utvikling av ferdigheter omtales ikke som en faktor for dybdelæring. Til tross for dette er ferdigheter en omfattende del av naturfag hvor elevene ved hjelp av ulike metoder skal utvikle en helhetlig kompetanse og handlingsevne (Utdanningsdirektoratet, 2020, s. 1).

Av resultatene kommer det likevel frem at lærer 3 gir uttrykk for at elevene skal opparbeide seg verdifull erfaring når det kommer til gjennomføring av ulike prosjekter i faget. Selv om ferdigheter ikke nevnes eksplisitt av læreren kan det argumenteres for at erfaring i prosjekter innebærer bruk av ulike metoder. Tilnærmingen kan bidra til at prosedyrer og ferdigheter automatiseres. Utvikling av ferdigheter er en sentral del av å utvikle de mentale nettverksstrukturene som kreves for å utvikle en dypere forståelse (Ohlsson, 2011, s. 369). På den måten kan det argumenteres for at lærer 3 verdsetter ferdigheter som en viktig egenskap for dybdelæring på grunn av det økte fokus på metodisk erfaring og utvikling.

5.1.3 Dilemmaet mellom tid og motivasjon

Holdninger trekkes frem av lærerne som en forutsetning for å utvikle dybdelæring. Dette utgjør også en av tre hoveddeler i dybdelæringsmodellen (Voll & Holt, 2019, s. 33). En stor del av begrepet holdninger handler om motivasjon. Dette er en av de viktigste forutsetningene for å lære og derfor noe enhver lærer som underviser for dybdelæring bør være bevisst på (Pellegrino & Hilton, 2012, s. 89–91). I likhet med Pellegrino og Hilton (2012) peker også tre

av lærerne i denne studien på motivasjon som en viktig del av dybdelæring. Det beskrives av lærerne at elever som er nysgjerrige og aktive i selve læringsprosessen vil ha de beste forutsetningene for å utvikle en dypere forståelse. Lærer 3 beskriver for eksempel hvordan elevens motivasjon påvirker læringen slik: «*det er ikke hensiktsmessig å gi elevene masse kunnskap dersom de ikke er motivert for å lære*». Ut ifra dette tolkes det slik at motivasjon oppleves som en av de viktigste faktorene for læring. På grunn av det kan motivasjon være avgjørende for elevenes muligheter for å utvikle dypere forståelse. En viktig oppgave for lærere dreier seg derfor om å motivere elevene.

Allikevel oppleves det blant lærerne i denne studien utfordringer knyttet til å motivere elevene. Spesielt utfordrende mener lærer 1 det er å motivere elever over en lengre periode hvor fokuset handler om det samme temaet. Dette er situasjoner som kan oppstå når undervisningen skal legge til rette for dybdelæring (Bøe, 2018, s. 14). Elevene kan bli lei av temaet og fokuset kan ofte falle bort når elevene ikke har en indre motivasjon for tematikken (Deci & Ryan, 1985). Ytre materielle faktorer som kan bidra til å opprettholde motivasjonen, vil også bidra mindre og mindre ettersom undervisningen omfatter samme tematikk. For at dette ikke skal være resultatet vil det være hensiktsmessig å stimulere elevenes holdninger ved å for eksempel aktualisere tematikken og gjøre undervisningen virkelighetsnær for elevene (Eccles & Wigfield, 2002). Undervisning hvor tematikk oppleves som relevant for elevene kan resultere i økt motivasjon og bedre prestasjoner blant elever som ikke opplever tilstrekkelig med mestring i faget (Hulleman & Harackiewicz, 2009). Studien er relevant for dette tilfellet ettersom informantene bestod av ungdomsskoleelever, og lærerne i denne studien underviser på ungdomsskolen. En spesiell fordel ved å gjøre fagstoff relevant for elevene er utvikling av individuell interesse. Dette beskrives av forskerne som høy personlig interesse for temaet på bakgrunn av at temaet eller aktiviteten er relevant og spennende (Hulleman & Harackiewicz, 2009). I henhold til forventnings- og verditeori er individuell interesse et resultat av individets sentrale verdier (Eccles & Wigfield, 2002). Ved å gjøre undervisningen relevant for elevene kan elevene bli oppmerksomme på at naturfagets tematikk er relevant for deres liv. Et resultat av dette kan være utvikling av verdier som bidrar til å opprettholde utholdenhet og interesse i arbeid med naturfaglige aktiviteter (Hulleman & Harackiewicz, 2009). Dette kan realiseres ved å ta utgangspunkt i elevenes situasjoner i hverdagen, og på den måten knytte relevant naturfaglig tematikk til elevenes hverdagssituasjoner.

Et annet funn indikerer at lærerne som uttrykker at det er utfordrende å motivere elever over lengre tid, også poengterer hvor viktig tid er for at elevene skal utvikle dybdeløring. Det trekkes frem at elevene skal få tilstrekkelig med tid til å arbeide med et tema slik at de får mulighet til å arbeide med fagstoffet på forskjellige måter. Slik oppleves dybdeløring som en prosess hvor forståelsen gradvis utvikles over tid (Skaalvik & Skaalvik, 2021, s. 82).

Allikevel forklarer lærerne at det er utfordrende å stimulere elevenes holdninger over en lengre tidsperiode.

På bakgrunn av dette virker det som at to av lærerne har en forståelse for at motivasjon og tid er viktige deler av dybdeløring, men at praksisen med å gjennomføre dette i større grad er utfordrende. Selv om blant annet Skaalvik og Skaalvik (2021, s. 82) og Stortingsmelding 28 (2015-2016, s. 33) tydeliggjør hvordan tid påvirker evnen til å utvikle varig og dyp forståelse, oppleves praksisen ved å gjennomføre dette å være svært utfordrende. Dette gir et inntrykk av at lærerne i større grad evner å motivere elevene når det arbeides over en kortere periode, og hvor tematikken i større grad endres. Undervisningen påvirker elevenes ytre motivasjon ved at de for eksempel oppnår bedre karakterer (Eccles & Wigfield, 2002). For å stimulere elevenes motivasjon over tid vil det være hensiktsmessig å bidra til å øke elevenes forventninger om suksess og øke interessen for fagstoffet (Eccles & Wigfield, 2002). Dette kan gjennomføres ved å tilpasse undervisningen og gjøre elevene oppmerksomme på fagstoffets relevans (Hulleman & Harackiewicz, 2009).

Det tolkes at dybdeløring forstås som en kompleks læringsstrategi hvor kontinuerlig utvikling er essensen. Strategien resulterer ikke nødvendigvis i et produkt av kunnskap, men over tid kan kunnskapen revidere og utvikles. Et slikt perspektiv er i lys med Stortingsmelding 28 (2015-2015, s. 33) som argumenterer for undervisning i norsk skole som stadig skal bygge videre på kunnskapen og forståelsen til elevene. Forståelsen skal utvikles gradvis over tid når nye kunnskapsfragmenter legges til de eksisterende (Ohlsson, 2011).

Et annet funn indikerer at lærerne mener dybdeforståelse ikke kan utvikles hos samtlige elever. Dybdeløring innebærer blant annet at elevene over tid skal mestre ulike type faglige utfordringer både individuelt og i samspill med andre (Kunnskapsdepartementet, 2017, s. 11). Dette er en omfattende og krevende prosess som oppleves mer utfordrende blant elevgrupper med manglende motivasjon for faget og skolearbeid generelt. Lærer 2 opplever for eksempel at enkelte elevgrupper aldri vil kunne utvikle en dypere forståelse, til tross for at dette er blant

målene for undervisningen. Dette settes i sammenheng med motivasjon for egen læring hvor vedkommende beskriver at enkelte elever aldri vil komme ned i dybden på fagstoffet da motivasjonen for å lære ikke er til stede. I lys av forventningsteori kan en av årsakene til denne oppfatningen være forbundet med liten grad av forventet suksess blant elevene. Når forventningen om suksess er stor, vil motivasjonen for å utføre arbeidet øke tilsvarende (Eccles & Wigfield, 2002). På den andre siden vil motivasjonen synke i situasjoner hvor det er ukjent i hvilken grad suksess eller fiasko kan oppstå. Elevgruppen med manglende motivasjon beskrives av læreren som elever med faglige utfordringer. Dette styrker teorien om at forventet suksess oppleves som svært liten blant elevgruppen. Elementet kan bidra til lav motivasjon og lavere måloppnåelse. En måte å forsterke motivasjonen på kan være å bevisst undervise naturfag med en vinkling som oppleves som relevant for elevgruppen (Hulleman & Harackiewicz, 2009). Studien til Hulleman og Harackiewicz (2009) viste positive resultater for gjeldende elevgruppe når forventet suksess i naturfag var lav. Forventning om mestring er en egenskap og holdning som kan bidra til økt motivasjon og læringsutbytte i faget dersom elevene opplever høy mestringsforventning (Skaalvik & Skaalvik, 2021, s. 120). For at undervisningen skal utvikle denne holdningen er det hensiktsmessig å tilpasse undervisningen til et nivå som utfordrer elevene tilstrekkelig. Det er allikevel viktig at elevene evner å gjennomføre oppgavene da tidligere forskning indikerer at arbeid med oppgaver som er for utfordrende påvirker motivasjonen og læringsutbytte i negativ retning (Khan, 2011). Som en konsekvens av dette kan ytterligere individuelle tilpasninger bidra til å motivere elever som opplever faget lite motiverende og utfordrende.

Allikevel understreker dette hvor viktig læreren opplever motivasjon som en forutsetning for dybdelæring. Det kan også føre til enkelte dilemmaer knyttet til det teoretiske aspektet ved dybdelæring og den praktiske gjennomføringen. Kunnskapsdepartementet (2017, s. 11) ønsker en skole som gir rom for dybdelæring blant alle elever uavhengig av hvilke forutsetninger elevene har. Dette innebærer å utvikle forståelse i og mellom fagområder. På den andre siden oppleves praksisen å være mer komplisert da enkelte lærere i denne studien erfarer at dybdelæring ikke er oppnåelig for alle elever nettopp på grunn av enkeltelevers manglende motivasjon for å lære. Dårlig motivasjon kan også forsterkes når elever arbeider med det samme temaet over lengre perioder (Skaalvik & Skaalvik, 2021, s. 82). Som et resultat kan tid være en hindring som knyttes til enkelte elever sine evner og muligheter til å utvikle kunnskaper, i tillegg til å påvirke motivasjonen for skolefaget.

5.1.4 Dybdeløring utvikles gjennom samtale

Språket har en sentral plass i naturfagundervisning, og enkelte mener naturfag læres nettopp ved å benytte språket til samhandling (Lemke, 1990, s. 16). Slik videreføres kunnskap til andre mennesker, og på den måten utvikles forståelsen til et individ. Allikevel er det ulikt hvordan lærerne i denne studien verdsetter språk og kommunikasjon når det undervises for dybdeløring. Lærer 3 og lærer 4 gir uttrykk for at elevene får et økt læringsutbytte når de får muligheten til å reflektere og drøfte hverandres synspunkter i samspill med andre elever. Lærer 4 sier for eksempel at: «*elevene utfordres blant annet til å lytte til andres meninger og ta del i medelevenes kunnskapsetablering*». Synspunktet er i sterk tilknytning til den sosiokulturelle læringsteorien hvor språk og samhandling verdsettes som viktige elementer for å utvikle forståelse (Dewey, 2000, s. 177). Språket tillater for eksempel læreren å gjøre fagstoffet tilgjengelig for elevene (Blackwell et al., 2007). I tillegg til dette gjør språket at elevene kan uttrykke sin forståelse slik at læreren kan tilpasse undervisningen etter elevenes forståelsesutvikling. Dette er blant annet noe lærer 3 uttrykker som sentralt i sin naturfagundervisning. Vedkommende understreker at det er viktig at undervisningen tar utgangspunkt i det elevene sier slik at undervisningen tilpasses deres nivå.

På den andre siden er det interessant at lærer 1 og lærer 2 ikke gir uttrykk for at samtale i klasserommet er viktig for å utvikle dybdeløring. Lærer 2 fokuserer i større grad på kommunikasjon mellom de ansatte slik at undervisningen på tvers av fag kan samsvare. På den måten uttrykker læreren at undervisningen kan dekke samme tema på tvers av fag, og på den måten gi elevene mulighet til å utvikle dypere forståelse. Dette samsvarer i stor grad med vedkommende sitt tverrfaglig syn på undervisning for dybdeløring. Til tross for dette er naturfag et abstrakt og språklig fag som forutsetter at elevene benytter språket for å utvikle naturfaglig kompetanse (Blackwell et al., 2007). Dette gjør sosiokulturell læringsteori en svært aktuell metode å benytte for å undervise naturfag på en hensiktsmessig måte som kan legge til rette for et godt læringsutbytte. I motsetning til dette nevner ikke lærer 1 kommunikasjon i noen grad når vedkommende uttrykker sin forståelse for dybdeløring.

Lærer 4 beskriver riktignok kommunikasjon og samhandling som viktige deler av undervisning for dybdeløring. Dette begrunnes med at elevene utfordres til å reflektere og argumentere. En slik tilnærming kan bidra til å utvikle elevenes meta-kognitive ferdigheter ettersom en reflekterende tilnærming utfordrer elevenes personlige bevissthet til egen kunnskap og forståelse (Pellegrino & Hilton, 2012, s. 181). Ved å benytte samtale i

undervisning er det riktignok avgjørende at læreren er bevisst på sin rolle som veileder. Flere studier har blant annet indikert negative resultater i forhold til elevenes læringsutbytte i situasjoner hvor elevene blir overlatt til seg selv (Kirschner et al., 2006). Bruk av samtale i undervisning kan som et resultat av dette bidra til at elevene utvikler en dypere forståelse, og det kan argumenteres for at evne til å reflektere er en egenskap som bidrar til utvikling av dypere forståelse.

5.1.5 Dybdelæring er et diffust begrep

Et interessant funn fra denne studien er likhetene og ulikhetene som finnes i de ulike lærernes perspektiver på dybdelæring. Både lærer 1 og lærer 2 uttrykker en forståelse av dybdelæring som går i retning av et kognitivt perspektiv (Ohlsson, 2011), men som også finner likhetstrekk til overflatelæring (Sawyer, 2006). Lærer 1 sin forståelse preges av et tverrfaglig syn på læring hvor enkeltfaglig dybde ikke vektlegges. Lærer 2 er derimot tydeligere på enkeltfagenes sentrale plass for generell kunnskapsutvikling i prosessen mot å utvikle dybdeforståelse. Perspektivet er likevel mangelfullt. Begge lærerne anser også evne til å se sammenhenger og evne til å anvende kunnskap i andre situasjoner som viktige for å utvikle en dypere forståelse. Dette kan sies å være synonymt i arbeidet med å endre elevens antakelser og deres evne til å overføre kunnskap (Ohlsson, 2011).

I likhet med de to første informantene oppleves det at lærer 3 og lærer 4 også har relativt like perspektiver. I motsetning til lærer 1 og lærer 2 kjennetegnes dybdelæringsperspektivene til disse lærerne å rettes mot Voll og Holt (2019, s. 33) sin modell for dybdelæring. Informantene forstår dybdelæring som et faglig sett av kunnskaper som gradvis utvikles over tid. Det fokuseres på at elevene må evne å se sammenhenger mellom fag og mellom fagområder for å vise en dypere forståelse. I tillegg til dette må elevene kunne anvende kompetansen i andre sammenhenger. Dette er elementer som virker avgjørende for utvikling av fremtidsrettede kompetanser noe Pellegrino og Hilton (2012) kaller for «21st century skills». En slik tilnærming kan bidra til å utvikle elevenes handlingskompetanse og dybde i forståelsen (Voll & Holt, 2019). På den andre siden vektlegger ikke lærerne ferdigheter som en del av dybdelæring. Dette til tross for ferdighetenes rolle i prosessen mot å utvikle «robuste mentale nettverk» (Voll & Holt, 2019, s. 33). Holdninger med fokus på å stimulere elevenes motivasjon virker derimot å være blant dybdelæringsens kjerneelementer. Av den grunn kan det argumenteres for et nyansert perspektiv på dybdelæring som i stor grad samsvarer med elementene i dybdelæringsmodellen (Voll & Holt, 2019).

På bakgrunn av disse funnene oppstår det interessante likheter i perspektivene til lærerne som arbeider på de samme skolene. Lærer 1 og lærer 2 uttrykker for eksempel et tilnærmet likt perspektiv på dybdelæring, mens lærer 3 og lærer 4 også uttrykker dette. Dette kan føre frem interessante diskusjoner omkring betydningen av arbeidet knyttet til dybdelæring på de ulike skolene. Resultatene indikerer for eksempel at arbeidet som utføres i det profesjonelle læringsfellesskapet på disse skolene omkring undervisning for dybdelæring er avgjørende for hvordan lærerne som arbeider der forstår begrepet. Dersom det er en kultur for å undervise i henhold til overflatelæring kan dette føre til at lærerne anser denne tilnærmingen som undervisning for dybdelæring. Sawyer (2006) beskriver disse lærerne som overflatelærere. Arbeidet påvirker også hvordan lærerne planlegger og gjennomfører undervisning rettet mot å utvikle dypere forståelse. På den andre siden oppleves det som interessant at lærere som arbeider etter de samme styringsdokumentene i stor grad uttrykker forskjellige forståelser av sentrale begreper som omtales i dem. Denne studien indikerer blant annet at lærere fra to forskjellige skoler oppfatter begrepet dybdelæring svært ulikt, og dette selv om dybdelæring er et sentralt begrep i felles læreplan. På bakgrunn av dette støtter noen av funnene fra denne studien tidligere forskning som sier at begrepet dybdelæring ikke er tydelig definert og derfor forstås svært ulikt innad i utdanningsmiljøet (Pellegrino & Hilton, 2012). En konsekvens av dette kan være nasjonale forskjelligheter omkring undervisning som kan ha direkte påvirkning på læringsutbyttet på de forskjellige skolene. Som et resultat av dette er det viktig å understreke hvilken betydning skolens perspektiv på læring kan ha direkte betydning for hvordan undervisningspraksisen gjennomføres på skolene.

5.2 Hvordan reflekterer lærerne omkring hvordan modeller benyttes i naturfag?

5.2.1 Modeller er forenklinger av den virkelige verden

Naturfaglige modeller er forenklinger av virkeligheten som er utviklet med et bestemt mål (Van Der Valk et al., 2007, s. 471). Målet til en modell varierer ut ifra hvilken sammenheng modellen skal benyttes i. I naturfagundervisning er for eksempel målet til modellene ofte å forklare et fenomen slik at det lettere kan forstås. Dette perspektivet på modeller deles også av tre av lærerne i denne studien. De uttrykker at modeller er forenklinger av virkeligheten, og at modeller gjør at vi kan undersøke noe som er så smått eller så stort at det ville vært utfordrende og undersøkt det i en virkelighetssammenheng (Lærer 2 og Lærer 3). På den måten benyttes modeller til å samle inn informasjon som kan benyttes til å utvikle en mer

nyansert forståelse av det fenomenet som undersøkes (Van Der Valk et al., 2007, s. 471). Disse funnene er i tråd med tidligere studier som indikerer at modeller oppfattes av erfarne naturfaglærere som forenklinger av virkeligheten (Van Driel & Verloop, 1999). I studien ble riktignok flere andre aspekter ved modeller sjeldent omtalt av de 71 lærerne som deltok. Dette var blant annet å bruke modeller til å forutsi, eller å benytte en modell for å skaffe seg informasjon. Studien konkluderte derfor med at lærerne hadde lite nyanserte perspektiver på modellenes hensikt i naturfagundervisning.

Lærer 4 gir uttrykk for at naturfaglige modeller ofte tydeliggjør kun enkelte sider ved det man undersøker. En modell vil for eksempel vise et fåtall av bestemte elementer på en god måte, mens andre elementer ved fenomenet ikke tydeliggjøres like godt. Et slikt perspektiv på modeller anerkjennes også av forskere som arbeider med modeller i sitt arbeid (Van Der Valk et al., 2007). Det understrekes at flere modeller kan benyttes til å undersøke samme prosess eller fenomen, men av flere årsaker så vil enkelte modeller egne seg bedre enn andre (Van Der Valk et al., 2007). Tilgjengelighet og representasjonsevne er eksempler på årsaker som påvirker valg av modeller. Modeller kan bidra til å redusere kompleksiteten ved fenomenet og gjøre at enkelte ting kan fokuseres ekstra mye på (Marion & Strømme, 2015, s. 210). Denne egenskapen til modeller er spesielt hensiktsmessig i naturfag hvor fenomener og prosesser ofte oppleves som svært abstrakte. Modeller kan på den måten bidra til visualisering og tydeliggjøring av abstrakte naturfaglige elementer gjennom forenklinger av virkeligheten (Ringnes & Hannisdal, 2014, s. 161).

På den andre siden gir lærer 2 og lærer 3 uttrykk for at de naturfaglige modellene kan bli for enkle. Lærer 3 sier for eksempel at en modell kan være: «en forenklet overdrivelse av en kompleks verden». Det kan oppstå flere ulike utfordringer knyttet til å benytte modeller som i for stor grad er forenklet i undervisning. Dersom for eksempel kun enkelte ting ved fenomenet belyses, vil det være utfordrende å belyse helheten til fenomenet. Lærer 3 mener i den sammenheng at én modell av den grunn ikke har evnen til å vise frem hvor avansert og nyansert verden faktisk er. Van Der Valk et al. (2007) poengterer at modeller er representasjoner av virkeligheten slik at den sanne virkelighet er mer kompleks enn modellen presenterer. Uheldig bruk av modeller kan bidra til å utvikle misoppfatninger og feilaktige antakelser på grunn av manglende evne til å representere virkeligheten. Hensikten med bruk av modeller i undervisning er å utvikle forståelsen av virkeligheten ytterligere (Chittleborough & Treagust, 2009, s. 12; Gilbert & Boulter, 2000, s. 11). Dersom modellene

ikke representerer virkeligheten på en hensiktsmessig måte, kan det oppstå misoppfatninger hvor elevene opplever virkeligheten på denne enkle måten. En konsekvens av dette kan være utfordringene som kan oppstå i ettertid omkring å endre elevenes misoppfatninger. Dette vil være mentale modeller som er konstruert og underbygget i undervisningssituasjoner som kan bidra til at prosessen med å endre dem er ekstra utfordrende (Glynn & Duit, 1995). På den måten vil modeller ha en negativ påvirkning på elevenes læringsutbytte i naturfagundervisningen (Marion & Strømme, 2015, s. 210). Dette understreker hvor viktig valg av modeller er for elevenes læringsutbytte i naturfag. Undervisningsmodellene bør av den grunn være anerkjente og aksepterte modeller som er lagd for den hensikt å undervise med (Gilbert & Justi, 2016). På den måten kan lærere redusere faren for å benytte modeller som ikke viser det som er tiltenkt å vise på en god måte, og som derfor ikke er egnet til bruk i naturfagundervisning.

En naturfaglig modell kan også beskrives som en representasjon av et fenomen som bidrar til å utvikle en forståelse for fenomenet eller prosessen som undersøkes (Gilbert & Justi, 2016, s. 11). Det finnes riktignok flere ulike representasjoner og representasjonsformer, men et fellestrekk for representasjonene i naturfaglig sammenheng er at de bidrar til å utvikle kunnskap og forståelse omkring abstrakte elementer (Chittleborough & Treagust, 2009, s. 12). Av den grunn er det interessant hvordan resultatene i denne studien tilsier at modeller i liten grad forstås som representasjoner. Dette er i kontrast til funnene som ble gjort av Van Driel og Verloop (1999) som indikerer at modeller forstås av erfarne naturfaglærere som forenklede representasjoner av virkeligheten. Dette fremheves også av forskere som støtter påstanden om at modeller alltid er en representasjon av virkeligheten (Van Der Valk et al., 2007). Representasjoner er også noe som benyttes mer i naturfag enn andre fag (Gilbert, 2010, s. 5). Lærer 4 deler på den andre siden oppfatningen av at modeller ikke er eksakte kopier av virkeligheten, men derimot en representasjon av virkeligheten. Det kan også argumenteres for at flere av de andre informantene også deler denne oppfatningen uten at de direkte beskriver modeller som representasjoner. Tre av lærerne beskriver modeller som forenklinger av virkeligheten. Ifølge Van Driel og Verloop (1999) er ikke modeller eksakte kopier, men representasjoner av virkeligheten.

På bakgrunn av dette finnes det flere likheter mellom hvordan lærerne i denne studien oppfatter modeller, og tidligere studier (Van Driel & Verloop, 1999). I tillegg til dette viser Van Driel og Verloop (1999) til et funn hvor naturfaglærere ikke adresserer modellens evne til

å forutsi eller evne til å anskaffe informasjon. I likhet med dette funnet tilsier resultatene i denne studien av lærerne ikke mener modeller kan bidra til å skaffe informasjon eller forutsi. En gjengående forståelse er at modeller oppfattes som forenklinger av virkeligheten uten å vise til et mer nyansert perspektiv.

5.2.2 Modeller kan bidra til å variere undervisningen

Bruk av modeller i undervisning kan øke elevenes forståelse for hvordan vitenskapelige ideer utvikles og føre til økt forståelse for det bestemte kunnskapsområdet (Treagust et al., 2002). Slik tydeliggjøres det hvilken betydning modeller har i naturfagundervisning. Ett av funnene i denne studien omkring formålet til modeller i naturfagundervisning er knyttet til variasjon av innhold. Lærerne i denne studien uttrykker blant annet at ulike modeller bidrar til å variere innholdet i undervisningen. En av lærerne utdyper dette ved å forklare at variasjon av modeller bidrar til å presentere fagstoffet på forskjellige måter. Tilnærmingen kan gi elevene muligheten til å utforske samme fenomen på ulike måter, og derfor etablere en tydeligere forståelse av fenomenet. I undersøkelsen til Justi og Gilbert (2002) ble ikke modeller benyttet til å variere undervisningen, men til å visualisere abstrakte prosesser. Dette var en av årsakene til at forskerne konkluderte med at lærernes forståelse for modeller var mangelfull. På motsatt side anerkjennes modellenes mange ulike egenskaper i større grad av lærerne i denne studien. Modeller kan for eksempel bidra til å variere undervisningen og på den måten stimulere elevenes motivasjon (Kind et al., 2017). Gjennom variert undervisning med bruk av modeller kan også prosesser og fenomener utforskes i sin helhet. Dette kan være en god tilnærming til å utvikle dypere forståelse i faget.

I tillegg til dette gir lærer 4 uttrykk for at modeller er gode på forskjellige ting. Et liknende funn ble identifisert av Nielsen og Nielsen (2021) hvor modeller anses som gode på å visualisere ulike elementer. Modeller ble også benyttet av lærerne for å tydeliggjøre forskjellige sider ved samme naturfaglige fenomen. Enkelte av lærernes perspektiver omkring modeller kan derfor vises å være nyanserte da de inneholder flere ulike aspekter.

På den andre siden nevner ikke lærerne valg av modeller som en viktig faktor knyttet til å bruke ulike modeller i undervisning. For at modeller skal benyttes med den hensikt de er tiltenkt er det hensiktsmessig å reflektere omkring valg av modeller, og benytte modeller som er lagd for det gjeldende formålet (Van Der Valk et al., 2007). Det vil for eksempel være lite hensiktsmessig å benytte vitenskapsmodeller som er utviklet av forskere (Taber, 2008, s.

183). Disse modellene vil ikke være tilpasset elevgruppen og derfor ikke være hensiktsmessig å benytte i undervisning. Kravet til kompetanse og forståelse for å kunne ta i bruk modellen vil være for høyt både for elevene, og i enkelte tilfeller for læreren. I motsetning til dette ville det vært hensiktsmessig for lærere å benytte undervisningsmodeller som utgangspunkt for å representere virkeligheten (Taber, 2008, s. 184). Dette er modeller som er tilpasset elevenes kompetansenivå og som av den grunn egner seg for bruk i naturfagundervisning.

5.2.3 Modeller konkretiserer fagstoffet

I naturfagopplæring er modeller tilgjengelige representasjoner av abstrakte fenomener, og organisatoriske rammer for å undervise og lære utilgjengelig fakta (Treagust et al., 2004, s. 2). Modeller fungerer som en bro mellom vitenskapelige fenomener og innholdet i opplæringen. Av den grunn kan det argumenteres for at modeller konkretiserer og visualiserer abstrakte prosesser slik at disse lettere kan forstås (Glynn & Duit, 1995, s. 3). Blant lærerne i denne studien trekkes modellers konkretiserende rolle frem som essensiell i naturfagundervisningen, og derfor et av studiens viktigste funn. En av lærerne beskriver at modeller konkretiserer fagstoffet ved å gjøre innholdet synlig for elevene. Med dette mener læreren at elevene på en enklere måte vil opparbeide seg en forståelse av abstrakte fenomener når de får muligheten til å se og anvende en modell av fenomenet. En av styrkene til modeller beskrives som evnen til å forenkle komplekse prosesser (Falcão et al., 2004, s. 974). En viktig del av prosessen med å forenkle vanskelige konsepter handler om å gjøre fagstoffet synlig for de som skal benytte dem. På den måten er den konkretiserende evnen til modeller en viktig faktor i prosessen med å forenkle abstrakte konsepter.

Et liknende funn ble gjort av Justi og Gilbert (2002) hvor 90% av informantene uttrykte at modeller kan bidra til å visualisere abstrakte konsepter. På grunn av dette uttrykte de også at modeller bidro til å legge til rette for konseptuelle endringer. På samme måten trekkes det frem at modeller utvikles med den hensikten å visualisere bestemte elementer for å stimulere til meningsfull læring (Falcão et al., 2004, s. 974). Et viktig element i prosessen med å skape meningsfull læring og konseptuelle endringer handler om de mentale modellene som utvikles blant elevene. Dette er de private og personlige representasjonene som et individ utvikler på bakgrunn av den kunnskapen de besitter (Gilbert, 2004, ss. 117–118). De mentale modellene er ikke tilgjengelige for andre, og på grunn av dette kan det oppstå utfordringer ovenfor en lærer når vedkommende skal kartlegge forståelsen som utvikles blant elevene. For at en konseptuell endring skal oppstå hos elevene er det derfor hensiktsmessig at modellene som

benyttes i undervisning visualiserer fenomenet på en måte som gjør fenomenet forståelig for elevene. Dette legger til rette for at elevene kan benytte sine mentale modeller til å utvikle konkrete modeller. Dette er en prosess som kan bidra til konseptuell endring (Glynn & Duit, 1995, s. 3). Metoden kan også forhindre utviklingen av misoppfatninger omkring fenomenet. Dette kan bidra til utviklingen av en bedre og tydeligere forståelse som fører til en positiv utvikling av de mentale modellene. Det er ønskelig at de mentale modellene i størst mulig grad gjenspeiler undervisningsmodellene (Gilbert, 2004, ss. 117–118). På den måten utvikles forståelsen i retning av de anerkjente vitenskapsteoriene som er gjeldende for fagfeltet.

Til tross for at modeller har en konkretiserende rolle i naturfagundervisningen, påpekes det i denne studien at dette også kan skape utfordringer. Lærer 3 uttrykker for eksempel at elever kan utvikle en svært forenklet mental modell av virkeligheten. Resultater fra tidligere studier viser også at elevenes mentale modeller ofte er svært forskjellig fra undervisnings- og vitenskapsmodellene (Glynn & Duit, 1995, s. 3). Årsaken til dette kan være hvis en undervisningsmodell representerer virkeligheten på en forenklet måte uten at svakhetene til modellen diskuteres. Dette kan resultere i utviklingen av mentale modeller som baseres på misoppfatninger ettersom modeller spiller en viktig rolle i elevenes forståelsesutvikling (Chittleborough & Treagust, 2009, s. 13). For å forhindre utvikling av mentale modeller basert på misoppfatninger kan det være hensiktsmessig for elevene å uttrykke sin forståelse gjennom uttrykte modeller (Chittleborough & Treagust, 2009, s. 13). De uttrykte modellene beskrives som versjoner av elevenes mentale modeller hvor deres kompetanse kommer tydelig frem. Ved å dele de uttrykte modellene kan læreren av den grunn skaffe seg en tydelig oversikt over elevenes eventuelle misoppfatninger, og arbeide for å endre forståelsen. Det er av den grunn viktig å erkjenne at modellenes konkretiserende rolle i undervisningen både kan ha positive innvirkninger på elevenes forståelsesutvikling, i tillegg til at den i enkelte tilfeller kan ha en negativ påvirkning.

5.2.4 Modeller er gode støttestrukturer i naturfagundervisningen

Modeller kan fungere som gode støttestrukturer i naturfagundervisning ved å benyttes som hjelpemidler (Falcão et al., 2004, s. 974). Dette perspektivet på modeller anerkjennes av flere av lærerne i denne studien. For det første gir tre av lærerne uttrykk for at modeller fungerer som støttestrukturer når faglig innhold presenteres. Årsaken til dette er at modellene gir elevene noe visuelt å se på. På den måten fører de visuelle modellene til en forsterket forståelse og utvikling av de mentale modellene (Chittleborough & Treagust, 2009, s. 13).

Tidligere studier indikerer også at naturfaglærere verdsetter modellenes evne til å visualisere fagstoffet, og på den måten benytte modeller som en støttestruktur i naturfagundervisningen (Justi & Gilbert, 2002). En slik tilnærming til bruk av modeller kan beskrives å være produktorientert (Khan, 2011). Tilnærmingen vektlegger modellenes beskrivende og forklarende evner. Modeller benyttes som et resultat av dette til å presentere naturfaglig innhold. En kompetanseorientert tilnærming kan på den andre siden bidra til at elevene utvikler et bredere spekter av ferdigheter, kunnskaper og holdninger (Nielsen & Nielsen, 2021, s. 570). En slik tilnærming kan gi økt læringsbytte for elevene sammenliknet med en produktorientert tilnærming (Gouvea & Passmore, 2017). Hensikten vil være å undersøke modellenes epistemiske funksjoner istedenfor å utelukkende benytte dem til å forklare abstrakte prosesser. Dette innebærer for eksempel å la elevene designe egne modeller og å bruke modeller som verktøy til å utforske og undersøke. Nielsen og Nielsen (2021) oppdaget også i sin studie at modeller benyttes av naturfaglærere til å forklare og presentere faglig innhold.

For det andre så påpeker tre av lærerne at modeller har en viktig rolle som støttestruktur i elevenes modelleringsarbeid. Modelleringsarbeidet kan beskrives som den prosessen hvor den mentale modellen skal uttrykkes ved å teste og vurdere den uttrykte modellen (Gilbert & Justi, 2016). Bruk av modeller som støttestruktur forutsetter at læreren har et bevisst forhold til hvordan veiledning kan bidra til økt læringsutbytte (Knain & Kolstø, 2019b). I utforskende arbeid hvor elevene tester og uttrykker en mental modell vil lærerens evne til å tilrettelegge og bistå med nødvendig informasjon være avgjørende for læringsutbyttet. Kirschner et al. (2006) viste at utforskende oppgaver med direkte veiledning kan være hensiktsmessig for at elevene ikke skal miste oversikt og interesse under aktiviteten. Som en støttestruktur i modelleringsarbeidet beskrives det av lærerne at modeller ofte benyttes som et eksempel som elevene kan arbeide ut ifra. Modellen fungerer i dette tilfellet som en guide for hvordan elevene kan skape og uttrykke deres mentale modell. Dette beskrives som en produktorientert tilnærming til bruk av modeller hvor oppgaven kan oppleves som lukket (Gouvea & Passmore, 2017). Tilnærmingen fokuserer på modellens forklarende evner og gir elevene liten grad av kognitive utfordringer. Gilbert og Justi (2016, s. 61) beskriver tilnærmingen som lite kognitivt utfordrende ettersom det i stor grad fokuseres på å øke elevenes forståelse av det faglige innholdet i motsetning til å utforske og teste uttrykte modeller. Tilnærmingen forutsetter direkte veiledning fra læreren hvor informasjon tilgjengeliggjøres for elevene slik

at ønsket forståelse kan utvikles. Dette understreker at lærerne i denne studien er opptatt av modellenes forklarende, kommuniserende og evaluerende funksjon. Fokuset rettes i stor grad mot hva, hvordan og hvor godt en modell gir et tydelig bilde på det naturfaglige innholdet som formidles. Modellene velges ut på bakgrunn av hvor godt de forklarer ulike elementer av et fenomen i motsetning til å undersøke og utforske naturfaglige prosesser.

5.3 Undervisning for dybdelæring med bruk av modeller

I dette underkapitlet vil lærernes refleksjoner og relevant teori knyttet til hvordan modeller kan benyttes på en hensiktsmessig måte for å legge til rette for dybdelæring diskuteres og drøftes i lys av tidligere funn på fagfeltet.

5.3.1 Bruk av modeller til å presentere faglig innhold

Naturfagundervisning bør ha en prosessorientert tilnærming til bruk av modeller for å utvikle elevenes naturfaglige kunnskaper og forståelse (Gouvea & Passmore, 2017). Tilnærmingen innebærer å utfordre elevene til å utforske, vurdere og reflektere. På den måten kan prosessen med læringen vektlegges i større grad enn produktet ved å oppnå kompetanse. Allikevel indikerer blant annet en tidligere studie av Khan (2011) at naturfaglærere benytter en produktorientert tilnærming til bruk av modeller. Metoden innebærer å bruke modeller til å beskrive og forklare naturfag slik at elevene kan utvikle forståelse (Gouvea & Passmore, 2017). En slik læringsstrategi utfordrer elevene på et lavt kognitivt nivå som ikke er hensiktsmessig når formålet er utvikling av varig og dyp forståelse.

I likhet med studien til Khan (2011) finner vi et interessant funn i denne studien som også indikerer at naturfaglærere verdsetter modellens evne til å formidle innhold. Det er spesielt to av informantene som gir uttrykk for at en produktorientert tilnærming til undervisning med modeller kan legge til rette for å utvikle dybdelæring. Det er spesielt lærernes fokus på bruk av modeller til å aktivere forkunnskaper, og lærernes modelleringspraksiser som er interessante. Lærerne uttrykker for eksempel at modeller bør benyttes til å aktivere forkunnskaper slik at en dypere forståelse skal utvikles. Tilnærmingen trekkes også frem av Glynn og Duit (1995) som mener modeller er hensiktsmessige å benytte for å aktivere forkunnskaper. Årsaken til dette er at både de visuelle og auditive aspektene aktiveres (Glynn & Duit, 1995, s. 25). På en slik måte kan modellene bidra til en konkret visualisering og føre til at tidligere etablerte kunnskaper om teamet aktiveres på nytt (Falcão et al., 2004, s. 974). Tilnærmingen kan påvirke elevenes mentale modeller på en måte hvor eksisterende forståelse

bearbeides og videreutvikles, i motsetning til at nye fragmenter av kunnskap skal tilføres uten å være relatert til annen forståelse (Chittleborough & Treagust, 2009, s. 13). Tilnærmingen kan være gunstig ettersom elevene ikke konstruerer ny kunnskap fra bunnen av, men derimot bygger videre på eksisterende forståelse.

På den andre siden vil det være avgjørende på hvilke måter læreren benytter modeller til å aktivere forkunnskaper for at undervisningen kan legge til rette for dybdelæring. En metode som i stor grad legger til rette for dette er å benytte modeller til å diskutere og demonstrere allerede kjent fagstoff (Glynn & Duit, 1995, s. 25). Slik kan modeller bidra til at elevene kan reflektere, diskutere, samhandle og utforske (Gouvea & Passmore, 2017). Lærer 1 mener modeller kan bidra til å aktivere forkunnskaper når tidligere benyttede modeller brukes om i igjen i undervisningen. Det poengteres at aktivering av forkunnskaper er viktig for at elevene skal utvikle en dypere forståelse. Dette begrunnes ved at ny informasjon og kunnskap vil forstås i sin helhet dersom det kan kobles til allerede eksisterende kunnskaper (lærer 1). Ved å koble ny kunnskap til eksisterende kunnskaper kan sammenhenger synliggjøres i større grad og gjør elevene oppmerksomme på sammenhenger mellom fagelementer (Glynn & Duit, 1995, s. 25). Et ubevisst forhold knyttet til hvordan modeller kan aktivere forkunnskaper kan resultere i at forkunnskaper ikke aktiveres. Dette kan medføre en utvikling av overfladisk forståelse hvor faginnholdet ikke knyttes til tidligere kunnskaper, men hvor kunnskapen derimot memoreres i gjeldende undervisningsperiode (Falcão et al., 2004).

Lærernes modelleringsaktiviteter vil også være av betydning for i hvilken grad undervisningen legger til rette for dybdelæring. Det er ønskelig med en modelleringsbasert-tilnærming til bruk av modeller i naturfagundervisning for å utvikle elevenes dybdeforståelse (Gilbert & Justi, 2016, s. 61). Dette er undervisning hvor elevene eksperimenterer med ulike modeller samtidig som de utfordres til å diskutere og reflektere omkring det naturvitenskapelige (Gilbert & Justi, 2016). Til tross for dette beskriver lærer 1 og lærer 2 metoder som befinner seg nærme en modellbasert tilnærming hvor hensikten er å presentere fagstoff (Gilbert & Justi, 2016, s. 61). Lærer 1 mener for eksempel læringsutbyttet er størst for elevene når de kopierer en modell som læreren tegner på tavla. Denne formen for modellbruk i undervisning har først og fremst den hensikten å utvikle en forståelse for det faglige innholdet. Metoden fratår elevene mulighetene til å utforske, reflektere og være kritiske i modelleringsprosessen. På motsatt side kan disse egenskapene stimuleres når elevene utarbeider og konstruerer modeller på bakgrunn av deres mentale modeller (Glynn &

Duit, 1995). På den måten vil elevene kunne ta i bruk ny kunnskap og teste den i form av å produsere en modell. Slik kan modelleringsbasert undervisning stimulere elevenes motiverende, utforskende og reflekterende evner, og bidra til å utvikle dypere forståelse (Falcão et al., 2004, s. 974).

Undervisningsmetodene som skisseres tilfredsstillende ikke en prosessorientert tilnærming til bruk av modeller i naturfagundervisning (Nielsen & Nielsen, 2021, s. 570). Det kan argumenteres for at tilnærmingen inkluderer fagspesifikk kunnskapsetablering ettersom det fokuseres på aktivisering av forkunnskaper knyttet til et naturfaglig fenomen eller en prosess. På den andre siden er modellbruken i liten grad hensiktsmessig. Modellene benyttes til å beskrive, forklare eller kommunisere det naturfaglige innholdet, mens viktige aspekter som å designe og revidere en egen modell, og evaluere og sammenlikne andres modeller ikke praktiseres (Nielsen & Nielsen, 2021, s. 570). Elevene mister også muligheten til å utforske, være kritiske og stille spørsmål når modeller benyttes som en fasit. Dette bidrar i liten grad til meta-kognitiv utvikling hvor elevene utfordres til å reflektere omkring egen læring. Av den grunn kan det argumenteres for at de skisserte undervisningsmetodene kjennetegner en produktorientert tilnærming til bruk av modeller hvor hensikten er å beskrive og forklare fagstoff.

5.3.2 Vil en produktorientert tilnærming til modeller utvikle elevenes dybdeforståelse?

En produktorientert tilnærming til modeller kan resultere i få utforskende modelleringsaktiviteter (Krell & Krüger, 2016). Allikevel kan flere aspekter ved dybdelæring tilfredsstilles gjennom en produktorientert modelltilnærming. Undervisning i naturfag som legger til rette for å utvikle dybdelæring inneholder følgende aspekter:

1. Stimulere elevenes motivasjon
2. Stimulere til utforskning og engasjement i utfordrende oppgaver
3. Variert bruk av representasjoner
4. Læring over tid (Pellegrino & Hilton, 2012)

I sammenheng med dybdelæring trekkes motivasjon frem som en av de viktigste forutsetningene for læring (Pellegrino & Hilton, 2012, ss. 89–91). På bakgrunn av dette er det nødvendig at naturfagundervisningen bidrar til å motivere elevene for at en dypere forståelse

kan utvikles. For å stimulere elevenes motivasjon for å lære er det hensiktsmessig med undervisning hvor elevene finner undervisningen relevant, og hvor elevene utfordres på et kognitivt tilpasset nivå (Kunnskapsdepartementet, 2017, s. 17). Dette kan være utfordrende å tilrettelegge for i en produktorientert modellundervisning. Undervisningsaktivitetene kan for eksempel ha manglende utfordringer knyttet til utforskning og refleksjon ettersom hovedfokuset er å formidle det naturfaglige innholdet. På den andre siden kan det stimuleres til motivasjon ved å gjennomføre aktiviteter hvor elevene skal samarbeide om en modell (Hulleman & Harackiewicz, 2009). Dette kan bidra til å motivere elevene for skolearbeidet. Samarbeidsoppgaver er allikevel ikke noe som prioriteres når lærerne reflekterer om undervisning med modeller. Det er heller ikke typiske kjennetegn til en innholdsfokusert undervisning. I tillegg til dette vil undervisningsformen gjøre det utfordrende å skape undervisning som oppleves relevant for elevene når fokuset dreier seg om det naturfaglige innholdet. Tidligere forskning av Hulleman og Harackiewicz (2009) indikerte at naturfagundervisningen opplevdes motiverende når den tok utgangspunkt i elevenes erfaringer slik at innholdet opplevdes relevant. Dette resulterte i positive effekter på elevenes utholdenhet i møte med utfordrende oppgaver i faget, samt bedre prestasjoner på vurderinger (Hulleman & Harackiewicz, 2009). Å gjøre fagstoffet relevant for elevene trekkes også frem av Glynn og Duit (1995) som et viktig aspekt for å stimulere elevenes motivasjon. I motsetning til Hulleman og Harackiewicz (2009) hvor lærerne benyttet undervisningsmetoder som aktivt utfordret elevene til å relatere fagstoffet til deres verdier, reflekterer ikke lærer 1 og 2 omkring undervisning hvor dette implementeres. Lærernes hovedfokus handler om å formidle fagstoffet noe som kan skape utfordringer knyttet til å stimulere elevenes motivasjon. Årsaken til dette kan være manglende sammenheng mellom elevenes verdier og innholdet som presenteres (Eccles & Wigfield, 2002).

Allikevel kan en produktorientert modellundervisning bidra til å motivere elevene dersom elevene opplever høy grad av mestringsforventning. Mestringsforventning kan beskrives som troen på egen evne til å utføre bestemte oppgaver (Skaalvik & Skaalvik, 2021, s. 61). Dette kan stimuleres ved arbeid med oppgaver omkring det naturfaglige innholdet hvor forventet suksess for å mestre oppgaven er høy (Eccles & Wigfield, 2002). Elevene kan ha gode forutsetninger for å mestre faglige oppgaver ettersom undervisningen er svært fokusert mot nettopp det faglige innholdet. Elevene kan gjennom undervisning utvikle troen på å mestre de faglige utfordringene noe som kan øke elevenes selvtillit og prestasjon i faget. En forutsetning

for at elevene skal utvikle mestringsforventning er arbeid med oppgaver som er tilpasset elevenes ulike forutsetninger (Skaalvik & Skaalvik, 2021, s. 120). Oppgaver som elevene kan forvente å mestre øker også elevenes forventning om suksess (Eccles & Wigfield, 2002). Det kan riktignok være utfordrende å legge til rette for individuelle tilpasninger i en innholdsfokusert undervisning. Sannsynligheten for at undervisningen vil være ensidig og målfokusert er stor, og dette viser tidligere forskning å ha negativ påvirkning på elevenes motivasjon for skolearbeid (Hulleman & Harackiewicz, 2009).

Undervisningstilnærmingen kan riktignok bidra til å opprettholde en progresjon i elevenes læring. Progresjonen kan tilrettelegges ved å benytte modeller til å aktivere tidligere kunnskaper slik at ny kunnskap kan relateres til kjente prosesser og situasjoner (Glynn & Duit, 1995, s. 25). Metoden kan bidra til å effektivisere læringen og sørge for at kunnskapen settes i sammenheng. Flere av lærerne i denne studien gir uttrykk for at bruk av modeller er hensiktsmessig i dette arbeidet på grunn av de visuelle egenskapene som modellene har. Modellene bidrar til å gjøre fagstoffet tilgjengelig for elevene ved først og fremst å visualisere innholdet. På grunn av dette kan elevene på en enklere måte hente frem eksisterende kunnskaper. Dette er et godt utgangspunkt for å utvikle en helhetlig forståelse som inneholder sammenhenger mellom kunnskapsområder.

På den andre siden mangler den produktorienterte tilnærmingen til modeller som skisseres i denne studien viktige aspekter for undervisning som tilrettelegger for dybdelæring. Modelleringsaktiviteter hvor elevene kopierer en modell som læreren tegner på tavlen bidrar i liten grad til å stimulere elevenes utforskende, reflekterende og kritiske egenskaper. Som et resultat av dette utfordres elevene i liten grad kognitivt (Kunnskapsdepartementet, 2017, s. 17). I motsetning kan en undervisningstilnærming hvor modeller benyttes som utgangspunkt for å diskutere, drøfte og reflektere omkring modellens natur og innhold bidra til å stimulere egenskapene (Gouvea & Passmore, 2017). Tilnærmingen gir også større muligheter for samhandling og samtale i fellesskap. Ifølge sosiokulturell læringsteori er dette viktige aspekter for et godt læringsutbytte (Dewey, 2000, s. 177). En produktorientert tilnærming viser også tydelige mangler i forhold til å inkludere undervisning hvor modellens natur og hensikt diskuteres. Årsaken til å inkludere disse aspektene handler om å utvikle elevenes meta-kognitive egenskaper og gjøre dem aktive i sin egen læringsprosess. En prosessorientert tilnærming kan legge til rette for å inkludere dette i større grad og på den måten legge til rette

for dybdelæring. Metoden er riktignok mer tidkrevende, men elevene kan utvikle en helhetlig og dyp forståelse ved hjelp av denne tilnærmingen (Pellegrino & Hilton, 2012, s. 181).

5.3.3 Naturfagundervisning ved hjelp av en kompetanseorientert modelltilnærming

I motsetning til en produktorientert tilnærming til bruk av modeller i naturfagundervisningen presenteres det også i denne studien en kompetanseorientert tilnærming. Tilnærmingen omfatter undervisning hvor modeller blir benyttet til å belyse et fagspesifikk emne, til å utvikle meta-kognitive egenskaper og i modelleringsaktiviteter (Nielsen & Nielsen, 2021, s. 570). Aktiviteter som angår modellering er av størst betydning for en kompetanserettet modellundervisning forklarer Nielsen og Nielsen (2021, s. 570).

Modelleringsaktivitetene som beskrives av lærer 3 og lærer 4 kan utfordre elevene til å reflektere, drøfte og tenke kritisk. Aktivitetene er elevsentrerte og innebærer modelleringsarbeid hvor elevene selv utvikler egne modeller basert på deres forståelse og mentale modeller. Slike aktiviteter er hensiktsmessige for utvikling av dypere forståelse på grunn av utfordringene som oppstår knyttet til at elevene må teste kunnskapene sine (Glynn & Duit, 1995). Aktiviteter hvor elevene selv utvikler egne modeller inngår også i figur 2.3 som beskriver en kompetanseorientert modelltilnærming. Tilnærmingen retter fokuset mot prosessen i arbeidet med modeller fremfor produktet som ligger i å utvikle forståelse (Nielsen & Nielsen, 2021, s. 570). Det er riktignok av stor betydning at prosessen tillater elevene å utvikle egne modeller basert på deres personlige oppfatninger, og ikke kopi av allerede utviklede modeller (Nielsen & Nielsen, 2021, s. 571). Årsaken til dette er at elevenes mentale modeller representerer hvilken forståelse de har utviklet (Gilbert, 2004, ss. 117–118). For at elevene skal kunne videreutvikle forståelsen er der nødvendig at de får uttrykke sine mentale modeller slik at disse kan revideres og videreutvikles. Funnen indikerer en tilnærming fra lærer 3 og lærer 4 hvor dette implementeres i naturfagundervisningen.

Det er hensiktsmessig at undervisningen også legger til rette for at elevene kan evaluere, revidere og sammenlikne sine egne og andre sine modeller (Nielsen & Nielsen, 2021, s. 570). Hensikten ved dette er å utvikle modeller som er hensiktsmessige for det tiltenkte formålet (Glynn & Duit, 1995). Ved å inkludere dette i modelleringsaktivitetene kan elevenes forståelse endres og videreutvikles i samsvar med modellene (Glynn & Duit, 1995, s. 25). Dette er aspekter som inkluderes i den kompetanseorienterte tilnærmingen som skisseres i

modelleringsprosessen til lærer 3 og lærer 4. Aktivitetene innebærer for eksempel å tegne egne modeller eller lage fysiske modeller. De konstruerte modellene benyttes deretter som utgangspunkt for samtale og diskusjon. De argumenterer for at tilnærmingen utfordrer elevene til å benytte og bearbeide eksisterende kunnskap gjennom en prosess bestående av samhandling, refleksjon og kritisk tenkning. Ved å stimulere disse egenskapene kan elevene utvikle en mer sofistikert og helhetlig forståelse av det naturfaglige fagstoffet (Pellegrino & Hilton, 2012, s. 70).

Undervisningsaktivitetene kjennetegnes som en modelleringsbasert undervisning som innebærer å la elevene konstruere egne modeller (Gilbert & Justi, 2016, s. 61). Dette er den høyest rangerte modellundervisningen hvor elevene utfordres til å konstruere egen kunnskap (Pajchel et al., 2019, s. 156). I undervisningen utfordres også elevene til å reflektere omkring modellens natur. Dette innebærer å diskutere modellens hensikt i henhold til hensiktsmessig presentasjon av faglig innhold, styrker og svakheter og når modellen egner seg å anvendes (Gilbert & Justi, 2016). Modelleringsaktiviteten er krevende, men elevene kan utvikle en dypere forståelse på grunn av eierskapet de etablerer til både prosessen og produktet (Gilbert & Justi, 2016, s. 65). Prosessen kan bidra til at elevene produserer en modell basert på deres mentale modeller. Til slutt kan modellen testes og vurderes i henhold til modellens formål. Dette kan bidra til at eksisterende antakelser omkring modellen og fagstoffet endres i samsvar med de mentale modellene. Det er etter hvert ønskelig at de utrykte modellene og de mentale modellene samsvarer med undervisningsmodellene. Prosessen kan bidra til å utvikle en nyansert og dypere forståelse for naturfaglige fenomener og prosesser (Chittleborough & Treagust, 2009, s. 13).

Lærer 3 og lærer 4 vektlegger også utvikling av meta-kognitive egenskaper i sine modelleringsbaserte undervisningstimer. En meta-kognitiv tilnærming kan være en viktig faktor mot en kompetanseorientert undervisning (Nielsen & Nielsen, 2021, s. 570). Det hevdes blant lærerne at samtaler benyttes for å drøfte og diskutere modellens natur og hensikt. Elevene kan ved hjelp av klasseromsdiskusjoner få muligheten til å uttrykke sin forståelse, og lytte til hvordan andre medelever forstår samme fenomen. Tilnærmingen kan for det første bidra til at elevene endrer sine oppfatninger. Årsaken til dette er at elevene har ulike perspektiver og ved hjelp av refleksjon, samhandling og diskusjon kan elevene utvikle en mer sammenhengende og helhetlig forståelse i fellesskap. Slik kan språket bidra på en positiv måte i prosessen med å utvikle en dypere forståelse (Blackwell et al., 2007). I tillegg til dette

kan diskusjon i fellesskap bidra til å hjelpe læreren i arbeidet med å tilrettelegge undervisningen. Læreren vil for eksempel kunne erfare hvilken forståelse elevene har utviklet, og som et resultat kan undervisningen tilpasses ytterligere etter hvert enkelt individ, og være avgjørende for at undervisningen foregår i et tempo som støtter elevenes kunnskapsutvikling (Blackwell et al., 2007).

For å utvikle dypere forståelse ved hjelp av modeller er det også hensiktsmessig å drøfte hvilken hensikt, verdi og bruksområde ulike modeller har. Dette inkluderer å diskutere modellenes styrker og svakheter for å opparbeide seg en forståelse ovenfor den vitenskapelige modellutviklingen (Nielsen & Nielsen, 2021, s. 572). Aspektet tilfredsstilltes til en viss grad hos lærer 3 og lærer 4 ettersom de påpeker at deres undervisning legger til rette for at elevene er delaktige i prosessen med å vurdere modeller. Fokuset vil ikke utelukkende handle om det naturfaglige innholdet, men derimot inkludere vurdering av modellens styrker og svakheter. Tilnærmingen kan også bidra til at elevene utvikler en bevissthet knyttet til egen forståelse ettersom de må benytte etablert kunnskap for å ta gode vurderinger omkring modellenes egenskaper. På den andre siden uttrykker ikke lærerne hvordan de ønsker å gjennomføre dette i praksis. Gruppediskusjoner omkring ulike modeller som representerer samme fenomen kan være en hensiktsmessig metode å benytte for å vurdere modeller (Pellegrino & Hilton, 2012, s. 161). Metoden kan utfordre elevene til å reflektere og diskutere i fellesskap. Aktiviteten stiller også krav til et godt kommuniserende samarbeid noe som kan bidra til å utvikle elevenes forståelse (Dewey, 2000, s. 177). Hensikten med et fokusområde som retter seg mot modellens natur er å bevisstgjøre elever på hvorfor modeller utvikles, og hvilken hensikt de utvikles med (Chittleborough & Treagust, 2009). Ved å utelate dette i undervisningen kan elevene oppfatte modeller som eksakte kopier som utelukkende er utviklet med den hensikt å forklare et fenomen (Khan, 2011). Realiteten er at modeller først og fremst utvikles med den hensikt å teste ideer knyttet til naturvitenskap slik at teorier kan utvikles (Chittleborough & Treagust, 2009). Som et resultat av dette kan det argumenteres for at lærer 3 og lærer 4 sine refleksjoner om undervisning inneholder utvikling av meta-kognitive egenskaper.

5.3.4 En kompetanseorientert modellundervisning som tilrettelegger for dybdelæring

I motsetning til en produktorientert undervisning kan en kompetanseorientert undervisning i større grad bidra til å tilrettelegge for dybdelæring. Årsaken til dette er at tilnærmingen ofte kan stimulere elevenes motivasjon og evne til å utforske i mye større grad. Et viktig element

som kan bidra til å motivere elevene i naturfag er aktiviteter som utfordrer elevene til å samarbeide og utforske (Skaalvik & Skaalvik, 2021, s. 133). Høy motivasjon uttrykkes gjerne gjennom å vise innsats og stor utholdenhet i undervisningsaktiviteter (Kunnskapsdepartementet, 2017, s. 17). Design, revidering og evaluering av en selvutviklet modell er et eksempel fra denne studien som skisserer den kompetanseorienterte undervisningen. Aktiviteten inneholder flere av elementene til Pellegrino og Hilton (2012) for undervisning for dybdelæring. Elevene kan blant annet utvikle et eierskap til prosessen, de kan eksperimentere og de kan utforske med veiledning fra læreren. Dette er aspekter som kan stimulere elevenes motivasjon og bidra til økte læringsutbytte (Pellegrino & Hilton, 2012). I tillegg til dette kan modelleringsarbeidet bidra til å tilpasse undervisningen til hver enkelt elev, og sørge for at elevene utfordres på en hensiktsmessig måte. Dette innebærer oppgaver som elevene kan gjennomføre, men som allikevel gir dem utfordringer (Bøe, 2018, s. 14). På den måten kan undervisningen føre til at elevene utvikler troen på egne ferdigheter og en forventning til å mestre utfordrende oppgaver i faget (Skaalvik & Skaalvik, 2021, s. 61). Dette er hensiktsmessig for å øke elevenes motivasjon og for å utvikle en dypere forståelse.

Modelleringsaktiviteten hvor elevene selv utvikler en egen modell vil også kunne bidra ytterligere med å utvikle en dypere forståelse på grunn av det utforskende aspektet ved aktiviteten. Hensikten er å skape en nysgjerrig og engasjerende holdning blant elevene slik at de blir aktive i selve læringsprosessen (Pellegrino & Hilton, 2012, s. 162). Aktiviteten kan bidra til å utvikle kunnskap ved å teste ut forskjellige fremstillingsmetoder og deretter ta stilling til hvilken som er den mest hensiktsmessige. Dette krever blant annet en reflekterende holdning som kan bidra til å utvikle en helhetlig forståelse. I tillegg til dette kan det argumenteres for at elevene har et større læringsutbytte når de gjør noe praktisk (Glynn & Duit, 1995). Den praktiske aktiviteten kan oppleves mer læringsfremmende enn teoretisk rettede aktiviteter ettersom forutsetningene varierer ut ifra elevenes verdier (Skaalvik & Skaalvik, 2021, s. 121). Allikevel er det viktig at læreren opptrer som en god veileder i denne prosessen slik at oppgaven gjennomføres på en hensiktsmessig måte (Pellegrino & Hilton, 2012, s. 164). Årsaken til dette er at tidligere studier har indikert at utforskende arbeid uten tilstrekkelig veiledning har en negativ effekt på elevenes læringsutbytte (Kirschner et al., 2006). Av den grunn vil lærerens fremste oppgave i modelleringsaktiviteter innebære å motivere elevene og veilede dem på en måte som bidrar til en hensiktsmessig gjennomføring.

Som et resultat av dette kan elevene ha et stort læringsutbytte fra undervisningsaktiviteten og utvikle dypere forståelse for det naturfaglige innholdet.

6 Avslutning

I denne masteravhandlingen har jeg undersøkt hvordan fire ungdomsskolelærere reflekterer omkring bruk av modeller for å legge til rette for dybdelæring i naturfag. For å undersøke dette rettet jeg fokuset mot tre forskningsspørsmål. Det første jeg undersøkte handlet om hvordan lærerne forstår begrepet dybdelæring. Funnene tilsier at lærernes perspektiver inneholder store variasjoner. Dybdelæring oppfattes på den ene siden som en læringsstrategi som bare kan legges til rette for i tverrfaglig undervisning. Perspektivet anerkjenner ikke enkeltfagernes evne til å bidra med å utvikle kompetanse. På motsatt side viser funnene en læringsstrategi hvor evne til å se sammenhenger og anvendelse av kunnskap i nye og ukjente situasjoner inkluderes. I tillegg til dette vektlegges også kommunikasjon og samtale da det argumenteres for at elever kan utvikle en dypere forståelse når de diskuterer og reflekterer i felleskap. Oppfatningen finner tydelige likheter til hvordan teoretikere omtaler begrepet dybdelæring. I motsetning til teorien beskrives ikke ferdigheter som en del av dybdelæring. Dybdelæring oppfattes primært som ervervelse av kunnskaper selv om automatisering av ferdigheter inngår som en viktig del begrepet.

Motivasjon fremgår av funnene som det aspektet lærerne mener påvirker læringsutbyttet til elevene mest. Faktorer som forventning om mestring og individuelle verdier vises å være essensielle elementer for utvikling av dybdeforståelse. Tidligere studier støtter dette og viser til gode resultater når elevene kan relatere sine hverdager til fagstoffet. Det kommer tydelig frem gjennom avhandlingen at begrepet dybdelæring er utfordrende for lærerne å definere da oppfatningene er svært ulike. Hvordan lærerne oppfatter dybdelæring viser seg også å ha betydning for hvordan de ønsker å bruke modeller for å legge til rette for dybdelæring i naturfagundervisning.

Naturfagets abstrakte karakter gjør bruk av visuelle representasjoner relevante for å øke læringsutbyttet i faget. Lærerne virker å være enige om modellenes hensikt i naturfag. Modellenes visuelle egenskaper trekkes frem som de mest sentrale hvor evnene til å visualisere og presentere abstrakt innhold vektlegges. Modeller benyttes sjeldent til å utforske eller til å diskutere. Kun et fåtall av lærerne benytter modeller til å diskutere. Modellene har som et resultat av dette en beskrivende og forklarende hensikt i naturfagundervisningen til informantene. Disse egenskapene utgjør hovedårsakene til hvorfor modeller benyttes til undervisning. Til tross for dette viser teorien at modeller bør benyttes til mer enn å formidle

fakta for et positivt og hensiktsmessig læringsutbytte. Allikevel indikerer tidligere forskning at andre naturfaglærere også benytter modeller til å forklare, beskrive og formidle faglig innhold. Resultatene fra denne studien underbygger derfor tidligere studier og illustrerer av den grunn ingen endring i praksisen.

Til slutt undersøkte jeg hvordan lærerne reflekterte omkring bruk av modeller for å legge til rette for dybdelæring i naturfag. Hvordan dybdelæring ble oppfattet hadde betydning for hvordan modeller kunne benyttes for å utvikle elevenes dybdeforståelse. Et funn indikerte en innholds- og produktrettet tilnærming hvor formålet med modeller var å presentere fagstoff. Undervisningen la til rette for lite utforskning og lavt kognitive utfordringer. I tillegg stimulerte tilnærmingen i liten grad til motivasjon. På den andre siden presenteres en kompetanserettet tilnærming til bruk av modeller i undervisning. Tilnærmingen kjennetegnes som utforskende, reflekterende og samhandlende hvor elevene er aktive i læringsprosessen. Undervisningen hadde et godt utgangspunkt for å stimulere elevenes motiverende holdninger, og utvikle dybdeforståelsen.

Studien indikerer på bakgrunn av funnene ulike tilnærminger til bruk av modeller i undervisning som har den hensikt å utvikle elevenes dybdeforståelse. I lys av drøftingen kan det konkluderes med at undervisningsoppleggene i ulik grad legger til rette for dybdelæring. Det kan konkluderes med at forståelse for begrepet dybdelæring påvirker hvordan lærerne underviser for dybdelæring. Det er utfordrende å planlegge og gjennomføre undervisning som legger til rette for dybdelæring når det er uklart hva undervisningsformen innebærer. Som en konsekvens av usikkerheten rundt dybdelæring kan dette medføre utfordringer knyttet til hvordan modeller kan benyttes for å utvikle dypere forståelse. Det kan argumenteres for at økt kunnskap om hvordan modeller burde benyttes kan bidra til at økt undervisningskvalitet i et fag hvor innholdet er abstrakt. Årsaken til dette er de tydelige likhetstrekkene som finnes mellom en hensiktsmessig undervisning med modeller og undervisning for dybdelæring. Jeg mener derfor økt undervisningskvalitet og læringsutbytte for elevene kan skapes ved å bevisstgjøre lærere på hvordan de kan bruke modeller i sine naturfagstimer. Modeller er et verktøy som benyttes til å presentere fagstoff, men ved å utforske andre muligheter kan naturfagundervisningen løftes enda ett hakk og kontinuerlig bidra til å utvikle elevenes dybdeforståelse.

Det er viktig å poengtere at denne studien ikke undersøker lærernes undervisningspraksis, men hvordan lærerne reflekterer over naturfagundervisning. Det kan være avvik fra hvordan de beskriver undervisning til hvordan undervisningen gjennomføres. Studien avdekker blant annet refleksjoner om undervisning som ikke tilrettelegger for dybdeløring til tross for at lærerne selv gir uttrykk for at undervisningstilnærmingen tilfredsstillende. Studien kan benyttes til å argumentere for at undervisning for dybdeløring fortsatt er uklart hos utvalgte naturfaglærere. For å unngå misforståelser kan det være nødvendig å utarbeide en ressurs som inneholder konkrete prinsipper for dybdeløring. Ressursen kan bidra til å føre naturfag i en felles retning etter sentrale elementer i LK20. Jeg mener derfor studien avdekker interessante avvik som kan være utgangspunktet for mer omfattende studier i etterkant. En studie hvor tematikken undersøkes med populasjonen av naturfaglærere i Norge, kan bidra med viktig kunnskap omkring tematikken. Videre kan det utarbeides en felles ressurs som bidrar til å øke kvaliteten på arbeidet som gjennomføres i den norske skolen i forhold til dybdeløring.

I ettertid ser jeg at det ville vært hensiktsmessig å begrense problemområdet til masteravhandlingen. Studien kunne fokusert på enten modeller eller dybdeløring da dette er to omfattende begreper. Jeg tror det kunne bidratt til et tydeligere forskningsområde med en konkret tematikk. Det ville også gjort arbeidet mitt enklere i henhold til valg av litteratur og forskningsdesign. En avgrensning kunne også bidratt med å undersøke tematikken dypere. Hadde jeg visst hvor utfordrende intervju som metode var i lys av valgt problemområde ville jeg også ha benyttet observasjon som en tilleggsmetode. Observasjon kunne bidratt med nyttig kunnskap om lærernes undervisningspraksis som ville vært interessant og diskutert i et intervju. Jeg tror observasjon kunne styrket studiens resultater og indentifisert interessante funn. Det kunne også vært interessant å undersøke hvordan ett spesifikt undervisningsopplegg med modeller ble gjennomført av informantene i lys av dybdeløring. Undervisningen kunne vært et spennende utgangspunkt for diskusjon i etterkant. Jeg tror dette er et interessant forskningsområde som jeg anbefaler for videre forskning.

Inn i yrket som naturfaglærer tar jeg med meg et bevisst forhold til hvordan jeg kan benytte modeller i min undervisning. Jeg mener modeller er en viktig del av naturfag, og derfor et verktøy som kan bidra til et bedre læringsutbytte for elevene. God bruk av modeller kan legge til rette for at elevene utvikler dypere forståelse. Jeg kommer til å arbeide med å bruke modeller på en måte som stimulere til dybdeløring slik at mine elever opplever naturfag som et motiverende og lærerikt fag.

Litteraturliste

Anderson, J. R. (2015). *Cognitive psychology and its implications* (8th ed.). Worth Publishers.

Arntzen, M., Bækedal, K. S., Fossetøl, K. O., & Fægri, K. (2021). *Element 9: Naturfag for ungdomstrinnet: Grunnbok*. (1. utg.). Gyldendal.

Blackwell, L. S., Trzesniewski, K. H., & Dweck, C. S. (2007). Implicit Theories of Intelligence Predict Achievement Across an Adolescent Transition: A Longitudinal Study and an Intervention. *Child Development*, 78(1), 246–263. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8624.2007.00995.x>

Brandt, H., & Johansen, B., L. (2014). *Modeller i naturfagene*. <https://astra.dk/didaktiske-ressourcer/modeller-i-naturfagene/>

Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77–101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>

Brinkmann, S., Tanggaard, L., & Hansen, W. (2012). *Kvalitative metoder: Empiri og teoriutvikling*. Gyldendal akademisk.

Bryman, A. (2016). *Social research methods* (5th ed.). University Press.

Bøe, M. V. (2018). *Motivasjon i naturfag*. *Naturfag*, 2018(1), 12-14. <https://www.naturfagsenteret.no/c1515376/binfil/download2.php?tid=2221923>

Chittleborough, G. D., & Treagust, D. F. (2009). Why Models are Advantageous to Learning Science. *Educación Química*, 20(1), 12–17. [https://doi.org/10.1016/S0187-893X\(18\)30003-X](https://doi.org/10.1016/S0187-893X(18)30003-X)

Christiansen, J., L. (2020). *Modeller og modellering i grundskolens naturfag*. *MONA - Matematikk—Og Naturfagsdidaktikk*. 3. <https://tidsskrift.dk/mona/article/view/121566/168931>

Deci, E. L., & Ryan, R. M. (1985). *Intrinsic Motivation and Self-Determination in Human Behavior*. Springer US. <https://doi.org/10.1007/978-1-4899-2271-7>

-
- Dewey, J. (2000). Den nye pedagogikk. I S. Vaage (Red.), & K. M. Thorbjørnsen (Overs.), *Utdanning til demokrati: Barnet, skolen og den nye pedagogikken: John Dewey i utvalg* (ss. 177–213). Abstrakt forlag. https://urn.nb.no/URN:NBN:no-nb_digibok_2015062408076
- Eccles, J. S., & Wigfield, A. (2002). Motivational Beliefs, Values, and Goals. *Annual Review of Psychology*, 53(1), 109–132. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.53.100901.135153>
- Falcão, D., Colinvaux, D., Krapas, S., Querioz, G., Alves, F., Cazelli, S., Valente, M. E., & Gouvea, G. (2004). A model-based approach to science exhibition evaluation: A case study in a Brazilian astronomy museum. *International Journal of Science Education*, 26(8), 951–978. <https://doi.org/10.1080/1468181032000158363>
- Forskrift til opplæringslova. (2006). *Forskrift til opplæringslova (FOR-2006-06-23-724)*. Kunnskapsdepartementet. <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2006-06-23-724>
- Gilbert, J. K. (2010). *The role of visual representations in the learning and teaching of science: An introduction*. Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching 11(1). https://eduhk.hk/apfslt/download/v11_issue1_files/foreword.pdf
- Gilbert, J. K. (2004). Models and Modelling: Routes to More Authentic Science Education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 2(2), 115–130. <https://doi.org/10.1007/s10763-004-3186-4>
- Gilbert, J. K., & Boulter, C. J. (Red.). (2000). *Developing Models in Science Education*. Springer Netherlands. <https://doi.org/10.1007/978-94-010-0876-1>
- Gilbert, J. K., & Justi, R. (2016). *Modelling-based Teaching in Science Education*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-29039-3>
- Gilje, N., & Grimen, H. (1995). *Samfunnsvitenskapenes forutsetninger: Innføring i samfunnsvitenskapenes vitenskapsfilosofi* (2. utg.). Universitetsforlaget. [https://www.nb.no/search?q=oaiid:"oai:nb.bibsys.no:999521479714702202"&mediatype=bøker](https://www.nb.no/search?q=oaiid:)
- Glynn, S. M. & Duit, R. (1995). *Learning Science Meaningfully: Constructing Conceptual Models*. Routledge. <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.4324/9780203053287-7/learning-science-meaningfully-constructing-conceptual-models-shawn-glynn-reinders-duit>

Gouvea, J., & Passmore, C. (2017). 'Models of' versus 'Models for': Toward an Agent-Based Conception of Modeling in the Science Classroom. *Science & Education*, 26(1–2), 49–63.

<https://doi.org/10.1007/s11191-017-9884-4>

Hulleman, C. S., & Harackiewicz, J. M. (2009). Promoting Interest and Performance in High School Science Classes. *Science*, 326(5958), 1410–1412.

<https://doi.org/10.1126/science.1177067>

Johannessen, A., Christoffersen, L., & Tufte, P. A. (2021). *Introduksjon til samfunnsvitenskapelig metode* (6. utg.). Abstrakt forlag.

Justi, R. S., & Gilbert, J. K. (2002). Modelling, teachers' views on the nature of modelling, and implications for the education of modellers. *International Journal of Science Education*, 24(4), 369–387. <https://doi.org/10.1080/09500690110110142>

Khan, S. (2011). What's Missing in Model-Based Teaching. *Journal of Science Teacher Education*, 22(6), 535–560. <https://doi.org/10.1007/s10972-011-9248-x>

Kind, P. M., Angell, C., & Guttersrud, Ø. (2017). Teaching and Learning Representations in Upper Secondary Physics. I Treagust, D., Duit, R. & Fischer, H. (Red.), *Multiple representations in physics education* (ss. 25–45). Springer.

Knain, E., & Kolstø, S. D. (2019). I E. Knain & S. D. Kolstø (Red.), *Elever som forskere i naturfag* (2. utgave., s. 15–43). Universitetsforlaget.

Krell, M., & Krüger, D. (2016). Testing Models: A Key Aspect to Promote Teaching Activities Related to Models and Modelling in Biology Lessons? *Journal of Biological Education*, 50(2), 160–173. <https://doi.org/10.1080/00219266.2015.1028570>

Kunnskapsdepartementet. (2020). *Læreplan i Naturfag (NAT01-04)*. Fastsatt som forskrift. Læreplanverket For kunnskapsløftet 2020. <https://www.udir.no/lk20/nat01-04?lang=nob>

Kunnskapsdepartementet. (2017). *Overordnet del – verdier og prinsipper for grunnopplæringen*. Utdanningsdirektoratet.

<https://www.regjeringen.no/contentassets/53d21ea2bc3a4202b86b83cfe82da93e/overordnet-del---verdier-og-prinsipper-for-grunnoppleringen.pdf>

Kvale, S., & Brinkmann, S. (2015). *Det kvalitative forskningsintervju* (3. utg.). Gyldendal akademisk.

Lemke, J. L. (1990). *Talking science: Language, learning, and values*. Ablex.

Lincoln, Y. S. & Guba, E. G. (1985). *Naturalistic inquiry*. Sage Publications.

Maguire, M., & Delahunt, B. (2017). Doing a thematic analysis: A practical, step-by-step guide for learning and teaching scholars. *All Ireland Journal of Higher Education*, 9(3).
<https://ojs.aishe.org/index.php/aishe-j/article/view/335>

Marion, P. van, & Strømme, A. (2015). *Biologididaktikk* (2. utg.). Cappelen Damm.

Meld. St. 28 (2015-2016). *Fag-Fordypning-Forståelse. En forståelse av Kunnskapsløftet*. Kunnskapsdepartementet.
<https://www.regjeringen.no/contentassets/e8e1f41732ca4a64b003fca213ae663b/no/pdfs/stm201520160028000dddpdfs.pdf>

NESH. (2022, mai 26). *Guidelines for Research Ethics in the Social Sciences and the Humanities*. Forskningsetikk.no. <https://www.forskningsetikk.no/en/guidelines/social-sciences-humanities-law-and-theology/guidelines-for-research-ethics-in-the-social-sciences-humanities-law-and-theology/>

Nielsen, S. S., & Nielsen, J. A. (2021). A Competence-Oriented Approach to Models and Modelling in Lower Secondary Science Education: Practices and Rationales Among Danish Teachers. *Research in Science Education*, 51(S2), 565–593. <https://doi.org/10.1007/s11165-019-09900-1>

NOU 2014: 7. (2014). *Elevenes læring i fremtidens skole—Et kunnskapsgrunnlag*. Kunnskapsdepartementet. <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/NOU-2014-7/id766593/?ch=4#KAP3-1>

NOU 2015: 8. (2015). *Fremtidens skole: Fornyelse av fag og kompetanser*. Kunnskapsdepartementet.
<https://www.regjeringen.no/contentassets/da148fec8c4a4ab88daa8b677a700292/no/pdfs/nou201520150008000dddpdfs.pdf>

Nuthall, G. (2005). The Cultural Myths and Realities of Classroom Teaching and Learning: A Personal Journey. *Teachers College Record: The Voice of Scholarship in Education*, 107(5), 895–934. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2005.00498.x>

Ohlsson, S. (2011). *Deep learning: How the mind overrides experience*. University Press.

Opfermann, M., Schmeck, A., & Fischer, H. E. (2017). Multiple Representations in Physics and Science Education—Why Should We Use Them? I Treagust, D., Duit, R. & Fischer, H. (Red.), *Multiple representations in physics education* (ss. 1–22). Springer.

Pajchel, K., Ramton, A. M. T. S., & Sollid, P. Ø. D. (2019). Modeller og modellering i naturfag. I A. Holt, L. O. Voll, & A. B. Øyehaug (Red.), *Dybdeløring i Naturfag* (ss. 142–171). Universitetsforlaget.

Pellegrino, J., W., & Hilton, M., L. (2012). *Education for Life and Work: Developing Transferable Knowledge and Skills in the 21st Century*. The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/13398>

Personopplysningsloven. (2018). *Lov om behandling av personopplysninger (LOV-2018-06-15-38)*. Lovdata. https://lovdata.no/dokument/NL/lov/2018-06-15-38/KAPITTEL_3#KAPITTEL_3

Postholm, M. B. (2010). *Kvalitativ metode: En innføring med fokus på fenomenologi, etnografi og kasusstudier* (2. utg.). Universitetsforlaget.

Ringnes, V., & Hannisdal, M. (2014). *Kjemi fagdidaktikk: Kjemi i skolen* (3. utg.). Cappelen Damm akademisk.

Sawyer, K., R. (Red.). (2006). *Introduction. The new science of learning*. University Press.

Skaalvik, E. M., & Skaalvik, S. (2021). *Skolen som læringsarena: Selvoppfatning, motivasjon, læring og livsmestring* (4. utg.). Universitetsforlaget.

Taber, K. S. (2008). Towards a Curricular Model of the Nature of Science. *Science & Education*, 17(2–3), 179–218. <https://doi.org/10.1007/s11191-006-9056-4>

Treagust, D. F., Chittleborough, G. D., & Mamiala, T. L. (2004). Students' Understanding of the Descriptive and Predictive Nature of Teaching Models in Organic Chemistry. *Research in*

Science Education, 34(1), 1–20. <https://doi.org/10.1023/B:RISE.0000020885.41497.ed>

Treagust, D. F., Chittleborough, G., & Mamiala, T. L. (2002). Students' understanding of the role of scientific models in learning science. *International Journal of Science Education*, 24(4), 357–368. <https://doi.org/10.1080/09500690110066485>

Treagust, D. F., Fischer, H. E., & Duit, R. (2017). *Multiple representations in physics education*. Springer.

Utdanningsdirektoratet. (2017). *Krav om relevant kompetanse for å undervise i fag Udir-3-2015*. <https://www.udir.no/regelverkstolkninger/opplaring/Ovrige-tema/krav-om-relevant-kompetanse-for-a-undervise-i-fag-udir-3-2015/?depth=0&print=1>

Utdanningsdirektoratet. (2019). *Dybdeløring*. <https://www.udir.no/laring-og-trivsel/dybdelaring/>

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

Van Der Valk, T., Van Driel, J. H., & De Vos, W. (2007). Common Characteristics of Models in Present-day Scientific Practice. *Research in Science Education*, 37(4), 469–488. <https://doi.org/10.1007/s11165-006-9036-3>

Van Driel, J. H., & Verloop, N. (1999). Teachers' knowledge of models and modelling in science. *International Journal of Science Education*, 21(11), 1141–1153. <https://doi.org/10.1080/095006999290110>

Voll, L. O., & Holt, A. (2019). Dybdeløring i naturfag. I A. Holt, L. O. Voll, & A. B. Øyehaug (Red.), *Dybdeløring i naturfag* (ss. 17–38). Universitetsforlaget.

Wiske, M. S. (Red.). (1998). *Teaching for understanding: Linking research with practice* (1st ed). Jossey-Bass Publishers.

Wæge, K., & Nosrati, M. (2018). *Motivasjon i matematikk*. Universitetsforlaget.

Vedlegg 1: Samtykkeskjema

Vil du delta i forskningsprosjektet

«*Dybdelæring i Naturfag*»

Dette er et spørsmål til deg om å delta i et forskningsprosjekt hvor formålet er å undersøke hvordan lærere forstår begrepet dybdelæring, og hvordan de benytter modeller i undervisning for å legge til rette for dybdelæring i naturfag. I dette skrevet gir jeg deg informasjon om målene for prosjektet og hva deltakelse vil innebære for deg.

Formål

Prosjektet er en masteroppgave som skrives gjennom studiet Grunnskolelærer 5-10 på Høgskolen i Innlandet. Oppgaven skal ta for seg ungdomsskolelæreres syn på dybdelæring og hvordan de legger opp til dette gjennom bruk av modeller.

Problemstilling: «Hvordan benytter lærere naturfaglige modeller for å utvikle dybdelæring hos elever i naturfag?».

Forskningsspørsmål:

1. Hvordan forstår lærere begrepet dybdelæring?
2. Hva mener lærere at kjennetegner god naturfagundervisning med bruk av modeller?
3. Hva er ungdomsskolelærere sine perspektiver på å bruke naturfaglige modeller i undervisning for å utvikle dybdelæring hos elevene?

Datamaterialet vil bli analysert og drøftet etter relevant teori. Opplysningene som fremkommer i intervjuet vil ikke bli benyttet til andre formål enn til gjeldende masteroppgave.

Hvem er ansvarlig for forskningsprosjektet?

Høgskolen i Innlandet er ansvarlig for prosjektet.

Lisa Kristina Lunde, førsteamanuensis, er veileder for prosjektet.

Hvorfor får du spørsmål om å delta?

Utvalget er basert på lærere som underviser i naturfag på ungdomsskole. Det vil være 4-6 lærere med ulik erfaring som blir spurt om å delta i prosjektet.

Hva innebærer det for deg å delta?

Hvis du velger å delta i prosjektet, innebærer det at du deltar i et semistrukturert intervju. Det vil ta ca. 30 minutter. Intervjuet inneholder spørsmål om dybdelæring og bruk av modeller i naturfag. Jeg tar lydopptak fra intervjuet som senere skal transkriberes. Dette lagres elektronisk på et sikkert sted i henhold til personvernregelverket hvor det blir anonymisert og kryptert.

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 skrevet. Vi behandler opplysningene konfidensielt og i samsvar med personvernregelverket.

- Det vil kun være undertegnede og veileder som har tilgang til datamaterialet og opplysningene som fremkommer der.
- For å sikre at uvedkommende ikke får tilgang til personopplysningene vil jeg benytte Mobilappen Nettskjema-diktafon. Her vil opptaket krypteres og kun være tilgjengelig for meg på nettskjema gjennom Tjenester for Sensitive Data (TSD). Opplysningene vil lagres som et nummer slik at navn ikke fremkommer. Det vil derfor ikke være mulig å gjenkjenne deltakere. Etter en viss tid vil opplysningene være utilgjengelige og slettes.

Hva skjer med personopplysningene dine når forskningsprosjektet avsluttes?

Prosjektet vil etter planen avsluttes når oppgaven levers inn (15. mai 2023) Etter prosjektslutt vil datamaterialet med dine personopplysninger slettes. Dette gjøres automatisk på TSD.

Hva gir oss rett til å behandle personopplysninger om deg?

Vi behandler opplysninger om deg basert på ditt samtykke. Du kan til enhver tid velge å ikke delta i prosjektet. Da vil dine opplysninger bli ekskludert fra oppgaven og slettes.

På oppdrag fra Høgskolen i Innlandet har Personverntjenester vurdert at behandlingen av personopplysninger i dette prosjektet er i samsvar med personvernregelverket.

Dine rettigheter

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

- innsyn i hvilke opplysninger vi behandler om deg, og å få utlevert en kopi av opplysningene
- å få rettet opplysninger om deg som er feil eller misvisende
- å få slettet personopplysninger om deg
- å sende klage til Datatilsynet om behandlingen av dine personopplysninger

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

- Student: Andreas Finsveen Kleppe – E-post: 233274@stud.inn.no, Tlf: 413 66 430.
- Veileder: Lisa Kristina Lunde - E-post: lisa.lunde@inn.no, Tlf: 625 97 932.
- Vårt personvernombud: Usman Asghar - Epost: usman.asghar@inn.no, Tlf: 612 87 483.

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

- NSD - Norsk Senter for Forskningsdata AS, E-post: personverntjenester@sikt.no, Tlf: 53 21 15 00.

Med vennlig hilsen

Andreas Finsveen Kleppe

(Student)

Samtykkeerklæring

Jeg har mottatt og forstått informasjon om prosjektet, 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)

Vedlegg 2: Intervjuguide

Informasjon om forskning, prosjekt og formål

- Litt info før vi starter
- I min studie ønsker jeg å undersøke naturfagslæreres syn på modeller og dybdelæring. Oppgaven har følgende problemstilling: *Hvordan benytter lærere modeller for å utvikle dybdelæring i naturfag?* For å undersøke dette ønsker jeg en samtale om problemområdet.
- Det blir tatt lydopptak av intervjuene. Dataen blir lagret og kryptert på et sikkert sted som bare jeg og veilederen min har tilgang til. Dataene vil også bli slettet når prosjektet er ferdig. Det vil også bli anonymisert slik at det ikke kan spores tilbake til deg. Frem til prosjektslutt har du til enhver tid mulig til å trekke din deltakelse i prosjektet. Da vil ikke noe fra ditt intervju bli brukt. Dette vil ikke skape noen problemer.
- Er det noe du lurer på før vi setter i gang med intervjuet?

Lærers bakgrunn

- Hvilken utdanning og faglig fordypning har du?
- Hvor lenge har du jobbet som lærer? Hvor lenge har du jobbet som naturfagslærer på ungdomsskolen?
- Hvilke fag underviser du i nå, og på hvilket trinn?

DEL 1

Dybdelæring

- I hvilken sammenheng ble du først introdusert for begrepet?
- Dybdelæring er et sentralt begrep i fagfornyelsen. Men det er likevel et begrep som kan framstå litt uklart og nok har ulike betydninger for forskjellige lærere. Hva legger du i begrepet dybdelæring?
- LK20 har denne definisjonen (leser den for informanten): «Vi definerer dybdelæring som det å gradvis utvikle kunnskap og varig forståelse av begreper, metoder og sammenhenger i fag og mellom fagområder. Det innebærer at vi reflekterer over egen læring og bruker det vi har lært på ulike måter i kjente og ukjente situasjoner, alene eller sammen med andre.» (Utdanningsdirektoratet, 2019, s. 1). Hvordan tolker du denne?
- Hva mener du elevene må mestre i naturfag for å vise en dypere forståelse? (Begrepsforståelse, evne til å se sammenhenger, evne til å bruke kunnskapen i andre settinger)

-
- Kan du gi eksempler fra egen praksis hvor du mener naturfagundervisningen har bidratt til dybdelæring hos elevene?
 - o Er praksisen forskjellig ut ifra ulike temaer?
 - Ser du noen utfordringer med fokuset på dybdelæring? GRAVE HER! (Rekker ikke dekke alle fagområder i læreplanen, stiller for stort krav om samarbeid mellom lærere)
 - o Hvordan arbeider du for å inkludere alle dine elever slik at de utvikler en dypere forståelse? / Er alle egnet til dybdelæring?

DEL 2

Modeller

- Hva tenker du en naturfaglig modell er?
- Hva er dine tanker om å bruke modeller i naturfag?
- Hvor ofte bruker du modeller i din undervisning?
 - o Hvilke typer modeller bruker du i din naturfagundervisning?
 - o Bruker du noen typer mer enn andre? Kan du begrunne hvorfor (ikke)?
 - o Hva er din hensikt med å bruke disse modellene?
- Ser du noen utfordringer med bruk av modeller i naturfagundervisning?
- Hva tenker du om at modeller/modellering bidrar til dybdelæring?
 - o Hvis ja, hvorfor? Hvis nei, hvorfor ikke?
- Hva tenker du elevenes læringsutbytte er av modellering?
 - o Har du noen tanker om modellering hos elevene kontra modellbruk fra lærer?

DEL 3

CASE: Du skal undervise om drivhuseffekten i din klasse. Kompetansemålet er slik: «Beskriv drivhuseffekten og gjør rede for faktorer som kan forårsake globale klimaendringer». Jeg har med en modell som utgangspunkt. Hvordan vil du benyttet denne modellen i undervisningen for at elevene skal ha størst mulighet for å utvikle en dypere forståelse for temaet?

- Hva vil du som lærer gjøre? (bruke 1 modell/flere?)
- Hva vil du at elevene skal gjøre? (Lage egne modeller, forklare modellene, skrive kreative tekster til modellene)
 - o Hvilke typer modeller ville du benyttet? Kan du begrunne disse?
 - o Hva ønsker du at elevene skal bli bedre på når du bruker modeller i din undervisning? (Kompetanser og ferdigheter som: begrepsforståelse, systemforståelse, økt refleksjon, evne til å forklare)
- Ser du noen utfordringer med bruk av modeller i undervisning om drivhuseffekten?

