



UiO • Universitetet i Oslo

Bruk av metaforer i naturfagundervisning - en kroppslig situert tilnærming

*Hvordan brukes metaforer av et utvalg lærere i
LISSl-prosjektet i naturfagundervisning på
ungdomstrinnet for å forklare naturfaglige begreper?*

Priscila Kohler

Masteroppgave i naturfagdidaktikk
Institutt for lærerutdanning og skoleforskning
Det utdanningsvitenskapelige fakultet

Våren 2022

Masteroppgave i naturfagdidaktikk vår 2022

*Bruk av metaforer i naturfagundervisning - en kroppslig situert
tilnærming*

Hvordan brukes metaforer av et utvalg lærere i LISSI-prosjektet i naturfagundervisning på ungdomstrinnet for å forklare naturfaglige begreper?

Skrevet av Priscila Kohler

Ved Institutt for lærerutdanning og skoleforskning
Utdanningsvitenskapelige Fakultet

Universitet i Oslo
Våren 2022

© Priscila Kohler

2022

Bruk av metaforer i naturfagundervisning - en kroppslig situert tilnærming

Priscila Kohler

<http://www.duo.uio.no/>

Trykk: Reprosentralen, Universitetet i Oslo

IV

Sammendrag

Denne oppgaven har undersøkt hvordan et utvalg lærere i LISSI-prosjektet bruker metaforer i naturfagundervisning på ungdomstrinnet for å forklare naturfaglige begreper. Bruk av metaforer i naturfagundervisning er ikke kun «kjekt å ha», men et helt vesentlig verktøy fordi metaforer underbygger vår tenkning og forståelse av abstrakte naturfaglige begreper. Til tross for at det finnes tidligere studier som har undersøkt bruk av metaforer blant elever i naturfagundervisning, er det fortsatt behov for mer klasseromforskning rettet mot læreres bruk og anvendelse av metaforer. Denne oppgaven har undersøkt hvilke metaforer som brukes av norske naturfaglærere, hvilke grep gjør disse når de bruker metaforer og hvordan grepene kan påvirke deres undervisning. Studien har en kvalitativ tilnærming og har benyttet videodatamateriale fra LISSI (Linking Instruction in Science and Student Impact)-prosjektet. Undervisning fra seks naturfaglærere på ungdomstrinnet har blitt observert, og analysert med en systematisk metaforanalyse og en multimodal analyse. Analysene muliggjør et innblikk i lærernes vitenskapelige og pedagogiske diskurs. Funnene viser at lærerne uttrykker metaforer gjennom språk og kroppsspråk. Den siste kombineres med ulike modaliteter som gester, tegning på tavle, molekylbyggesett og henvisning til et rollespill. Måten lærerne bruker eller presenterer metaforene på kan påvirke undervisning. Et av grepene som kan støtte læring er når lærerne knytter nye naturfaglige begreper til elevenes tidligere erfaringer som er hovedsaklig kroppslig situerte. Det vil si at disse erfaringene oppstår fra et samspill mellom kroppen vår og den materielle og sosiokulturelle verden. Eksplisitt kobling av disse kroppslig situerte erfaringene med det abstrakte naturfaglige begrepet og ytterligere forklaring av metaforen kan også støtte læring. To andre grep kan både være en støtte eller et hinder for læring. Når metaforen knyttes til en erfaring som er kulturelt betinget, kan metaforen støtte læring når alle elevene deler den samme kulturen, eller den kan være et hinder når ikke alle kjenner seg igjen i den. I kjemifag er det mer vanlig å tilføre menneskelige egenskaper til naturfaglige begreper som atomer og elektroner. Metaforene forankret i menneskelige egenskaper kan være en støtte når de gjøre det lettere å relatere seg til fagstoffet, men de kan være et hinder hvis elevene oppfatter metaforene for bokstavelig. Analysen bidrar til økt forståelse om hvorfor bruken av metaforer er viktig og nødvendig i naturfag.

Forord

For snart fem år siden bestemte jeg meg for å begynne på min dannelsesreise nummer to. «Mitt kall» bestod av å kombinere tre ting som er viktig for meg: å gjøre noe jeg er god på, å føle meg verdsatt og å tro på at arbeidet mitt kan gjøre andres liv bedre. Etter nesten 20 år med å jobbe med spennende temaer i vitenskap som blant annet forskning innen legemiddelutvikling og human DNA-analyser bestemte jeg meg for å bli lærer. Årene i lektorutdanningen har vært meget lærerike og har gitt meg et godt grunnlag for å skrive denne masteroppgaven og for videre arbeidsliv som lærer.

Først og fremst vil jeg gjerne takke min veileder Magdalena Kersting for å være en fremragende veileder. Din kunnskap har vært verdifull og inspirert meg hele veien. Takk for at du, Magdalena, har alltid vært tilgjengelig og hjelpelig, og takk for alle de lærerike diskusjonene, konstruktive tilbakemeldingene og verdifulle innspill.

Jeg vil også takke min forrige sjef Lene Rosendahl for som gjorde det mulig for meg å kombinere jobb og studier, og for har støttet meg i mitt valg. Uten den fleksibiliteten som du gav meg, ville ikke dette ha vært mulig.

Til sist vil jeg takke min kjære familie. Takk til barna mine som har vært meget tålmodige med en mamma som satt mye foran datamaskinen i løpet av helgene og fridager. Og takk til min kjære mann for all støtte, motiverende ord, og for at du har hatt tro og håp i meg.

Oslo, juni 2022.

Priscila Kohler

Innholdsfortegnelse

Sammendrag	V
Forord	VII
Innholdsfortegnelse	IX
1 Innledning	2
1.1 <i>Temavalg og naturfagdidaktisk relevans</i>	2
1.2 <i>Formål og problemsstilling</i>	4
1.3 <i>Oppgavens oppbygning</i>	5
2 Teori og relevant forskning	6
2.1 <i>Språk og kognisjon fra et sosiokulturelt perspektiv</i>	6
2.2 <i>Det naturfaglige språk og lærerens rolle som formidler</i>	7
2.3 <i>Kroppslig situerte erfaringer i naturfagutdanning</i>	9
2.4 <i>Metafor-teori</i>	12
2.4.1 <i>Forskjeller og likheter mellom metaforer, analogier og modeller</i>	15
2.5 <i>Relevant forskning</i>	16
2.5.1 <i>Metaforer til støtte eller til hinder for læring</i>	16
3 Metode	21
3.1 <i>Vitenskapsteoretisk ståsted & min rolle som forsker i denne oppgaven</i>	21
3.2 <i>Forskningsdesign</i>	22
3.2.1 <i>LISSI-prosjektet</i>	22
3.2.2 <i>Kvalitativ metode</i>	23
3.2.3 <i>Videoanalyse som metode & fordeler og ulemper med den</i>	24
3.3 <i>Innsamling og utvalg av data</i>	25
3.3.1 <i>Innsamling av videodata - LISSI-prosjektet</i>	25
3.3.2 <i>Valg av datamateriale og utvalg</i>	26
3.3.3 <i>Forarbeid av datamaterialet</i>	28
3.4 <i>Analyse av data</i>	30
3.4.1 <i>Systematisk metaforanalyse</i>	30
3.4.2 <i>Multimodal analyse på et mikronivå</i>	31
3.5 <i>Forskningskvalitet</i>	34
3.5.1 <i>Studiens validitet – dens troverdighet</i>	34

3.4.2 Studiens reliabilitet – dens pålitelighet og transparens	35
3.5 <i>Etiske betraktninger</i>	36
4 Funnene	38
4.1 <i>Kartlegging av de observerte metaforene</i>	38
4.1.1 Drivhuseffekt og dens metaforer	38
4.1.2 Platetektonikk og dens metaforer	41
4.1.3 Verdensrommet & Big Bang-teori og årstidsvariasjon og deres metaforer	43
4.1.4 Kjemi og dens metaforer	47
5 Diskusjon	53
5.1 <i>Metaforer brukt av naturfaglærere for å forklare naturfaglige begreper</i>	53
5.1.1 Metaforer som uttrykkes gjennom språk	54
5.1.2 Metaforer som uttrykkes gjennom kroppsspråk	56
5.2 <i>Grep som lærere gjør for å tilrettelegge for bruk av metaforer og grepenes påvirkning på naturfagundervisningen</i>	62
5.2.1 Grep som støtter læring	63
5.2.2 Grep som hindrer læring.....	66
5.2.3 Grep som kan både støtte eller hindre læring	67
6 Konklusjon og implikasjoner	71
Litteraturliste	75
Vedlegg 1 – NSD samtykkeskjema	81

1 Innledning

1.1 Temavalg og naturfagdidaktisk relevans

Denne masteroppgaven handler om bruk av metaforer i naturfagundervisning. Jeg ville skrive om dette av to ulike grunner. For det første er jeg en person som er veldig interessert i språk generelt. Jeg er flerspråklig og synes at det er veldig interessant og lærerikt å kunne mer enn ett språk. Særlig på grunn av den kulturelle delen som følger med det. For det andre har jeg også en spesiell tilknytning til det vitenskapelige språket, som er et eget språk uavhengig av vårt morsmål. Her igjen synes jeg at det er spennende at noen begreper er nesten lik i ulike språk, mens andre ikke er det. Dette er tilfelle for både portugisisk, norsk og engelsk og gjelder, for eksempel «condensação, kondensasjon, condensation» og «buraco negro, sort hull, black hole». Videre er det vesentlig å kunne det vitenskapelige språket for å forstå og lære naturfag (Mork & Erlie, 2017). Metaforer spiller en viktig rolle i det vitenskapelige språket fordi elevene må lære og forholde seg til mange abstrakte begrep i naturfag som ofte ikke er direkte observerbare. Da jeg ble presentert for en studie av Kersting og Steier (2018) og Niebert et al. (2012) om bruk av metaforer og analogier i naturfagundervisningen ble jeg veldig nysgjerrige og motivert for å lære mer om dette spennende temaet. Spesielt fordi disse studiene har en vinkling mot kognitive prosesser knyttet til metaforer.

Metaforer hjelper oss å gjøre forbindelser mellom ukjente abstrakte begreper og hverdagsopplevelser. Harrison og Treagust (2006) spør oss om «to whom are analogies most important: science practitioners, teachers or students? [...] are analogies just excellent *communication tools* or can they *generate new knowledge?*» (s.11, min fremheving). Og svaret her er «alle de ovennevnte». Som eksempel kan det nevnes koronapandemien. Forskere, myndighetene, lærere og elever brukte metaforer for å formidle og forklare, blant annet, hvordan koronavirus *angriper* oss og hvordan vaksiner *beskytter* oss.

Siden min oppgave handler om bruk av metaforer på skolen, kommer jeg til å rette fokus på tidligere forskning om bruk av metaforer i naturfagundervisning som omfatter elever, lærere og studenter.

Elevenes og studentenes bruk av metafor i naturfagundervisning har blitt forsket på både i Norge og i mange andre land. I Norge har Holt og Øyehaug (2017) og Kersting og Steier (2018) undersøkt metaforer benyttet av elevene når de har lært om, henholdsvis, kjemiske bindinger og relativitetsteorien. I andre internasjonale studier har forskere, blant annet, sett på elevenes metaforer i temaer som handler om gener, kjemisk likevekt, klimaendring og energi (Lancor, 2014; Niebert & Gropengiesser, 2012; Niebert et al. 2012). Gallagher og Lindgren (2015), Keifert et al. (2021) og Hatin (2020) har studert rollen til metaforer når elevene på barne- og ungdomstrinnet og studenter selv er en del av metaforene de jobbet med. Elevene deltok i en aktivitet hvor de selv var en planet som vandrer i verdensrommet eller vannmolekyler i ulike tilstander, og studentene lærte om nevralkommunikasjon ved å skyte med skumskytere. Metaforer brukt av studenter i molekylærbiologi har også blitt gjenstand for undersøkelse (Fredriksson & Pelger, 2016; Beger & Jäkel, 2015). Studiene viser at bruk av metaforer er svært utbredt med tanke på utdanningsløypen. Metaforene er en viktig del av det naturvitenskapelige språket (Sjøberg, 2009). Videre ved å se på metaforene konstruert av elever og studenter får man et innblikk i deres mentale modeller, forståelse og misoppfatninger (Lancor, 2014).

Det er derfor ingen tvil om at å studere metaforer brukt av elever er viktig for å kunne forbedre undervisning og skape bedre forståelse. Samtidig er det like viktig å studere metaforene brukt av lærere. Metaforene fungerer som en bro mellom elevenes forkunnskap og det nye fagstoffet som presenteres. I motsetning til flere studier som så på metaforer benyttet av elever, finnes det færre forskningsstudier som har undersøkt metaforer brukt av lærere. Moro et al. (2020), Mozzer og Justi (2013) og Treagust et al. (1992) har studert metaforer brukt av kjemi- og naturfaglærere. Resultatene peker på behovet for å forbedre lærernes kunnskap om bruk av metaforer og deres evne til å bruke disse når fagstoff presenteres for elevene.

1.2 Formål og problemstilling

Det ser ut til å være et behov for mer klasseromsforskning om metaforer brukt av lærere. For det første er det få tidligere studier som har undersøkt det. Ved å observere *klasserom på norske ungdomskoler*, vil min studie bidra til å kartlegge metaforer brukt av naturfaglære i Norge. For det andre er det fortsatt et behov for å øke lærernes kunnskap rundt bruken av metaforer i naturfagundervisning. Kersting og Steier (2018) fremhever at «studying the role of metaphors in science education has the goal to improve instructional practices» (s.601). For det tredje er denne oppgaven ikke rettet mot den klassiske metaforteorien som blant annet sier at metaforer angår kun språk og ikke tanke (Lakoff & Jonhson, 2003a). Denne oppgaven har en tilnærming til metaforer fra et kognitivt perspektiv, som innebærer at «metaforer er først og fremst noe som angår tanke og handling, språket angår de bare i andre rekke» (Lakoff & Jonhson, 2003a, s.145). Dette er noe som er nokså nytt innen naturfagdidaktikk. På denne måten vil studien kunne supplere eksisterende forskning og tette et kunnskapshull.

Dette passer også fint med min egen personlige interesse i å studere lærerpraksis. Det er lærerens perspektiv som er mest relevant for min egen profesjonsutvikling. Det er nyttig for meg å vite hvordan jeg kan på den beste mulige måten bruke metaforer for å introdusere nye naturfaglige begreper til elevene mine. Formålet med min studie er derfor å frembringe mer kunnskap om hvordan naturfaglære bruker metaforer. Videre vil jeg avgrense det analytiske blikket ved å kartlegge metaforene brukt av naturfaglærere, å studere nærmere hvilke grep som lærere gjør når de bruker metaforer og hvordan disse grepene påvirker undervisningen. Dermed er den overordnede problemstillingen og tilhørende forskningsspørsmål følgende:

Hvordan brukes metaforer av et utvalg lærere i LISSI-prosjektet i naturfagundervisning på ungdomstrinnet for å forklare naturfaglige begreper?

- *Hvilke metaforer bruker et utvalg lærere i LISSI-prosjektet i naturfagundervisning på ungdomstrinnet for å forklare naturfaglige begreper?*
- *Hvilke grep gjør lærere for å tilrettelegge for bruken av metaforer i naturfagundervisning?*
- *Hvordan kan de ulike grepene påvirke naturfagundervisning?*

1.3 Oppgavens oppbygning

Masteroppgaven består av fem kapitler.

Kapittel 2 består av teori og relevant forskning der sentrale begreper og teoretiske perspektiver brukt som grunnlaget for analysen presenteres og redegjøres for. Her vil deriblant kroppslig situert erfaring og metafor-teori være sentralt.

Kapittel 3 er viet til metode og forskningsdesign. Her redegjør jeg for valg av metode og dens fordeler og ulemper. Deretter gir jeg en beskrivelse og forklaring av utvalg, innsamling, bearbeiding, og analyser av datamaterialet. Kapitlet inneholder refleksjoner om studiens forskningskvalitet (validitet og reliabilitet) og etiske betraktninger.

Kapittel 4 omhandler presentasjon av funnene. Alle metaforene som ble identifisert og analysert i datamaterialet presenteres. Et utvalg av metaforene fremlegges i mer detalj gjennom sitater.

Kapittel 5 består av drøfting av funnene. Resultatene diskuteres i lys av relevant teori og tidligere forskning. Det følger et svar på problemstillingen og forskningsspørsmålene.

Kapittel 6 er det siste kapitlet i oppgaven og består av studiens konklusjon og mulige implikasjoner av funnene for klasseromspraksis og videre forskning.

2 Teori og relevant forskning

I dette kapittelet vil teori som skal anvendes i drøftingen av analyser og tolkninger av funnene presenteres. Språk og kognisjon redegjøres for fra et sosiokulturelt perspektiv med utgangspunkt i Vygotsky sin kognitive utviklingsteori (1978). Deretter vil jeg redegjøre for det naturfaglige språket og lærerens rolle som formidler, og for kroppslig situerte erfaringer og deres relevans i naturfagutdanning. Videre vil jeg presentere metafor-teori som baseres på arbeidet til Lakoff og Johnson (2003a, 2003b). Her vil jeg inkludere begrepsavgrensning for tre viktige begreper i naturfagdidaktikk: modeller, analogier og metaforer. Til sist vil jeg gi en redegjørelse av relevant forskning om hvordan ulike måter å bruke metaforer på kan hindre eller støtte undervisning.

2.1 Språk og kognisjon fra et sosiokulturelt perspektiv

Det sosiokulturelle perspektivet som inngår i én av læringsteoriene brukt i dag (Ottensen, 2009) har sine røtter i arbeid til Vygotsky (1978). Ut fra det sosiokulturelle perspektivet er læring blant annet forstått som en sosial prosess. Når vi samarbeider eller deltar i en læringsprosess er vi avhengige av å bruke språk (Vygotskij, 2001). Språket har sådan to viktige funksjoner. Den ene funksjonen består av hvordan muntlig, skriftlig og tegnspråk benyttes som verktøy i kommunikasjon mellom menneskene (Imsen, 2014). Den andre funksjonen sier noe om hvordan språk også har en ubevisst og mer fundamental rolle i de kognitive prosessene (Imsen, 2014). *Kognisjon* i denne oppgaven handler om hvordan hjernen og kroppen vår mottar, bearbeider og uttrykker informasjon (Ottensen, 2009). Det er gjennom kognisjon at man tenker, lærer og oppfatter omgivelsene (Imsen, 2014; Ottensen, 2009).

Ifølge Vygotsky (1978) vil den sosiale sammenhengen vi befinner oss i påvirke vår tenkemåte. Språket er derfor et redskap som muliggjør utvikling av abstrakte tanker (Fredriksson & Pelger, 2016; Kersting & Steier, 2018). Tankene bygger på assosiasjonsforbindelser mellom ord-og-ord og mellom ord-og-gjenstander og er basis for vår hukommelse (Vygotskij, 2001). Assosiasjonsforbindelser forekommer gjennom en *mediering* hvor man erstatter gjenstander og tegn med tilhørende språklige symboler i tankene våre (Vygotsky, 1978). Dette er viktig med

tanke på læring av naturfaglige begreper som ofte er abstrakte.¹ Videre mener Vygotsky (1978) at assosiasjonsforbindelse er grunnleggende for alle høyere psykologiske prosesser, blant annet å tenke abstrakte tanker.

Fra et didaktisk ståsted er det viktig å huske på at språket påvirker måten vi lærer. Vygotskij (2001) fremhever at «et begrep er noe mer enn summen av visse assosiasjonsforbindelser som dannes i hukommelsen [...] det er en kompleks og ekte tankehandling som ikke kan læres gjennom pugging» (s.137). For barn, for eksempel, er det å tenke det samme som å huske (Vygotsky, 1978). Når et småbarn blir spurt om å fortelle hva en rød bil er, vil barnet mest sannsynlig si at den har dører, hjul, vinduer, ratt osv. Småbarn er kun i stand til å huske konkrete ting når de skal «tenke» på noe (Vygotsky, 1978). Disse konkrete erfaringene er med på å bygge videre på barnas assosiasjonsforbindelser. Barnas tankegang foregår på denne måten fordi små barn ikke klarer å abstrahere, det vil si å trekke ut fellesegenskapene fra ulike eksempler og ignorere ulikhetene (Imse, 2014). Hos ungdommer, som har nådd et høyere psykologiske nivå enn små barn, vil det «å tenke» være annerledes. Ungdommer klarer å finne fram til tidligere assosiasjoner og abstrahere (Vygotsky, 1978). Dette er noe som er meget relevant for læring og forståelse av faglige abstrakte begreper i naturfag, og som muliggjøres blant annet gjennom å bruke metaforer. Språket er derfor sentralt når elever skaper mening i naturfag (Mork & Erlien, 2017).

2.2 Det naturfaglige språk og lærerens rolle som formidler

Naturfagdidaktisk forskning har vist at naturfag er vanskelig for mange elever fordi man må lære naturvitenskapenes språk (Wellington & Osborne, 2001). Mange naturfaglige begreper oppfattes som abstrakte og løsrevet fra virkeligheten (Vygotskij, 2001). Wellington og Osborne (2001) fremhever at naturfagene har flere fagspesifikke ord enn andre skolefag. I lærebøker finner elevene mange ord som de ikke har hørt om før. Elevene må, for eksempel, forholde seg til atomer og gammastråling, og på naturfagrommet er det navn på utstyr, reagenser og ulike apparater som gjelder (Mork & Erlien, 2017).

¹ På like linje er metaforer også et prinsipp for tenkning, og er avgjørende for forståelse og læring av abstrakte naturfaglige begreper (Niebert et al., 2012). Mer om dette presenterer jeg senere i delkapitlet [2.4 Metafor-teori](#)

Ifølge Knain (2011) vil det naturfaglige språket ofte pakke en naturfaglig prosess sammen til ett substantiv. Fjerne galakser som beveger seg bort fra hverandre, pakkes sammen til uttrykket «ekspansjon» (Knain, 2011). Fagspesifikke ord i naturfag har derfor forskjellige funksjoner. Ordene kan brukes til å navnsatte en virkelige objekt (f.eks. gassbrenner), til å betegne en naturfaglig prosess (f.eks. fusjon) og til å formilde ideer, prinsipper og forestillinger (Wellington & Osborne, 2001). De naturfaglige prosesser representerer ofte et høyt abstraksjonsnivå. Som lærer er det fint å være bevisst på at elevene kan bli forvirret når det benyttes hverdagslige ord i en naturfaglig kontekst (Mork & Erlien, 2017). Ordene som, for eksempel, energi, refleksjon, teori, masse, bølge og lys, får en ny og presis naturfaglig betydning i undervisning (Wellington & Osborne, 2001). Lemke (1990) og Sjøberg (2009) argumenter for at på tross av viktigheten av å bruke begreper og høy presisjon i det naturfaglige språket, er dette ikke nødvendig hele tiden. Lærerne kan formulere seg med både hverdags- og naturfagsspråk og prøve å signalisere tydelig hvilket de bruker (Lemke, 1990; Sjøberg, 2009).

Arbeidet med vitenskapelige begreper krever derfor et systematisk samarbeid mellom elever og lærere (Vygotskij, 2001). Fagstoffet bør presenteres på en logisk og meningsfull måte, hvor strukturer og sammenhenger kommer frem (Haug & Ødegaard, 2014; Ringnes & Hannisdal, 2014). I litteraturen finnes det, for eksempel, bruk av «Link-making strategies» der ulike ideer og konsepter rundt et naturfaglig begrep presenteres for elevene i et tankekart (Haug & Ødegaard, 2014). Scott et al. (siterte i Haug & Ødegaard, 2014) fremhever at «Link-making strategies» kan støtte seg på tre elementer som krever en aktiv deltakelse fra læreren:

- (i) forklaring av hverdagslige ord og begreper som skrives på samme måte, men har ulike betydninger;
- (ii) forankring av det nye begrepet som læres i tidligere kunnskap om mulig;
- (iii) by på emosjonell støtte, som for eksempel, ta i betraktning elevens synspunkt i diskusjonene og inkludere eget positivt engasjement rundt det som læres bort.

Som fagformidlere kan lærere også benytte seg av humor og ikke minst metaforer og analogier som er påvirket av kulturen og miljøet vi lever i (Lemke, 1990; Sjøberg, 2009). Riemeier og Gropengießer (2007) viser i sin studie at elevene som lærer om celledeling i biologi, kan ha andre oppfatninger av begrepet deling på grunn av deres andre erfaringer. Noen av elevene

forstår begrepet «deling» som i matematikk, hvor noe stort blir mindre når den deles. Læreren i studien klarte å fremme en konseptuell forståelse når elevene ble bedt om å sammenligne deling av en sjokoladeplate med celledeling i en løkrot (Riemeier & Gropengießer, 2007). Denne måten å utvide forståelsen av abstrakte vitenskapelige begreper på har sitt utgangspunkt i bruk av metaforer som er *kroppslig situerte* (Niebert et al., 2012). Det betyr at man tar utgangspunkt i en kroppslig opplevelse som man har erfart tidligere når man forklarer et abstrakt naturfaglig begrep. Dette diskuterer jeg mer i detalj i delkapittelet 2.3 Kroppslig situerte erfaringer i naturfagutdanning.

For å oppsummere kan det sies at forståelsen av mange abstrakte naturfaglige begreper bygges på tidligere erfaring og assosiasjoner med andre begreper (Mørk & Erlie, 2017). Læreren har derfor en meget viktig rolle når det gjelder å fremme begrepsforståelse. I denne konteksten vil læring og formidling av de naturfaglige begrepene overlape både med kognisjon, det sosiokulturelle perspektivet og med bruk av metaforer i undervisning.

2.3 Kroppslig situerte erfaringer i naturfagutdanning

Ifølge Kersting et al. (2021) har kroppen vår en viktig rolle i naturfagundervisning. Man lærer om kroppen i naturfag og biologiundervisning. Man kan bruke den til å skape og å forestille seg naturfaglige fenomener (Gallagher & Lindgren, 2015; Holt & Øyehaug, 2017; Keifert et al., 2021). Kroppen brukes til å manipulere utstyr og reagenser (Kastens et al., 2008; Niebert & Gropengiesser, 2015). Man bruker også kroppen gjennom gester når man snakker om naturfag. Crowder (1996) argumenterer for at gester kombinert med muntlig språk er et viktig verktøy for meningsskaping. Noen av disse perspektivene knytter seg til ideen som føres tilbake til Dewey (sitert i Amin et al., 2015) som fremhever at vi først og fremst lærer gjennom å løse praktiske oppgaver. Å benytte kroppen i interaksjon med omgivelsene og med andre mennesker kalles i faglitteraturen for «embodiment or embodied action» (Shapiro & Stolz, 2019, s.20). Kersting et al. (2021) skriver at «we understand “embodiment” as being concerned with the experiences that arise from having living bodies in our interactions with the material and sociocultural world.» (s.2). Inspirerte av doktorgradsavhandlingen fra Morten Bjørnebye (2021) som bruker *kroppslig situert kognisjon* som norsk oversettelse av «embodied cognition», velger jeg i denne oppgaven å oversette begrepet «embodiment» til norsk som *kroppslig situert erfaring*.

Kun i de siste 20 årene har naturfagdidaktisk forskning begynt å se på rollen av «embodied cognition» innenfor naturfagutdanning (Amin et al., 2015). *Kroppslig situert kognisjon* handler om måten hjernen og kroppen vår mottar, bearbeider og uttrykker informasjon basert på kroppslig situerte erfaringer (Amin et al., 2015; Bjørnebye, 2021; Kersting et al., 2021). Vi tenker med kroppen og ikke bare i den (Kersting et al., 2021). Gallagher og Lindgren (2015) påpeker at «cognition, as embodied and enactive, is not exclusively the result of neural processes in the head. It is something accomplished in a dynamic set of interactions between brain and body, and between body and environment» (s.394). Kersting et al. (2021) presenterer fire ulike perspektiver av kroppslig situerte erfaringer som er med på å bidra til læringsprosesser i naturfag. Perspektivene styrker argumenter for at kroppslig situerte erfaringer har et stort potensial i naturfagundervisning og i utdanningsforskning innen naturvitenskap. To av perspektivene er svært relevant for denne oppgaven og presenteres som et bindeledd til metafor-teori. Jeg omtaler perspektivene først i sin originale engelsk form og så foreslår jeg oversettelser til norsk.

Det ene perspektivet heter «the physical sense of embodiment» og sier noe om hvordan kroppen vår legger grunnlag for kognitive prosesser, det vil si vår evne til å tenke og resonnere (Kersting et al., 2021). Jeg velger å oversette det som *den fysiske sansen*. Den fysiske sansen spiller en grunnleggende rolle i begrepslæring, ikke bare fordi den alltid vil påvirke de kognitive funksjonene våre, men også fordi den kan knyttes til den klassiske metafor-teorien innenfor kognitiv lingvistikk (Lakoff & Johnson, 2003a). Den fysiske sansen muliggjør overføring av slutninger fra en hverdagslig og kroppslig situert erfaring til naturfaglig abstrakte begreper (Kersting et al., 2021). Som i eksempelet med en sjokoladeplate og celledeling, der læreren benytter en metafor som tar utgangspunkt i en kroppslig situert erfaring som elevene har kjennskap til (Kersting et al., 2021; Niebert et al. 2012).

Fra et kroppslig situert ståsted, kan den fysiske sansen også knyttes til kroppslige aktiviteter som ofte brukes i naturfagundervisning for å fremme læring (Brunn & Christiansen, 2016). For eksempel, kan det nevnes at manipulering av modeller og egen kropp er kroppslige aktiviteter i naturfag. Formålet med molekylbyggesett i kjemifaget er å hjelpe elevene til å forstå grunnleggende aspekter ved et abstrakt fenomen, som for eksempel, kjemisk binding (Coll, 2006). Det er kun mulig å skape mening i slike tilfeller når man benytter språk for å knytte ideen

av et atom til å tilsvare en farget kule i byggesettet. I fysikkfaget kan elevene trekke slutninger fra en kroppslig aktivitet og overføre disse til fysikk konsepter (Brunn & Christiansen, 2016). Elevene kan, for eksempel, trekke en annen elev med et tau, og begge vil da føle stramning i tauet og spenning i kroppen. Igjen er det gjennom språk at læreren kan knytte elevenes kroppslige erfaring med kraft til Newtons andre lov (Brunn & Christiansen, 2016).

Det andre perspektivet har Kersting et al. (2021) definert som «the ecological sense of embodiment» og det handler om samspillet mellom kroppen og miljøet. Jeg velger å kalle det for *den økologiske sansen*. Dette perspektivet er alltid bundet til konteksten i en nåværende situasjon. Den økologiske sansen innebærer både materielle og sosiokulturelle aspekter, der de som deltar i aktiviteter interagerer med omgivelsene for blant annet å løse en oppgave (Kersting et al., 2021). I kjemi- og i fysikkfaget kan elevene, for eksempel, delta i rollespill der de selv representerer molekyler eller en asteroide (Gallagher & Lindgren, 2015; Keifert et al., 2021). Når man interagerer med omgivelsene, blir fysiske gjenstander, ulike egenskaper ved miljøet og andre representasjoner (tekster, bilder, osv.) rekruttert og brukt i kognitive prosesser. Ved å benytte, for eksempel, fingrene for å telle og hendene for å gestikulere reduseres mengden av kognitiv belastning («cognitive load») for å prosessere informasjon (Kersting et al., 2021; Risko & Gilbert, 2016; Wilson, 2002). Risko og Gilbert (2016) definerer «cognitive offloading» som «the use of physical action to alter the information processing requirements of a task so as to reduce cognitive demand» (s.677).

Kersting et al. (2021) fremhever at den fysiske og økologiske sansen har to ulike og komplementære roller når det gjelder å forstå rollen som metaforer spiller i læring av naturfag. Mens den fysiske sansen setter søkelys på lingvistisk mediering, har den økologiske sansen fokus på materiell (eller kroppslig) mediering.

2.4 Metaforsteori

Metaforsteori er et eget fagfelt som tilhører (kognitiv) lingvistikk og har relevans for mange fagfelt, deriblant naturfagenes didaktikk (Amin et al., 2015; Coll, 2006). I dette delkapittelet vil jeg diskutere hva metaforsteori er og hvordan metaforer (og andre relaterte begreper) defineres i oppgaven. I likhet med Vygotsky, argumenterer Lakoff og Johnson (2003a) for at språk er en kilde til hvordan man tilegner seg informasjon og er med på å omforme vårt begrepssystem. Men her legger Lakoff og Johnson (2003a) til at vårt begrepssystem er av metaforisk art og at metaforer rett og slett er grunnleggende for våre tanker og handlinger.

Metaforer er dermed både et lingvistisk fenomen og et prinsipp for tenkning (Niebert et al., 2012). En enkel *definisjon av metaforer* er gitt av Lakoff og Johnson (2003a): «**Metaforens essens er å forstå og erfare én ting ut fra en annen**» (s. 9). Man sier, for eksempel, at «immunforsvar er *krig*». Denne metaforen hjelper oss videre å forstå at spesielle «celler i kroppen *beskytter* oss mot virus eller *angriper* infiserte celler». Schmitt (2005) har også en mer presis definisjon på hva som utgjør et metaforisk ord eller uttrykk. Det er hans definisjon som jeg benytter i oppgaven for å kartlegge metaforer brukt av lærere. Den lyder som følger:

Et ord eller uttrykk er en metafor hvis

- a. det kan strengt tatt forstås utover den bokstavelige betydningen i den gitte konteksten;
- b. den bokstavelige betydningen stammer fra et område hvor man har sensoriske eller kulturelle erfaringer (**kildedomene**),
- c. som imidlertid overføres til et annet, ofte abstrakt, område (**måldomene**). (Schmitt, 2005, s.371, min oversettelse)

I eksempelet «immunforsvar er krig», blir begrepet «immunforsvar» forstått utover dets bokstavelige betydning. Den danner dermed en forbindelse mellom to domener – i dette tilfellet det konkrete domene av krig til det abstrakte (usynlige) domene av biologiske prosesser. Videre blir vår kunnskap om «krig» (som her vil innebære konsepter av beskyttelse og angrep) overført til abstrakte prosesser som foregår på et molekylært nivå, nemlig til hvordan immunsystemet «beskytter» kroppen mot infeksjoner. Denne overføringen handler om hvordan vi skaper mening utfra våre erfaringer. Erfaringene stammer fra vår kropp, gjennom våre sanseapparat og følelser (Lakoff & Johnson, 2003a). De stammer også fra vår interaksjon med det fysiske miljøet vi lever

i og fra vår interaksjon med andre mennesker i vår kultur (Lakoff & Jonhson, 2003a). Disse erfaringene er med andre ord, kroppslig situerte, og det er slike erfaringer som danner grunnlag for abstrakt forståelse.

Forståelse og tilegnelse av abstrakte naturfaglige begreper er ikke mulig å oppnå uten å benytte metaforer (Amin et al., 2015; Lancor, 2014; Kersting & Steier, 2018; Kersting et al., 2021; Niebert et al., 2012). Ved å introdusere uttrykket «conceptual metaphor» har Lakoff og Jonhson (2003b) utviklet en teori om hvordan forståelse og tilegnelse av abstrakt begreper foregår gjennom en kognitiv prosess som bygger på metaforiske overføringer fra den materielle og sosiokulturelle verden. I tråd med den norske oversettelsen av Lakoff og Johnson sin bok «Hverdagslivets metaforer» (2003a), velger jeg å bruke *begrepsmetafor* som norsk oversettelse av «conceptual metaphor» i denne oppgaven.

Begrepsmetaforer har grunnlag i sammenhenger med våre erfaringer (Lakoff & Jonhson, 2003a). Begrepsmetaforer gjør det mulig for oss å trekke slutninger, blant annet, i det sensomotoriske konkrete domenet (f.eks. orientering i rommet – opp/ned, temperatur – varm/kald) for å resonnerer og trekke slutninger om andre abstrakte domener (f.eks. følelser – å være glad/trist) (Lakoff & Jonhson, 2003a). Dette er grunnlag for, for eksempel, hvorfor man gir «thumbs up» når alt er bra, eller gestikulerer at «mer er opp». Når man gestikulerer at «mer er opp» er det fordi denne begrepsmetaforen er forankret i to typer erfaringer: det å få mer av et stoff og samtidig se at nivået av stoffet stiger (Lakoff & Jonhson, 2003a).

Gjennom våre kroppslig situerte erfaringer, danner vi *forestillingsskjemaer* (en slags mental modell) forankret i et *kildedomene* (Holt & Øyehaug, 2017; Lakoff & Jonhson, 2003b). Deretter benytter vi *forestillingsskjemaenes* strukturer for å resonnerer rundt et *måldomene* som ofte er abstrakt (Lakoff & Jonhson, 2003b). Ifølge Lakoff og Jonhson (2003b) kalles den systematiske korrespondansen mellom et kildedomene og et måldomene i en begrepsmetafor for *metaforisk korrespondanse* og denne er ikke vilkårlig. Det er gjennom en begrepsmetafor at vi klarer å forstå at «immunforsvar er krig». Figur 2.1 viser et eksempel av metaforisk korrespondanse mellom kildedomenet krig og måldomenet biologiske prosesser. I oppgaven kommer jeg også til

å benytte begrepene «target» og «source» på engelsk for henholdsvis mål- og kildedomene, siden det er disse begrepene som man oftest finner i litteraturen.



Figur 2.1: Metaforiske korrespondanse mellom source og target domener.

«Metaphors function as a way to give presence to objects of imagination» (Kersting og Steier, 2018, s.601). Ifølge Lakoff og Jonhson (2003b) aktiveres både den visuelle og motoriske delen i hjernen samtidig, når man forestiller seg at man gjør noe. Det vil si at bare ved å tenke at man drikker et glass vann, så aktiveres de samme hjerneområdene som vanligvis blir aktiverte når man faktisk drikker et glass vann. Studier av nevrobiologisk prosessering og undersøkelser med funksjonell magnetresonansavbildning (fMRI) bekrefter at relevante områder i hjernen direkte aktiveres ved bare å forestille seg en handling (Niebert et al., 2012). Med tanke på naturfagundervisning er dette viktig og nyttig fordi metaforene gjør det mulig for oss å forstå abstrakte begreper med utgangspunkt i våre sensoriske opplevelser av verden gjennom kroppslig situert kognisjon (Kersting et al.,2021; Shapiro & Stolz, 2019). Denne observasjonen kan knyttes til den økologiske sansen. Som tidligere beskrevet, er den økologiske sansen et perspektiv av kroppslig situert erfaring som tar for seg en interaksjon mellom individene og omgivelsene, og kan omfatte, blant annet, aktiviteter som rollespill i naturfag. På samme måte benytter Gallagher og Lindgren (2015) begrepet «enactive metaphors» som kan forstås som en forlengelse av det kognitive lingvistiske konseptet av begrepsmetafor i tråd med den økologiske sansen. Det handler om en annen måte å forholde seg til metaforer gjennom, blant annet, en form for skuespill. «It involves a kind of play-acting or pretense [...]. To enact a metaphor means to act it out. As in acting, this is an embodied process» (Gallagher & Lindgren, 2015, s.392). I denne oppgaven velger jeg å bruke *enactive metaforer* som en oversettelse av «enactive metaphors».

2.4.1 Forskjeller og likheter mellom metaforer, analogier og modeller

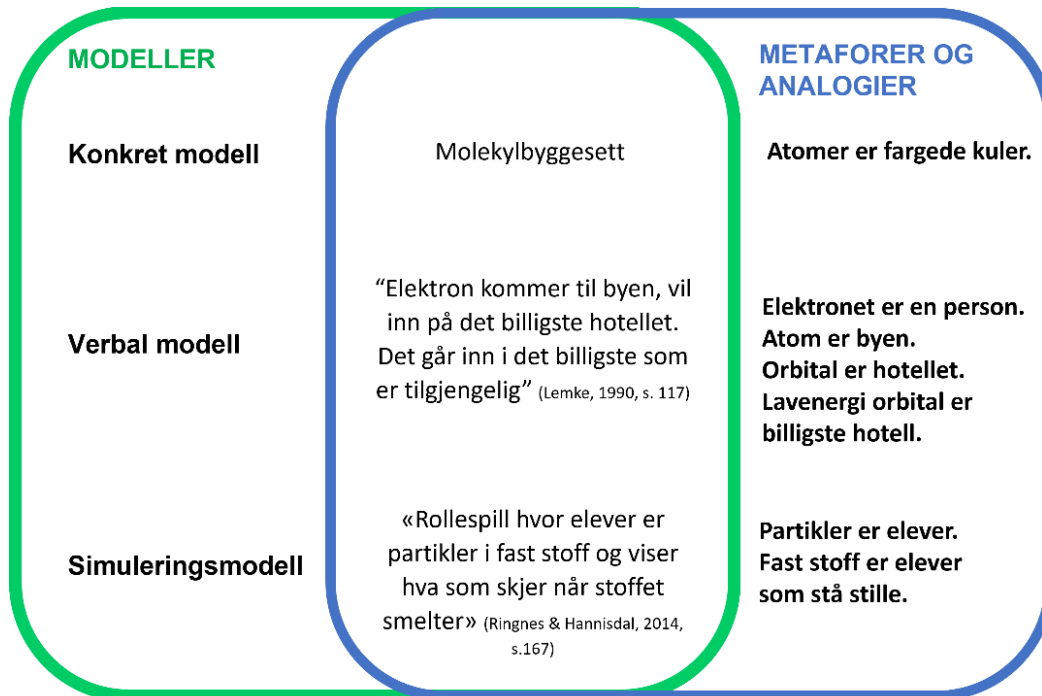
Metaforer, modeller og analogier er vesentlige i vitenskap og har en fundamental didaktisk funksjon fordi man kan bruke noe som er enkelt og kjent for å forklare noe ukjent og av og til abstrakt (Coll, 2006; Ringnes & Hannisdal, 2014; Sjøberg, 2009). Samtidig benytter man i naturfagundervisning disse begrepene litt overlappende (figur 2.2) (Lancor, 2014). Jeg vil derfor i dette delkapittelet gi en redegjørelse for hvordan metaforer, modeller og analogier skal forstås og tolkes med tanke på målsetningen med denne oppgaven.

Metaforer, som tidligere nevnt, handler om å overføre betydningen av et uttrykk, ord eller idé, fra et kjent til et ukjent domene (Lakoff & Johnson, 2003a; Taylor & Dewsbury, 2018). I en metafor sier man at «A er B», som for eksempel, «immunforsvar er krig» (Aubusson et al. 2006).

Ordet analogi stammer fra gresk og sier noe om en overensstemmelse (Ringnes & Hannisdal, 2014). Lancor (2014) definerer analogier som eksplisitte sammenligninger av to ideer. Analogi er når «A er som B», som for eksempel, «atomet er som et solsystem» (Aubusson et al. 2006). Ut fra definisjonene kan man anta at alle analogier er metaforer, men ikke alle metaforer er analogier. Jeg ønsker å presisere at i likhet med Lakoff og Johnson (2003a) og naturfagdidaktikere som Kersting og Steier (2018) og Niebert et al. (2012), kommer jeg til å behandle analogier og metaforer på samme måte, uten å gjør et analytisk skille mellom dem. I denne oppgaven forholder meg til eksplisitte metaforer (når det fremkommer i utsagn at «A er/er som B») og til implisitte metaforer (når det ikke fremkommer en tydelig kobling mellom «A og B» i utsagn). Mer om dette presenterer jeg i 3.4.1 Systematisk metaforanalyse.

Videre bruker man i naturfagundervisning modeller for å representere eller simulere prosesser, systemer, objekter eller begreper (Coll, 2006; Ringnes & Hannisdal, 2014). Ringnes og Hannisdal (2014) viser til, blant annet, konkrete modeller (molekylbyggesett), illustrasjonsmodeller (tegning, diagram og grafer), **verbale modeller (analogier og metaforer)** og simuleringsmodeller (simuleringsmodell på PC eller et rollespill med elever).

Som underbyggelse av min senere argumentasjon vil jeg gå frem på samme måte som Kersting og Steier (2018) som sier at: «analogier og metaforer behandles som en bestemt form for modell i naturfagundervisning [og i denne oppgaven]» (s.599, min oversettelse).



Figur 2.2: Overlapp mellom modeller, metaforer og analogier i naturfagundervisning

2.5 Relevant forskning

I dette delkapitlet vil det presenteres en oversikt av tidligere forskning som er relevant for bruk av metaforer i oppgaven og dermed i naturfagundervisning. Innholdet i delkapitlet benyttes som bakgrunn for diskusjonen av funnene sammen med de teoretiske perspektiver presentert ovenfor.

2.5.1 Metaforer til støtte eller til hinder for læring

Ved min gjennomgang av litteratur der jeg brukt ulike kombinasjoner av søkeord (både på norsk og på engelsk) som for eksempel, metaforer, analogi, naturfag, kroppslig situert erfaring og kognisjon, dukket det opp to relevante observasjoner knyttet til min masteroppgave. Metaforene kan støtte eller hindre læring i naturfag, avhengig av hvordan lærerne presenterer disse for elevene.

Effektiv og fruktbar bruk av metaforer er en del av lærerens pedagogical content knowledge (PCK) (Bulgren et al., 2000; Lancor, 2014; Mozzer & Justi, 2013). I denne konteksten vil PCK handle om en kombinasjon av læreres faglige og pedagogiske kunnskap benyttet for å presentere en metafor for elevene. For det første kan metaforene tolkes altfor bokstavelig (Holt & Øyehaug, 2017). Dette anses som en utfordring og Holt og Øyehaug (2017) påpeker at det er viktig å avgrense og gjøre metaforenes mening mer presis. Kersting og Steier (2018) og Taylor og Dewsbury (2018) viser eksemplene fra biologi hvor genomet presenteres som en «livets bok» og gener som «blueprints». I begge tilfellene er gener sett som en autonom enhet som ikke tar i betraktning den komplekse cellulære konteksten. Måten å unngå denne fellen på er å fremheve et aspekt av begrepet som er relevant og å skjule de aspektene man ønsker å ignorere fordi de ikke stemmer overens med metaforen (Lakoff & Johnson, 2003b). Når man eksplisitt fremhever et aspekt ved metaforen, vil man også gå bort fra det rent deskriptive nivået og gjøre en mer eksplisitt sammenligning mellom kilde- og måldomene.

Det andre punktet gjelder styrker og svakheter ved en begrepsmetafor som forankres i individets kultur (Schmitt, 2005). Det vil si at hva som forstås av det som fremheves eller skjules ved en begrepsmetafor vil være avhengig av det kulturelle miljøet man lever i og/eller kommer fra (Harrison & Treagust, 2006). Lancor (2014) argumenterer for at i et klasserom vil også lærerens og elevenes ulike erfaringer spille en rolle i hvor godt en begrepsmetafor blir forstått. Dette fordi selv om metaforen er nøyaktig, kan den likevel bli feiltolket hvis den som mottar metaforen tolker den på en annen måte enn det som egentlig var hensikten (Fredriksson & Pelger, 2016). Niebert et al. (2012) viser i sin studie at elevene lærer abstrakte begrep bedre når metaforene tar utgangspunkt i kroppslig situerte erfaringer de selv har opplevd. Det vil si at lærere må ta hensyn til elevenes erfaringer istedenfor å ta utgangspunkt i egen erfaring. Dette kan være utfordrende fordi det finnes stor variasjon i elevenes hverdagslige erfaringer.

Det tredje punktet handler om bruk av antropomorfismer, det vil si når man gir menneskelige egenskaper til ikke-levende objekter. Dette er noe som forekommer veldig ofte i forbindelse med undervisning av kjemifaget (Holt & Øyehaug, 2017). Atomer og partikler har intensjoner og iboende egenskaper. De føler, ønsker, trenger, grabber, osv., og da er det nødvendig at man som

lærer tydeliggjør at man bruker slike termer for å kommunisere ideene om abstrakte begreper. Taber og Watts (1996) og Kersting et al. (2021) påpeker at antropomorfismer kan støtte læring der elevene bruker det selv på en metaforisk måte for å modellere abstrakte konsepter og gjøre disse velkjent.

Det fjerde punktet som er relevant, dreier seg om det som Harrison og Treagust (2006) har klassifisert som «analogityper». Den ene typen er en enkel analogi hvor man bare sier at A er lik B, uten å gi noe mer informasjon. Der er det opp til mottageren å tolke det og det forblir på et deskriptivt nivå, uten å gi noen ytterligere forklaring (Harrison & Treagust, 2006). En enkel analogi kan være problematisk fordi man ikke kan være sikker på at eleven (mottageren) har tolket det på samme måte som læreren (avsender). Den andre typen kalles for en beriket analogi hvor man sier at A er lik B *fordi* eller *på grunn av* (Harrison & Treagust, 2006). Her vil man informere om hvilke betingelser som gjelder for analogien/metaforen. Man går bort fra det rent deskriptive nivået og den berikede analogien blir mer forklarende. Det er veldig vanlig å gjøre dette når man skal forklare ulike naturfaglige prosesser. Harrison og Treagust (2006) fremhever at man kan redusere alternative forestillinger når man forklarer betingelsene for analogien man benytter. Ifølge min forståelse er det rimelig å anta at denne typologi også kan gjelde for metaforer, siden jeg behandler metaforer og analogier på lik linje i denne oppgaven.

Helt til sist ønsker jeg å oppsummere i tabell 2.1 de viktigste begrepene som ble presentert i dette teorikapittelet og deres definisjon. Begrepene blir videre benyttet i de andre kapitlene i denne oppgaven.

Tabell 2.1: Begrepsdefinisjoner oppsummert.

Begrep	Definisjon
<i>Kognisjon</i>	Kognisjon handler om hvordan hjernen og kroppen vår mottar, bearbeider og uttrykker informasjon (Ottensen, 2009).
<i>Mediering</i>	Mediering finner sted når en gjenstand eller et tegn erstattes med språklige symboler i tankene (Vygotsky, 1978).
<i>Kroppslig situerte erfaringer</i>	Kroppslig situerte erfaringer er opplevelser som oppstår fra kroppen vår i samspill med den materielle og sosiokulturelle verden (Kersting et al., 2021).
<i>Kroppslig situert kognisjon</i>	Måten på hvordan hjernen vår mottar, bearbeider og uttrykker informasjon fra kroppslig situerte erfaringer danner grunnlag for kognisjon (Amin et al., 2015; Bjørnebye, 2021; Kersting et al., 2021).
<i>Den fysiske sansen</i>	Den fysiske sansen beskriver hvordan kroppen og dens fysiske egenskaper påvirker kognitive prosesser. Den fysiske sansen forklarer blant annet hvorfor begrepsmetaforer spiller en viktig rolle i tenkning, resonnering og læring (Kersting et al., 2021).
<i>Den økologiske sansen</i>	Den økologiske sansen beskriver hvordan kroppen i samspill med det materielle og sosiokulturelle miljøet fører til kognitive prosesser. Den økologiske sansen forklarer blant annet hvorfor (metaforisk) skuespill kan føre til dypere forståelse av begreper (Kersting et al., 2021).
<i>Metafor</i>	Metaforens essens er å forstå og erfare én ting ut fra en annen (Lakoff & Johnson, 2003a).
<i>Begrepsmetafor</i>	Begrepsmetaforen knytter seg til en teori om hvordan forståelse og tilegnelse av abstrakte begreper foregår gjennom kognitive prosesser som bygger på metaforiske overføringer fra den materielle og sosiokulturelle verden. Overføringer skjer på grunnlag av metaforisk korrespondanse (Lakoff & Johnson, 2003a).
<i>Metaforisk korrespondanse</i>	Det er systematiker korrespondanser i en begrepsmetafor mellom kilde- og måldomene som muliggjør forestilling av abstrakt begreper. I denne oppgaven blir den metaforiske korrespondansen i begrepsmetaforen oppsummert etter mønsteret «Target is source»

	(Lakoff & Johnson, 2003b).
<i>Forestillingsskjema</i>	Mental modell som oppstår som abstraksjon fra samspillet mellom sansene og omgivelsene (Holt & Øyehaug, 2017).
<i>Kildedomene</i> <i>(source domain på engelsk)</i>	Forestillingsskjema som oppstår fra en kroppslig situerte erfaring.
<i>Måldomene</i> <i>(target domain på engelsk)</i>	Abstrakt domen som beskriver et naturfaglig begrep eller fenomen.
<i>Enactive metafor</i>	En aktiv måte å engasjere med metaforer på som ofte innebærer en form for skuespill (Gallagher & Lindgren, 2015).

3 Metode

I dette kapittel redegjør jeg for fremgangsmåten som jeg benyttet for å belyse min problemstilling. Jeg tar utgangspunkt i det vitenskapsteoretiske ståstedet for min studie før jeg gir en beskrivelse av forskningsdesign og metode. Deretter redegjør jeg for datainnsamling, utvalg og forarbeiding av datamaterialet. Videre presenterer jeg dataanalysene og forklarer hvordan de ble anvendt. Til slutt diskuterer jeg studiens validitet og reliabilitet samt de etiske aspektene ved den.

3.1 Vitenskapsteoretisk ståsted & min rolle som forsker i denne oppgaven

Hermeneutikk er et passende vitenskapsteoretisk ståsted for denne kvalitative studien siden formålet med den handler om å undersøke hvordan lærerne bruker metaforer i naturfagundervisning på ungdomstrinnet. Hermeneutikk omhandler både teori og praksis (Paterson & Higgs, 2005). Det innebærer å forstå og fortolke tekst, muntlige og visuelle kilder og andre uttrykk forankret i en kulturell sammenheng (Anker, 2020). Utfra skolekonteksten som denne studien tar utgangspunkt i, kan dens vitenskapsteoretiske ståsted også forankres i praktisk erkjennelsesinteresse som handler om en fortolkning av det som blir sagt ut fra den sosiale sammenhengen vi befinner oss i (f.eks. skolen og andre arenaer) (Habermas sitert i Hjordemaal, 2011).

En hermeneutisk tilnærming tar høyde for at fortolkeren går inn i teksten og data generelt med visse forutsetninger (Hjordemaal, 2011). I min studie vil den personen jeg er, min faglige relevante innsikt og fordommer legge premisser for meg. Jeg vil da bevege meg fram og tilbake i videofilene og vende tilbake til mine egne referanserammer i naturfag (Hjordemaal, 2011). I likhet med hermeneutikken er metaforanalysen også avhengig av personlige faktorer. Min kunnskap i fagfeltet, kulturelle erfaringer og kunnskap i kulturelle metaforiske kjennetegn er med på å utforme mitt arbeid (Schmitt 2005). Jeg er utlending og flyttet til Norge i voksen alder, og dette gjør at jeg legger ekstra merke til ting som er «typisk norsk». For eksempel når jeg

observerer at en lærer bruker en metafor om saft og boller, velger jeg også å diskutere observasjonene utfra den kulturelle siden.

Paterson og Higgs (2005) refererer til tre antagelser for hermeneutikk som strategi for kunnskapsskaping og forståelse. Den første handler om felles språklig forståelse som er helt sentralt når man bruker metaforer for å kommunisere (Paterson & Higgs, 2005; Schmitt, 2005). Den andre er at mening skapes når man tolker det som sies. Dette er en nødvendig forutsetning i dialogen, både mellom lærere og elever eller mellom det som blir sagt av lærere og tolket av meg som forsker (Paterson & Higgs, 2005). Den tredje antagelsen handler om den hermeneutiske sirkel som er helt sentralt i hermeneutisk metode (Befring, 2015; Hjordemaal, 2011; Paterson & Higgs, 2005). I den hermeneutiske sirkelen «forstår vi delene i en tekst ut fra teksten som helhet, men også helheten blir forståelig for oss på bakgrunn av vår forståelse av enkeltdelene» (Hjordemaal, 2011, s.191). I min studie legger jeg opp til en vekselvirkning mellom det som blir sagt og konteksten som utsagnet befinner seg i. Tolkingsarbeid foregår når læreren bruker en eksplisitt metafor og sier at «A er som B». Dette gjelder også når lærere bruker en implisitt metafor uten å gjøre en tydelig kobling mellom «A og B». I disse tilfellene må jeg støtte meg til helheten og mine referanserammer for å forstå og tolke utsagn som befinner seg i det uuttalte. Jeg navigerer kontinuerlig frem og tilbake mellom min problemsstilling, teori og det som blir sagt av lærere, ved å jobbe med på metodisk og subjektiv måte. I min studie kan jeg si at metaforanalysen går hånd i hånd med den hermeneutiske metoden.

3.2 Forskningsdesign

I det følgende vil jeg redegjøre for studiens forskningsdesign og forklare hvordan jeg har valgt å gjennomføre forskningsprosjektet. Her inngår en kort beskrivelse av LISSI-prosjektet, en skissering av metodologisk tilnærming og en redegjørelse for bruk av videoanalyse som metode.

3.2.1 LISSI-prosjektet

LISSI står for «Linking Instruction in Science and Student Impact» og er en studie som ble utført i samarbeid mellom Universitetet i Oslo (UiO) og Universitetet i Tromsø (UiT).

Forskningsprosjektet så spesifikt på undervisning med utforskende arbeidsmåter i 20 norske

klasserom på barne- og ungdomstrinnet og hadde som formål å supplere mye av den statistikkbaserte forskningen som finnes om naturfagundervisning i norsk skole (Ødegaard et al., 2021a). Gjennom rike beskrivelser av undervisningspraksis bidrar studien med et større kunnskapsgrunnlag for hva som kjennetegner norsk klasseromspraksis. Samtidig ses det på de ulike kompetansene som lærere må ha og faktorer som kan øke kvaliteten på naturfagundervisningen (Ødegaard et al., 2021a). Dette er også et stort og nyttig bidrag til utdanningsmyndighetene i Norge og til fagfeltet generelt. Dataene i LISSI-prosjektet er ifølge Ødegaard et al. (2021a) «systematisert for å se etter noen typiske mønstre for ulike undervisnings- og læringsstrategier og samhandlinger» (s.16). Den baserer seg på videostudier fra klasserom, spørreskjemaer og intervjuer med lærere, elever og skoleledere (Ødegaard et al., 2021a). I min studie benytter jeg noe av videomaterialet fra ungdomstrinnet.

3.2.2 Kvalitativ metode

Jeg valgte en kvalitativ tilnærming for min studie, som ifølge Dalen (2011) vil bidra til å «utvikle forståelsen av fenomener som er knyttet til personer og situasjoner i deres sosiale virkelighet» (s.15). Forståelsen av fenomener er ikke åpenbart. Med mitt ståsted innen hermeneutikk, vil jeg være i stand til å utvikle min forståelse av fenomener og komme frem til ny kunnskap. Problemstillingen jeg har formulert styrer valget av en hensiktsmessig metode (Everett & Furseth, 2012). For å undersøke *hvordan et utvalg lærere i LISSI-prosjektet bruker metaforer i naturfagundervisning på ungdomstrinnet for å forklare naturfaglige begreper*, har jeg utført en kvalitativ analyse av videoobservasjoner fra LISSI-prosjektet. Det anbefales å komplementere datainnsamling med andre metoder, som for eksempel, intervjuer (Dalen 2011). Silverman (2011) og Kleven (2011) fremhever at vi må ta stilling til om hva som interesserer oss mest, det som andre folk gjør eller føler? Jeg var interesserte i å se «hva andre lærere gjør». På grunn av min studies kartleggende natur var det ikke hensiktsmessig å benytte andre metoder i tillegg til videoobservasjonen. Ved å observere 18 undervisningstimer innsamlet i LISSI-prosjektet kunne jeg registrere episodene hvor det ble brukt metaforer for å forklare naturfaglige begreper. Videre bruker jeg to metodiske tilnærminger beskrevet i analysedelen for å besvare min problemstilling.

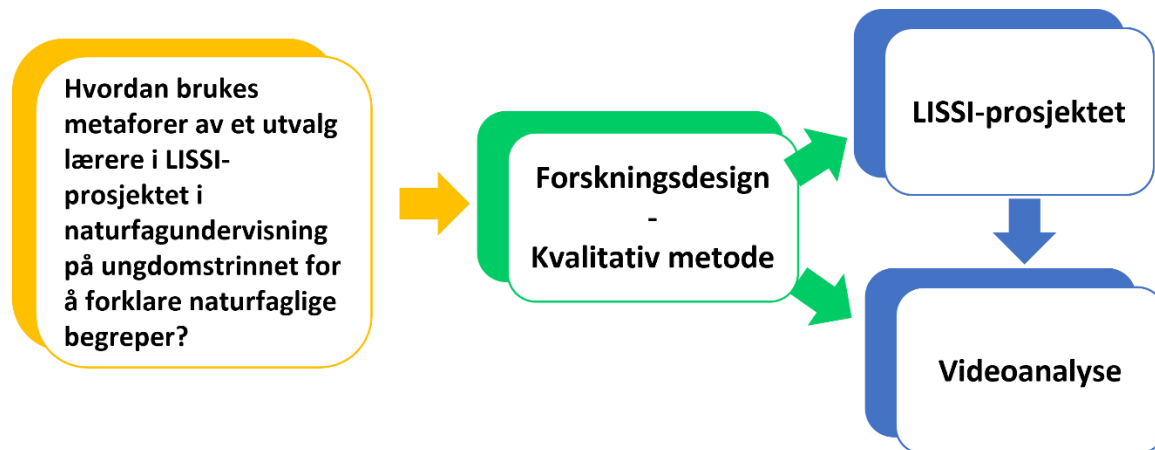
3.2.3 Videoanalyse som metode & fordeler og ulemper med den

Everett og Furseth (2012) fremhever at alle datainnsamlingsmetoder har sine fordeler og ulemper. Ifølge Blikstad-Balas (2017) er det en fordel å benytte videoobservasjoner fordi videosnuttene kan ses mange ganger og av flere forskere, og komplekse fenomener kan dekonstrueres i mindre enheter. For min studie var det nyttig å se på video, fordi en del lærere snakker fort. Dette ville vært en stor utfordring for meg hvis jeg måtte være i klasserommet for å observere og notere samtidig. Videre i kvalitative undersøkelser, der man ønsker en forståelse av organisering av språk og gester, er videoanalyse også godt tilpasset formålet (Silverman, 2011). For å foreta en multimodal analyse (omtalt i delkapittelet 3.4.2 Multimodal analyse på et mikronivå) var jeg avhengig av blant annet å analysere gester. Videoanalysen som metode muliggjør nettopp dette ved at man kan stoppe og ta skjermbilder av ulike momenter.

En annen fordel med videoopptak er at bruk av flere kameraer gir ulike innblikk i den samme situasjonen (Blikstad-Balas, 2017). I LISSI-prosjektet ble videoene tatt opp av to videokameraer i klasserommet: ett rettet mot læreren og ett mot elevene. To elever per klasse hadde i tillegg hodekamera. Lyden ble tatt opp av to mikrofoner: én festet til læreren og én plassert midt i klasserommet (Ødegaard et al., 2021a). Bruk av kameraer kan medføre utfordringer. Både «kamera- og observatøreffekten» kan forekomme når personene som observeres oppfører seg annerledes fordi de vet at de ble filmet (Blikstad-Balas, 2017; Kleven, 2011). Det som skjer er at spenningen ved kameraenes nærvær ofte avtar fort (Blikstad-Balas, 2017). Dette observerte jeg under innsamling av egne data til masteroppgaven og også ved deltakelse i andre prosjekter i lektorstudiene som var videobaserte. I LISSI-prosjektet fikk lærerne beskjed om å planlegge sin undervisning som normalt (Ødegaard et al., 2021a). For min egen studie mener jeg vi kan se bort fra observatøreffekten fordi ingen av dem visste at data skulle brukes til analyse av metaforene.

Når det gjelder observasjon generelt som metode, kan man bestemme seg på forhånd hva man skal observere og gjøre det på en strukturert måte eller ha en mer åpen tilnærming og gjøre observasjonen ustrukturert (Kleven, 2011). I min studie valgte jeg en strukturert observasjon av videomaterialet for å identifisere tilfeller der læreren bruker en metafor for å forklare et naturfaglig begrep. Jeg måtte se gjennom timevis av opptak for å finne relevante øyeblikk i datamaterialet. Dette er noe som Blikstad-Balas (2017) kaller for «death by data» og kan knyttes

til en av ulempene ved videoanalyse fordi den er tidkrevende. Dette problemet diskuterer jeg i mer detalj under delkapittelet 3.3.2 Valg av datamateriale og utvalg. Et overordnet bilde av mitt forskningsdesign presenteres i figur 3.1.



Figur 3.1: Overordnet bilde av mitt forskningsdesign. For å besvare min problemsstilling har jeg benyttet en kvalitativ tilnærming der jeg gjennomførte en videoanalyse fra datamateriale i LISSI-prosjektet. I videoanalysen identifiserte jeg episoder der lærerne brukte metaforer for å forklare naturfaglige begreper, og tok skjermbilder for å analyse gester og bruk av andre modaliteter knyttet til metaforene.

3.3 Innsamling og utvalg av data

I dette delkapittelet vil jeg først kort redegjøre for innsamling av videodata utført av LISSI-prosjektet. Deretter vil jeg forklare hvordan jeg har valgt ut mitt datamateriale og gi en beskrivelse av mitt utvalg for studien. Til sist forklarer jeg hvordan jeg har gjennomført forarbeidet med datamaterialet før det analyseres videre.

3.3.1 Innsamling av videodata - LISSI-prosjektet

I LISSI-prosjektet har forskere og forskningsassistenter samlet data selv og deres interesse har vært å se blant annet på gjennomføring av utforskende undervisning i naturfag fra både lærerens og elevenes perspektiv (Ødegaard et al., 2021a). Videodata ble innsamlet i to runder. Rundene hadde en varighet fra en til fire uker og det ble tatt videopptak av minst fire undervisningstimer per klasse (Ødegaard et al., 2021a).

Høsten 2018 ble det filmet ti klasser på barneskoler og ti på ungdomsskoler (N=20). Høsten 2019 ble et utvalg av seks klasser på barnetrinnet og fem på ungdomstrinnet med videre i studien (N=11) fordi de «representerte gode og interessante tilnærminger til naturfagundervisning» (Ødegaard et al., 2021a, s.39). Videosamlingen fra LISSI-prosjektet er lagret etter skoletype (barne- eller ungdomsskoler).

3.3.2 Valg av datamateriale og utvalg

Populasjonen undersøkt i denne studien er naturfaglærere på ungdomstrinnet. Populasjonen er den som er mest relevant for min profesjonsutvikling som lærer på ungdomsskole eller videregående. I min studie er det lærerens perspektiv som interesserer meg. Klassene på ungdomstrinnet som er med på min studie ble filmet av LISSI-prosjektet i høsten 2018. Gjennomgangen av datamateriale gjorde jeg ved Teaching Learning Video lab på UiO.

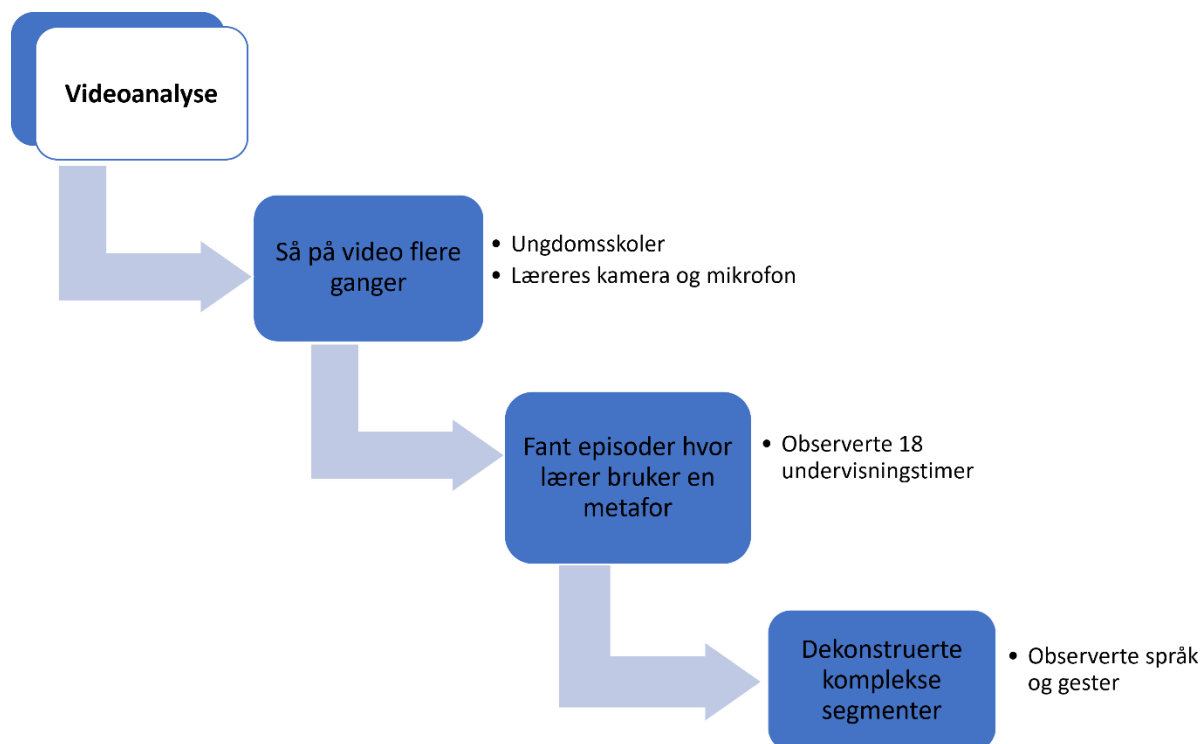
Jeg gjorde meg først kjent med videoene fra de ti klassene på ungdomstrinnet. Jeg så raskt gjennom flesteparten av videoene. I dette steget så jeg at to av de ti klassene hadde fokus på gruppearbeid. Jeg satt da disse klassene til side fordi min interesse var å se på lærerne og ikke elevene. De andre åtte klassene hadde naturfagstemaer fordelt mellom kjemifag (N=5), platetektonikk og drivhuseffekten (N=2) og verdensrommet og Big Bang teorien (N=1). Grunnet størrelsen og tidsbegrensning av oppgaven, observerte jeg alle undervisningstimer bortsett fra to klasser i kjemi. Jeg endte opp med seks aktuelle lærere som utgjør mitt utvalg. Firebaugh (2008) har en «regel nummer én» i forskning som gjør forskning spennende. Den dreier seg om å forvente å være overrasket over funnene. Og jeg ble overrasket. Det var her at «death by data» omtalt av Blikstad-Balas (2017) kom til syne. For det første bruker ikke lærere metaforer i alle timer og dette kommer jeg til å ta opp i diskusjonsdelen. For det andre er det umulig å vite på forhånd når en lærer skal bruke en metafor for å forklare et naturfaglig begrep. Jeg så derfor på alle undervisningstimene tilgjengelig fra de seks lærerne. Stort sett observerte jeg timene fra lærernes kamera og mikrofoner. Dette tilsvarer totalt 18 undervisningstimer. Deretter snevret jeg det inn til 13 timer som tilsvarer de timene hvor metaforer ble brukt av lærerne for å forklare naturfaglige begrep. En av lærerne vises ikke i funnene mine fordi i forarbeidet av datamateriale viste det seg at læreren bruker veldig mye kroppsspråk, men uten å bruke metaforer (mer om det presenterer jeg i [3.3.3 Forarbeid av datamaterialet](#) og i [3.5 Forskningskvalitet](#)).

Lærerne hadde mellom 3 og 18 års erfaring, inntil 60 studiepoeng i naturfag og en av dem hadde mastergrad i naturfag. Undervisningstimene hadde en varighet av 33 til 60 minutter. Antall elever per klasse varierte mellom 9 til 26, ekskludert elever som måtte skjermes under opptakene. I enkelte timer var kun halvparten av klassen til stedet. En av klassene var en aldersblandet klasse med elever fra 8. og 9.trinn og de øvrige klassene var på 8.trinn. Tabell 3.1 oppsummerer i detalj mitt datamateriale og utvalg.

Tabell 3.1: Oppsummering av datamateriale informasjon: naturfagstema som ble observert, klassetrinn, antall elever per undervisningstimer, total av undervisningstimer observert og analysert.

Tema	Trinn	Antall elever i klassen	Total timer observert	Total timer analysert
Kjemi - Periodesystemet, kjemiske reaksjoner	8. og 9.	15	4	2
Kjemi - Salter, krystaller	8.	9 - 19	4	2
Kjemi - Påvisning av gasser	8.	26	2	2
Drivhuseffekten, Platetektonikk	8.	25 - 28	3	2
Drivhuseffekten, Platetektonikk	8.	22	2	2
Big Bang teorien, årstidsvariasjoner	8.	26	3	3
TOTAL			18	13

Anker (2020) anbefaler på det sterkeste å bruke tankenotater for å skrive ned idéer og innspill som kan være relevant for diskusjonen av oppgaven. Mens jeg observerte hver enkelt undervisningstime, brukte jeg en Excel-tabell for å notere tankene mine, tidspunktene og stikkord hver gang lærerne forklarte et naturfaglig begrep ved å benytte en metafor. Å notere underveis var nyttig fordi informasjonsmengden vokser raskt og man klarer ikke å huske alt i etterkant. Temaer om kjemi, drivhuseffekten og platetektonikk ble undervist av flere lærere på ulike skoler. De ble inkludert fordi jeg ønsket å sammenligne metaforene brukt av ulike lærere om det samme tema. En oversikt over videoanalysen jeg har utført vises oppsummert i figur 3.2.

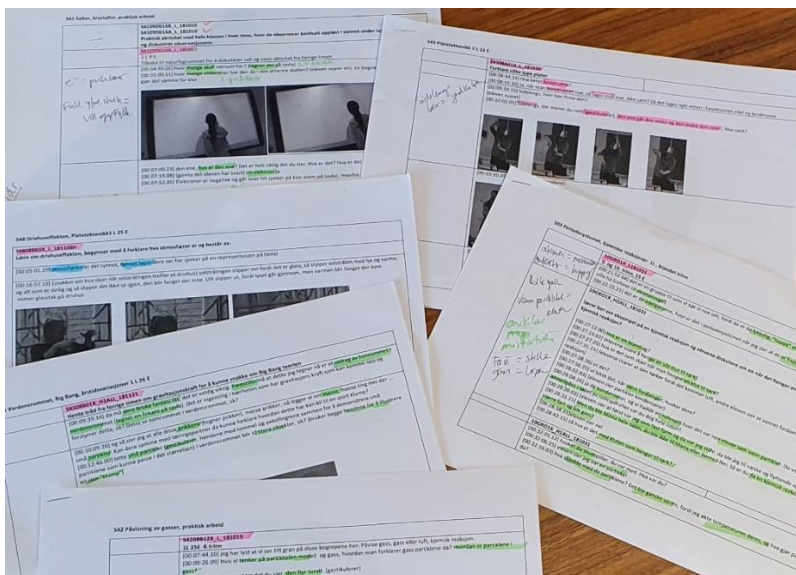


Figur 3.2: Oversikt over min videoanalysen av LISSI videomateriale

3.3.3 Forarbeid av datamaterialet

For å sikre en god kvalitet av mine data, så jeg gjennom videosnittene på tidspunktene jeg noterte ned før jeg begynte å transkribere. Jeg brukte Inqscribe for å transkribere utsagn. For meg var det viktig å registrere nøyaktig tidspunkt for alt som jeg transkriberte for å foreta «Peer-debriefing» med min veileder i etterkant og ytterligere forbedre studiens kvalitet (Blikstad-Balas, 2017; Creswell & Miller, 2000). Elevenes navn ble anonymisert. Noen av elevenes utsagn ble også transkribert. De ulike handlingene (gestikulering, skriving på tavla) ble satt i parentes i transkriberingstekstene for å gi konteksten for episodene der dette var relevant. Skjermbildene ble også tatt fra mitt datamateriale der de var relevante for å illustrere metaforer som kommer til uttrykk i kroppsspråket til lærerne.

Deretter anvendte jeg Schmitt (2005) sin definisjon (presentert i teoridelen) på et metaforisk ord eller setning for å identifisere metaforene i den transkriberte teksten. Transkripsjonene og anonymiserte bilder ble organisert i Word dokumenter (figur 3.3) hvor jeg hadde en kolonne med notater (Gleiss & Sæther 2021; Silverman, 2011).



Figur 3.3: Forarbeid med transkribert tekst fra seks naturfaglærere

I dette steget ble episodene sortert etter tema og jeg merket delene av teksten som skulle videre analyseres for metaforer. I en del av episodene måtte jeg lete etter informasjon i det uttalte ved å se på sammenhengen mellom ord og setninger og deres betydning (Anker, 2020; Lemke, 1990). Her måtte jeg ekskludere noe av datamaterialet fra min studie. I ett tilfelle ekskluderte jeg kjemitimer fra en av lærerne, der han brukte mye gestikulering og kroppsspråk, men uten å bruke metaforer for å forklare fagstoff. I de andre tilfellene ekskluderte jeg utsagn som viste seg i forarbeidet å ikke inneholde metaforer for å forklare naturfaglige begrep. For eksempel, når én av lærerne sa:

«Hva betyr det å reflektere? (venter en stund) Ja, den sendes tilbake igjen, den spretter av, den forsvinner ut igjen, akkurat som et speil. Akkurat som et speil, faktisk.»

Her bruker læreren en rekke synonymer som et didaktisk grep for å forklare verbet «å reflektere», som har et annet betydning i naturfag (Mork & Erlie, 2017). Når hun til slutt sier «akkurat som et speil», er speil forstått i sin bokstavelige betydning i konteksten og er derfor ikke en metafor.

3.4 Analyse av data

I dette delkapittelet presenterer jeg hvordan jeg analyserte datamaterialet for å kartlegge metaforene brukt av lærerne. Analysene inndeler metaforene i to nivåer i tråd med den fysiske og økologiske sansen: lingvistikk og kroppslig situerte. Dette fordi metaforene som lærerne brukte kan komme til uttrykk gjennom språk eller kroppsspråk.

3.4.1 Systematisk metaforanalyse

Etter forarbeidet av datamaterialet gjennomførte jeg en systematisk metaforanalyse (Schmitt, 2005) i tråd med den fysiske sansen. Jeg benyttet meg av den analytiske framgangsmåten tidligere utført av Kersting og Steier (2018) og Niebert et al. (2012). Formålet med analysen er å rekonstruere modeller for tanker, språk og handlinger og knytte metaforene til det lingvistiske nivået (Schmitt, 2005). Den systematiske metaforanalysen går hånd i hånd med hermeneutikken, der begge dreier seg om en fremgangsmåte for fortolkning (Anker, 2020).

«Metaforens essens er å forstå og erfare én ting ut fra en annen» (Lakoff og Jonhson, 2003a, s. 9). Hver gang en lærer brukte en metafor for å forklare et naturfaglig begrep ble metaforen fortolket, og deretter gjenoppbygget som begrepsmetafor. Begrepsmetaforene ble kategoriserte etter et mønster som kan oppsummeres som «Target is source» (Kersting & Steier, 2018; Niebert et al.,2012).

Først identifiserte jeg hvilket begrep læreren forklarte for elevene. Det naturfaglige begrepet er alltid «target» i den metaforiske korrespondansen. Deretter fortolket jeg den hverdagslige erfaringen benyttet for å resonnerer om «source» i begrepsmetaforen. I analysen forholdt jeg meg til begrepsmetaforer som ble kommunisert eksplisitt og implisitt. Hver gang en lærer sa at «A er lik/som B», koblet læreren eksplisitt «target» med «source».

Eksempel: «[...] *universet* begynner å utvide seg, ok? **Som** en *bolle* som hever seg på kjøkkenbenken, ikke sant? Blir større og større.»

I eksemplet ovenfor bruker læreren en metafor for å snakke om det abstrakte naturfaglige begrepet «universets ekspansjon». Ved å benytte uttrykket «som» gjør læreren en eksplisitt kobling mellom universet utvidelsen og en bolle som hever på kjøkkenbenken.

Begrepsmetaforen gjenoppbygges (fortolkes) som:

Target is	source
<i>Universet er</i>	<i>en bolle</i>

Når læreren ikke gjorde koblingen «A er lik/som B» på en tydelig måte, ble enten «source» eller «target» i begrepsmetaforen kommunisert på en implisitt måte. Her må mottakeren (jeg som forsker og elevene) tolke delen som mangler i den metaforiske korrespondansen.

Eksempel: «Det er en gruppe til som vi bør si noe om, fordi de er de *lykkelige*, "happy" atomene våre. De har *oppnådd det de ville ha*.»

I dette eksemplet refererer læreren til «oktetterregelen». Dette vet jeg utfra konteksten i timen som jeg observerte. Hun sier ikke eksplisitt at atomer er mennesker, eller hva atomer vil oppnå. Likevel, utfra konteksten og mine referanserammer er det mulig å gjenoppbygge begrepsmetaforene som:

Target is	source
<i>Atomer er</i>	<i>mennesker (implisitt)</i>
<i>Atomer med stabil elektronfordeling (implisitt) er</i>	<i>happy</i>

3.4.2 Multimodal analyse på et mikronivå

Den multimodale analysen knytter metaforene til det kroppslige situerte nivået i tråd med den økologiske sansen. Her så jeg på samspillet mellom den verbale og den kroppslige kommunikasjonen brukt av lærerne når de forklarte eller presenterte et abstrakt naturfaglig begrep. Før jeg forklarer hvordan jeg utførte analysen, vil jeg først gi en kort redegjørelse av hva som menes med multimodal analyse på et mikronivå i oppgaven.

En *multimodal tilnærming* tar i betraktning at individer benytter ulike modaliteter og språk for å skape mening (Knain et al., 2021; Lemke, 1990; Moro et al., 2020). Blant modalitetene finner man tekster, lyd, bilde, video, osv. (Gleiss & Sæther, 2021; Mork & Erlie, 2017). Når man løfter blikket fra tekster, kan man også snakke om samspillet mellom skrift og andre modaliteter som gester, bilder, språk, musikk, mat eller andre objekter som bærer kulturell verdi og betydning. Ulike modaliteter bidrar med ulike affordanser, som for eksempel, et bilde viser hvordan et dyr ser ut, mens skriftlig tekst eller verbalt språk forklarer hvordan dyret oppfører seg (Knain et al., 2021). Begrepet *mikronivå* blir benyttet i denne oppgaven på samme måte som Xu et al. (2021) i deres studie «A Multi-Layered Framework for Analyzing Primary Students' Multimodal Reasoning in Science». Forskere utførte også en videoanalyse fra naturfagundervisning og i deres multimodale analyse ble mikronivået omtalt som «a frame-by-frame analysis to unpack the use of modes in reasoning about dissolving in fine-grain details» (Xu et al., 2021, s.5). Den multimodale analysen ble anvendt i denne oppgaven som et redskap for analysen av metaforer brukt av lærere som ikke var kun verbale.

Fremgangsmåten for den multimodale analysen ble gjort på samme måte som den systematiske metaforanalysen. Først identifiserte jeg det naturfaglige begrepet som læreren forklarte ved å bruke en metafor. Deretter analyserte jeg gester, bruk av konkrete modeller og andre modaliteter (f.eks. tegning på tavlen og henvisning til et rollespill) benyttet for å støtte forklaringen av det naturfaglige begrepet. Her igjen finner man eksempler fra både eksplisitt og implisitt kobling mellom «target» og «source» i en begrepsmetafor.

Læreren gjorde en eksplisitt kobling ved å si for eksempel at elevene skal «forestille seg» at «A er B»:

Eksempel: «Forestill nå at dette jeg *tegner* nå er *et utdrag av tomrommet i verdensrommet* (tegner en *firkant på tavla*).»

Target is

source

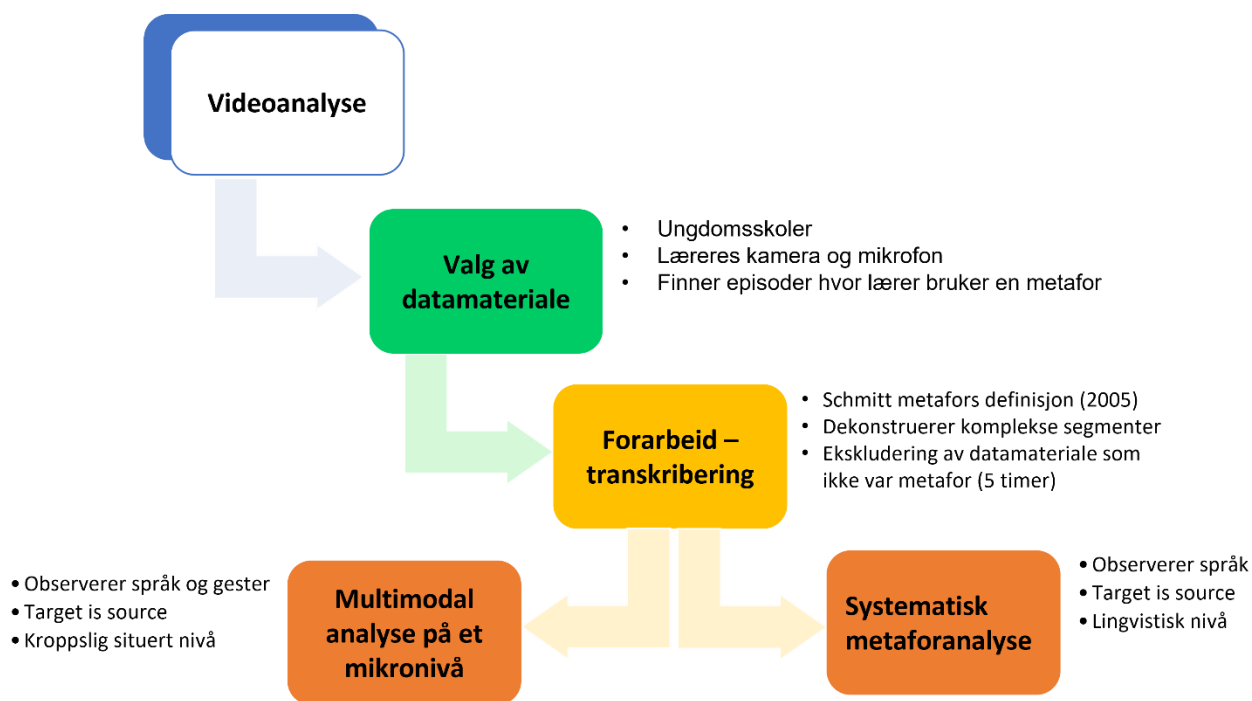
Utdrag av tomrommet i verdensrommet er en firkant tegnet på tavla

Et eksempel på en implisitt kroppslig situert metafor finner jeg når læreren bruker gester i sin forklaring av et naturfaglig begrep. Læreren gjør dette uten å si til elevene at de skal forestille seg at, for eksempel, hendene representerer noe:

Eksempel: «Når *to plater* kommer mot hverandre (gestikulerer med *hendene*), så krasjer de, da går gjerne den ene under den andre [...]»

Target is	source
<i>Jordplater er</i>	<i>hendene</i>

Figur 3.4 oppsummerer en grov skisse av de ulike stegene i min analyse.



Figur 3.4: Grov skisse av de ulike stegene i min analyse.

3.5 Forskningskvalitet

Selv om jeg har redegjort for noen metodologiske valg underveis i metodekapittelet, vil jeg i det følgende redegjøre for sentrale betraktninger som underbygger studiens kvalitet.

3.5.1 Studiens validitet – dens troverdighet

Ifølge Gleiss og Sæther (2021) sier studiens validitet noe om «kvaliteten på datamaterialet og forskerens fortolkninger og konklusjoner» (s.201). Det vil si at det må finnes en sammenheng mellom problemsstilling, innsamling av datamateriale, utvalg og konklusjoner (Everett & Furseth, 2012; Gleiss & Sæther, 2021). Jeg som forsker må spørre meg selv om datamaterialet og de analytiske tilnærmingene er relevant for å belyse min problemsstilling.

I min studie var jeg opptatt av å kartlegge hvilke metaforer som brukes av naturfaglærere for å forklare naturfaglige begrep. Ved å benytte videoopptak fra et stort forskningsprosjekt som LISSI fikk jeg tilgang til et rikt datagrunnlag. Tilgjengelighet av data er en styrke i mitt forskningsdesign (Everett & Furseth, 2012). Dataene omfatter naturfagundervisning på ungdomstrinnet både i form av flere timer fra samme klasserom og på tvers av klasser. Skolene var lokaliserte på ulike steder i Norge (Oslo og omegn og Nord-Norge) og lærere jeg observerte underviste i ulike temaer i naturfag. Forskere i LISSI er tydelige på å si at studien ikke kan generaliseres (Ødegaard et al., 2021a). Likevel er mitt datamateriale mangfoldig og gir mange innblikk i undervisningen. På den andre siden slik Ødegaard et al. (2021a) påpekte, var «utvalget av lærere ikke tilfeldig» (s.38). Dette fordi forskere i LISSI-prosjekt ønsket å rekruttere skoler og dermed lærere som hadde fokus på naturfag. Jeg lar meg være enig med Ødegaard et al. (2021a) i at dette har gjort det lettere å finne gode eksempler i datamaterialet, også fordi effektiv og fruktbar bruk av metaforer er en del av lærerens PCK. Grunnet størrelsen og tidsbegrensning av oppgaven var det ikke mulig å se på absolutt alle undervisningstimer i databanken til LISSI. For meg var det også mer relevant å se på ungdomstrinnet og ikke på barnetrinnet, og dette ble et naturlig valg som reduserte mengden data.

Triangulering av studien vil også styrke dens validitet (Johnson, 2017). En kan eksempelvis bruke flere datakilder og flere forskere for å se på datamaterialet (Creswell & Miller, 2000).

Siden formålet med min studie var å se på hvilke metaforer som brukes av lærere og gjøre en kartlegging i første omgang, var det ikke aktuelt å intervju lærere. På denne måten har min studie ikke blitt triangulert gjennom ulike datakilder. På den andre siden har min veileder gjennomgått alle begrepsmetaforer som jeg identifiserte i datamaterialet, og vi har sammen blitt enige i tolkningsarbeidet av «target is source». Min veileder har også dobbeltsjekket en av episodene hvor jeg var usikker på om læreren hadde brukt et bestemt begrep eller noe annet. Videoopptak gir også muligheten for at flere forskere kan se på det og dermed styrke validiteten (Blikstad-Balas, 2017).

Creswell og Miller (2000) og Peterson og Higgs (2005) fremhever at måten man tolker egne data på også påvirker dataenes validitet. For å styrke validiteten av min studie, og dermed dens troverdighet har jeg fulgt en standardisert prosedyre (systematisk metaforanalysen) og tolket data sammen med min veileder (Johnson, 2017; Schmitt, 2005). Schmitt (2005) nevner også to andre kriterier for å styrke validiteten som er relevant for meg. Den ene handler om «empirical anchoring of the theory building» (Schmitt, 2005), hvor jeg gjennom tolkningsarbeidet alltid refererer tilbake til mine data. Det andre kriteriet sier at man kan styrke gyldigheten av funnene i en metaforanalyse ved å grundig sammenligne begrepsmetaforene med gester og tekstinnhold som ikke er metaforiske (Schmitt, 2005). Dette gjelder det transkriberte materialet fra undervisningstimene til den sjette læreren som var med i mitt utvalg. I løpet av analysen viste det seg at gestene hans egentlig ikke var metaforer uttrykt gjennom kroppsspråk, og data ble derfor ekskludert. Dette handler om det som Johnson (2017) kaller for «negative-case sampling» som kan bidra til å redusere min forskerbias. Når forskere prøver å finne «examples that disconfirm their expectations and explanations about what they are studying [...] they can come up with more credible and defensible results» (Johnson, 2017, s.300). Troverdigheten av studien og funnene ble også styrket siden lærerne i studien ikke visste på forhånd at deres undervisning skulle benyttes til metaforanalysen, noe som kan minske observatøreffekten.

3.4.2 Studiens reliabilitet – dens pålitelighet og transparens

Utfra den kvalitative konteksten sier reliabiliteten noe om hvor pålitelig datamaterialet er (Dalen, 2011; Everett & Furset, 2012). I mitt tilfelle betyr dette at uavhengige observasjoner og analyser

av metaforer bør gi samme eller nesten likt resultat. Studiens reliabilitet sier også noe om kvaliteten til forskningsprosessen (Gleiss & Sæther, 2021).

For å sikre en høy grad av pålitelighet har jeg benyttet transkripsjon av mitt datamateriale som øker transparens og oppfattes som mer stringent enn feltnotater (Blikstad-Balas, 2017). For å sikre studiens etterprøvnbarhet har jeg gjort en systematisk metaforanalyse og forsøkt å være transparent ved å gi rike beskrivelser av kontekst og tolkninger (Johnson, 2017). Når det gjelder den systematiske metaforanalysen, må man være varsom i tolkningsarbeidet. Analysen har som formål å identifisere ord eller setninger som ikke sies i sin bokstavelige betydning, men fortolkningen er subjektiv, særlig når læreren ikke bruker metaforer på en eksplisitt måte. Det er derfor viktig å samarbeide med en annen person for å komme til felles forståelse. Til siste har jeg prøvd å styrke påliteligheten av min studie ved å gi en tykk beskrivelse av de enkelte stegene i forskningsprosessen (Dalen, 2011). Dette innebærer å informere om konteksten, deltakerne og begrunnelser som jeg har tatt i løpet av prosessen (Creswell & Miller, 2000; Firebaugh, 2008).

3.5 Etiske betraktninger

LISSI-prosjektet er godkjent av NSD (Vedlegg 1) og alt videomateriale benyttet i denne studien er under godkjenningen av NSD. Videre vil jeg argumentere for at min forskningsprosess ble gjennomført på en verdig og forsvarlig måte (Befring, 2015).

Videomaterialet gir oss tilgang til en stor mengde personlig materiale fra deltakerne. Derfor har både lærere og elever som deltok i LISSI-prosjektet fått og signert informert samtykke (Ødegaard et al., 2021b). I samtykkene kom det tydelig frem viktige punkter som ifølge Befring (2015) og Everett og Furseth (2012) er med på å underbygge etisk forskning. Punktene er:

- a) informasjon om formål og omfang med studien;
- b) frivillig deltakelse;
- c) informasjon om anonymisering av personlig opplysninger og konfidensiell behandling av personopplysninger;
- d) informasjon om hvem som har ansvar for data (som i dette tilfelle er forskere i LISSI-prosjekt);

- e) informasjon om dato for å avslutte prosjekt med anonymisering av alle personopplysningene.

Ifølge Everett og Furseth (2012) har all forskning som gjøres med mennesker etiske implikasjoner. Da disse elevene er under 15 år var det foreldrene som signerte for samtykke (Befring, 2015). I det informerte samtykket ble det også fremhevet at elevene som ikke ønsket å delta ikke skulle få noen negative konsekvenser for undervisningen. Elevene fikk tilbud om undervisning i en parallellklasse eller ble plassert utenfor kameravinkel og lyden fra de aktuelle elevene ble slått av i videosekvensene (Ødegaard et al., 2021a). For at elevene skulle ha en reell mulighet for å si sin mening om deltakelse i prosjektet, har lærerne selv formidlet invitasjon til elevene på en forståelig måte (Befring, 2015; Ødegaard et al., 2021a)

Når det gjelder anonymisering av data, så har jeg endret elevenes navn i transkribering av datamateriale og skjult lærerens ansikter etter jeg har tatt skjermbilder for å benytte i min multimodale analyse. Videoene i LISSI-prosjektet er lagret nedlåst eller på krypterte servere (Ødegaard et al., 2021a). Jeg har ikke hatt tilgang til videoene på min private datamaskin. Transkriberingsarbeid og anonymisering av datamateriale ble utført kun ved TVLab ved UiO etter jeg har hadde fått strenge retningslinjer for å kunne observere og håndtere videoene. Videre for å unngå å ta opp sensitiv informasjon gjennom video- og lydopptak, måtte lærerne skru av egen mikrofon for å snakke om personlig ting med elever. Elevene med hodekamera fikk også beskjed om å slå den av hvis de skulle, for eksempel, skrive passord til egen datamaskin (Ødegaard et al., 2021b).

Mitt etisk ansvar lå også i å fremstille konteksten korrekt og så objektivt som mulig. Derfor, selv om jeg skulle se på metaforene brukt av lærere, har jeg også transkribert elevenes utsagn for å berike min kontekst. I tillegg har jeg også argumentert i metodedelen for hvorfor en del av det transkriberte datamaterialet ble ekskluderte fra videre analyser.

4 Funnene

I dette kapitlet vil jeg vise funnene fra mine analyser. Først vil jeg gi et overblikk over alle metaforene som jeg identifiserte i datamaterialet. Deretter presenterer jeg alle begrepsmetaforene brukt av lærere inndelt etter naturfagstema. Under hvert tema oppsummerer jeg funnene i form av tabeller av både den systematiske metaforanalysen (som knytter metaforene til det lingvistiske nivået) og den multimodale analysen (som knytter metaforene til det kroppslige situerte nivået). Jeg presenterer også et utvalg av eksemplene i mer detalj innen hvert tema.

4.1 Kartlegging av de observerte metaforene

I denne studien brukte et utvalg lærere i LISSI-prosjektet metaforer for å forklare naturfaglige begreper i 13 av 18 undervisningstimer som jeg observerte. Lærerne bruker hovedsakelig metaforer hver gang et nytt naturfaglig begrep blir introdusert for elevene. Til sammen ble det identifisert og analysert 47 begrepsmetaforer benyttet for å forklare 19 naturfaglige begrep fordelt mellom seks naturfagstema:

- Drivhuseffekt
- Platetektonikk
- Verdensrommet og Big Bang teori
- Årstidsvariasjon
- Kjemifaget

Videre presenterer jeg alle begrepsmetaforene oppsummerte som «Target is source» og inndelt etter naturfagstema.

4.1.1 Drivhuseffekt og dens metaforer

Jeg observerte to klasser med to ulike lærere som underviste om drivhuseffekten. Mesteparten av undervisningstimen ble brukt til å introdusere temaet og begreper. Elevene satt to og to sammen. Begge lærere brukte tavleundervisning og presentasjon i Powerpoint. Den ene læreren (L1) begynte timen med å bruke et drivhus som en metafor for drivhuseffekten på Jorda. Den andre

læreren (L2) hadde en tilnærming der han prøvde å få elevene til å tenke på at solen både sender ut lys og varme, og elevene skulle resonnerer om lys og varme er det samme eller ikke. I undervisningstimene anvendte lærerne kun metaforer som kom til uttrykk gjennom språk og tilsvarer det lingvistiske nivået. Begrepsmetaforene benyttet i undervisningen om drivhuseffekt vises i tabell 4.1.

Tabell 4.1: Systematisk metaforanalyse av begrepsmetaforer brukt til å forklare naturfaglige begreper knyttet til drivhuseffekt.

Tema	Naturfaglig begrep	Target-is-source
Drivhuseffekt	Atmosfære	Atmosfæren er et tynt lag. Atmosfæren er et drivhus.
	Drivhusgass	Drivhusgassene er et drivhus. Drivhusgassene er en fysisk barriere. Drivhusgassene er klær. Drivhusgassene er en dyne.

L1 bruker, blant annet, begrepsmetaforene «Atmosfæren er et drivhus» og «Drivhusgassene er et drivhus». Først ber hun elevene å diskutere i par hva de vet om et drivhus. Basert på elevenes svar, som tyder på ikke alle elevene forstår hvordan et drivhus fungerer, gir L1 en forklaring på hva et drivhus er og hvordan det virker:

L1 – «(forklarer hva som skjer når solstråler treffer et drivhus) Solstrålingen slipper inn (gestikulerer) fordi det er glass, så slipper solstråling inn med lys og varme, og alt som er deilig, og så slipper ikke det ut igjen. Den blir fanget der inne. Litt slipper ut, fordi lyset går gjennom, men varmen blir fanget der inne (mimer glasstak på drivhus).»

L1 – «Det er et drivhus og sånn har også Jorden.»

L1 - «Nå skal vi se for oss Jorda i sånt et kjempe drivhus og **det er atmosfæren.**»

(senere i timen)

L1 - «Jeg skriver at drivhusgasser rundt Jorda fungerer **som** et drivhus og **som** holder varmen inne på Jorda.»

L1 bruker konseptet drivhus for å forklare begrepene «Atmosfære og Drivhusgass» til elevene (tabell 4.1). Hun bruker eksplisitte metaforer når hun sier at «A er som B». Hun sier at drivhusgasser *fungerer* som et drivhus, så forklarer læreren *hvorfor* hun mener det når hun legger til at begge holder varmen på Jorda.

Videre bruker begge lærere eksplisitte metaforer til å knytte drivhusgass henholdsvis til en fysisk barriere og til en dyne. L1 forteller til elevene blant annet at:

L1 – «Varmestråler, noe sendes helt ut gjennom atmosfæren, men mye blir fanget av atmosfæren og igjen reflektert ned på Jorda. Og det er her liksom selve drivhusdelen kommer inn, for her er også det som gjelder en sånn barriere, en slags STOPP, de drivhusgassene som er noe av de der (peker på en representasjon på tavla), jeg skal si noe om etterpå, så stopper det varmestrålingen fra å slippe ut igjen. Sånn at det blir varmere på Jorda enn det er i verdensrommet.»

L1 – «(læreren har fortalt at skyer som er vanndamp er en type drivhusgass) Når vi har det overskyet som vi har nå (peker utenfor vinduet), så ligger det som en slags dyne. Litt lunere fordi skyene ligger som en slags dyne eller et slags drivhus som holder varmen inne.»

Og L2 har følgende forklaring i sin undervisningstime når han benytter en representasjon av drivhuseffekten på tavla:

L2 – «Sånn lys (peker på tavla) går rett gjennom atmosfæren, men Jorda skal sende lys og varme tilbake og der er det mye kaldere, og da sender den et sånt lys (peker på tavla) og der blir den (varmestrålingen) stoppet av de her (peker på drivhusgassene som er skrevet på tavla)»

L2 – «Drivhusgassene er det som gjør at det blir varmt på Jorda.»

L2 – «Hva skjer med den varmestrålingen på vei ut til verdensrommet igjen? Noe av den blir stoppet på samme måte som varmen fra kroppen min blir stoppet før den kommer ut i rommet av klærne mine, eller når vi ligger i sengen med dyne over oss så blir varmen stoppet.»

I eksempelet ovenfor ser man at to ulike lærere bruker akkurat de samme kroppslig situerte erfaringer, barriere og dyne, når de snakker om drivhusgass. Når lærerne bruker dyne som «source» i deres begrepsmetaforer legger de også til en forklaring på hvorfor de mener at «A er som B», det vil si at dynen på samme måte som drivhusgassene ikke la varmen slippe ut. Når lærerne forklarer metaforene sine på denne måten går de bort fra å benytte en metafor som bare er rent deskriptiv.

4.1.2 Platetektonikk og dens metaforer




Temaet om platetektonikk undervises av samme lærerne som underviste drivhuseffekten og med samme organisering av timene. Etter at elevene ble introdusert til fagstoff, fikk de noen oppgaver å løse på egen datamaskin. I motsetning til undervisning om drivhuseffekten, der det kun ble brukt lingvistiske metaforer, bruker lærerne her metaforer kombinert med kroppsspråk (som tilsvarer det kroppslige situerte nivået) for å forklare ulike begrep knyttet til platers bevegelse og sirkulær strømming (tabell 4.2).

Tabell 4.2: Systematisk metaforanalyse av begrepsmetaforer brukt til å forklare naturfaglige begreper knyttet til platetektonikk.

Tema	Naturfaglig begrep	Target-is-source
Platetektonikk	Sirkulær strømmingen	Jordas mantel er en hånd. Sirkulær strømmingen er en sirkelbevegelse i luften.
	Konstruktiv plategrense	Jordplater er hendene. Konstruktive bevegelser er hendenes bevegelser i luften. Nydannet jordskorpe er avstand mellom hendene.
	Sidelengs plategrense	Jordplater er hendene. Sidelengs bevegelser er hendenes bevegelser i luften (på horisontal og vertikal plan).
	Destruktiv plategrense	Jordplater er hendene. Destruktive bevegelser er hendenes bevegelser i luften. Høyere fjell er hendene formet som en triangel i luften. Landareal er avstand mellom hendene.

Begge lærere brukte veldig lik gestikulering for å forklare de samme begrepene. Alle begreper i tabellen 4.2 er uttrykt gjennom kroppsspråk der lærerne bruker hendene sine for å beskrive bevegelsene til jordas mantel og plater. Under velger jeg å vise et par eksempler av den multimodale analysen jeg utførte. Den ene viser kroppsspråk benyttet for å forklare begrepet «Sidelengs plategrense» og den andre forklarer begrepet «Destruktiv plategrenser». Tabell 4.3 viser skjermbildene tatt fra videoobservasjonene for å illustrere den multimodale analysen «frame-by-frame». I tabellens illustrasjoner bruker jeg røde piler for å vise retningen til de ulike bevegelsene som jeg observerte og røde stiplede linjer for å vise til objekter eller hendelser som modelleres med gester.

Tabell 4.3: Multimodale analyse av begrepsmetaforer knyttet til platetektonikk. Røde piler viser retningen til de ulike bevegelsene og røde stiplede linjer viser til objekter eller hendelser modellert med gester.

Naturfaglig begrep	Transkripsjon	Modalitet (gester, tegning, egen kropp og objekter)
Sidelengs plategrense	L1 – « <u>De</u> går sidelengs, <u>de</u> går hver sin <u>retning</u> , <u>den ene</u> går bakover og den andre fremover, de går sidelengs mot hverandre.»	
	L2 – «Sidelengs, der mener du som (gestikulerer), <u>den ene</u> går den <u>veien</u> og <u>den andre</u> den veien, ikke sant?» Eleven – «(utydelig uttalelse)» *L2 – «Ja! Sånn! (gestikulerer)»	
Destruktiv plategrense	L1- «[...] helt klart noe veldig ødeleggende. Når <u>to plater</u> kommer mot hverandre (gestikulerer), så <u>krasjer</u> de, da <u>går</u> gjerne den ene <u>under</u> den andre [...] de bukler, de krøller seg og de blir til <u>høyere fjell</u> .»	

I eksemplene i tabell 4.3 bruker lærerne hendene sine for å mime platene og deres bevegelse. Det som er felles for gestikuleringen er at lærerne ikke eksplisitt sier at hendene deres representerer platene. L1 og L2 har samme gestikulering for å forklare «sidelengs plategrense». Hendene står parallelt mot hverandre, og den ene hånden beveger seg langs den andre i samme retning. L1 bruker en horisontal posisjonering og L2 bruker en vertikal akse for å bevege hendene, inntil en av elevene sier noe om at bevegelse ikke er «sånn, men sånn» (det er lett å se det på video, men ikke mulig å høre det som blir sagt av eleven). Deretter retter læreren opp posisjoneringen av hendene hans (i tabellen vises det med * symbol). L2 også bruker gester for å vise til «høyere fjell» når hun posisjonerer hendene sine som et triangel mens hun forklarer begrep destruktiv plategrense. Lærerne bruker i disse tilfellene en enactive metafor som innebærer en form for skuespill. Lærerne gjentar gestene også når de går rundt for å hjelpe elevene med oppgavebesvarelsen.

4.1.3 Verdensrommet & Big Bang-teori og årstidsvariasjon og deres metaforer

Det var kun en lærer (L3) som underviste om verdensrommet & Big Bang teorien og årstidsvariasjon i løpet av to enkelttimer til en klasse på 8. trinn. Begge undervisningstimene fokuserte på å introdusere nytt fagstoff til elevene som satt to og to i klassen. Læreren brukte hovedsakelig tavleundervisning og viste en del videoer og animasjoner relatert til temaene. Metaforanalysene viser at L3 bruker metaforer som kom til uttrykk både gjennom språk og kroppsspråk (tabell 4.4).

Tabell 4.4: Systematisk metaforanalyse av begrepsmetaforer brukt til å forklare naturfaglige begreper knyttet til verdensrommet, Big Bang-teori og årstidsvariasjon.

Tema	Naturfaglig begrep	Target-is-source		
Årstidsvariasjon	Strålingseffekt	Energi (solstråling) er Nugatti.	Lingvistisk nivå	
		Kvadratmeter av jordoverflaten er antall brødskiver.		
Verdensrommet og Big Bang teori	Fusjon	Fusjon er (ikke) å blande saft og vann.		Lingvistisk nivå
	Energioverføring	Atomkjerner er brød.		
	Universets ekspansjon	Universet er en bolle.		
	Friksjon	Objekter som kolliderer i verdensrommet og skaper varmen er fingrene som gnir og skaper varmen.		Kroppslig situert nivå
	Tomrommet i verdensrommet	Utdraget av tomrommet i verdensrommet er en firkant tegnet på tavla.		
	Gravitasjonskraft	Små partikler er prikkene tegnet på tavla.		
Himmellegame er en stort klump formet med hendene.				

Ut fra tabell 4.4 kan man se at på et lingvistisk nivå bruker L3 en del begrepsmetafor som har «source» forankret i noe spiselig, som Nugatti, brødskiver, saft, vann, brød og bolle. Følgende dialog foregår mellom L3 og en av elevene hans:

L3 – «Fusjon, hva er fusjon for noe?»

Eleven – «Stoffer blander seg?»

L3 – «Stoffer blander seg ... er det samme å blande saft i vann er det å fusjonere?»

Eleven – «Neeei.»

I eksempelet bruker L3 en metafor for å avklare en misforståelse rundt begrepet «fusjon». Han bruker en metafor med «source» forankret i noe kjent og hverdagslig for eleven (det å blande saft og vann) for å få han til å resonnerer rundt prosessen bak fusjon.




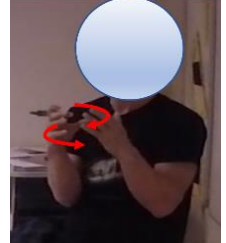
Videre, i tillegg til å koble «target» og «source» på en eksplisitt måte, gjør L3 andre grep når han bruker en metafor. I eksempelet nedenfor svarer han en elev som har spurt om hvorfor stjernene er varme:

L3 – «Massen til hydrogen som kreves for å lage det som er på (sier noe utydelig), den veier mindre, det er mindre masse enn det som gikk inn. **La oss si du** skal bake et brød og så har du to kilo ingredienser, men brødet du lager bare veier 1,8 kilo. Noe blir borte, ok? **Men energi kan aldri bli borte** (skriver på tavla), **det kan kun bli til noe annet.**»

I dette eksempelet bruker læreren en brødbakingsmetafor for å forklare hvorfor stjerner sender ut lys og varme når hydrogen inngår i en fusjonsreaksjon og blir til heliumatomer. Læreren sammenligner at massen til hydrogen og brødet blir mindre etter henholdsvis fusjon og baking. I dette tilfellet fremhever og forklarer læren at «noe som blir borte» er energi som egentlig ikke blir bort, men blir til noe annet. Samtidig skjuler han i metaforen at det som blir bort fra brødet handler egentlig om vann som fordampes under baking.

Til slutt bruker L3 også metaforer som kom til uttrykk gjennom hans tegninger på tavlen og gester. Disse vises i tabell 4.5.

Tabell 4.5: Multimodale analyse av begrepsmetaforer knyttet til knyttet til verdensrommet, Big Bang-teori og årstidsvariasjon. Røde piler viser retningen til de ulike bevegelsene.

Naturfaglig begrep	Transkripsjon	Modalitet (gester, tegning, egen kropp og objekter)
Friksjon	<p>L3 – «Hvis dere <u>gnir fingrene</u>, blir fingrene varm da? (gnir fingrene) Det blir varmt, ikke sant?» Elevene – «Ja.» L3 – «Så når <u>ting bulter over hverandre i verdensrommet</u>, tror dere det kan bli varmere da?» Elevene – «Ja.» L3 – «Dette er noe som heter <u>friksjon</u>.» L3 – «Jeg skriver det 'Friksjon er når objekter kolliderer, gnisser inntil hverandre og det blir generert eller skapt varme»</p>	
Tomrommet i verdensrommet	<p>L3 – «Da må dere bruke fantasi litt, det er veldig viktig. Forestill nå at dette jeg tegner nå er et <u>utdrag av tomrommet i verdensrommet</u> (tegner en <u>firkant</u> på tavla). Det er ingenting i nærheten som har gravitasjonskraft som kan komme opp og forstyrrer dette, ok? <u>Detter er tomrommet i verdensrommet</u>, ok?»</p>	
Gravitasjonskraft	<p>L3 – «Og så sier jeg at alle disse prikkene (<u>tegner prikker</u>), masse prikker, nå legger vi inn masse, masse ting inni der ...små <u>partikler</u>.»</p> <p>L3 – «Kan dere sammen med læringspartner da kunne forklare hvordan dette her kan bli til en <u>stort klump</u>? [...] bitte små partikler (gestikulerer) i verdensrommet blir til <u>store objekter</u>, ok? (<u>bruker begge hendene</u>)»</p>	 

I det første eksempelet i tabell 4.5, demonstrerer L3 at når han gnir på fingrene blir det varmt og spør om elevene gjenkjenner dette. Å gni på fingrene er en hverdagslig hendelse som de fleste elevene kjenner til og er da i stand til å bekrefte at det blir faktisk varmt når man gjør det.

Deretter går L3 videre i forklaringen og kobler fingrene med objekter i verdensrommet som

kolliderer med hverandre og skaper varme. Til slutt sier L3 eksplisitt at prosessen heter friksjon og skriver en definisjon av begrepet på tavla.

I det andre eksempelet, sier L3 eksplisitt at elevene skal forestille seg at firkanttegningen representerer et utdrag av tomrommet i verdensrommet. Deretter tegner han prikker som representerer partikler. I undervisningssekvensen visker han bort en prikk og tegner den på nytt rett ved siden av en annen prikk for å forklare hvordan partiklene i verdensrommet tiltrekker seg hverandre på grunn av gravitasjonskraften. Læreren støtter seg i en tegning for å forklare hvordan gravitasjonskraft foregår. Til slutt bruker han gester for å snakke om «en stor klump» (himmellegeme) og ber elevene å snakke sammen for å diskutere hvordan partiklene kan bli store objekter i verdensrommet.

4.1.4 Kjemi og dens metaforer

Metaforene knyttet til kjemifaget kom til uttrykk både gjennom språk og kroppsspråk. I denne delen viser jeg funnene fra to klasser med ulike lærere (L4 og L5).

L4 underviser i den aldersblandete klassen. Elevene sitter i makkergrupper. I timen snakker hun blant annet om oktettregelen, det periodiske systemet og kjemiske reaksjoner. Hun bruker vanlig tavleundervisning og stiller flere spørsmål til elevene som diskuterer seg imellom. Meningen er at i diskusjonen skal elevene fra 9. trinn hjelpe de på 8.trinn. Læreren knytter mye av fagstoffet til tidligere undervisningstimer som gruppen har hatt. L4 har også en annen undervisningstime på naturfagrommet hvor elevene har praktisk arbeid for å lære om kjemiske reaksjoner. Elevene skal blande CaCl_2 , NaHCO_3 og bromtymolblått i en pose og observere hva som skjer. Ved slutten av den praktiske aktiviteten, henter læreren molekylbyggesett slik at elevene kan bygge opp et CO_2 molekyl.

L5 bruker tavleundervisning og animasjon i en time der hun underviser om ioner. I den andre timen underviser hun om salter og etter en rask introduksjon gir L5 elevene en aktivitet for å lære mer om temaet. Elevene jobber i grupper under aktiviteten. Tabell 4.6 oppsummerer begrepsmetaforene brukt av L4 og L5.


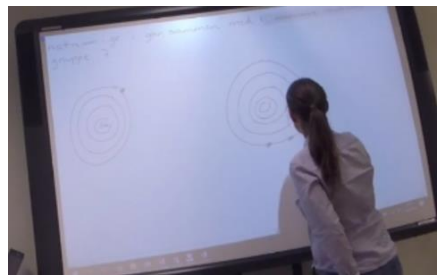
Tabell 4.6: Systematisk metaforanalyse av begrepsmetaforer brukt til å forklare naturfaglige begreper knyttet til kjemifaget.

Tema	Naturfaglig begrep	Target-is-source	
Kjemi (atomer, molekyler og ioner)	Oktettregelen	Atomer er mennesker. Atomer med stabil elektronfordeling er happy.	Lingvistisk nivå
	Det periodiske system	Det periodiske system er bibelen.	
	Molekylforbindelser	Ulike grunnstoff er ulike farger. Atomet er en kule. Ingen ledig plass i ytterst skall er ingen ledig hull i kulen. Antall mulige kovalent bindinger er ledige hull i kulen. Atomer er mennesker. Atomer med stabil elektronfordeling er happy/fornøyd. Dobbelbindingen er myke pinner fra byggesett.	Kroppslig situert nivå
	Ioner	Atomskall er en sirkel tegnet på tavla. Elektroner er prikker tegnet på tavla. Elektroner er mennesker. Elektrostatisk tiltrekning er å gå.	
	Salt	Kjemisk formel er et puslespill. Saltkrystallen er et rektangel. Ioner er brikker (farget kort).	
	Kjemisk reaksjon	Vannpartikler er elever Vann i fast form er eleven som sitter stille. Vann i gassform er eleven som løper rundt. Kjemisk reaksjon er å gå fra å være en person til en annen.	

Tabell 4.6 viser at begrepsmetaforene sagt av L4 for å forklare begrep «oktettregelen» er også brukt i forbindelse med forklaring av «molekylforbindelser». Den andre begrepsmetaforen sagt på et lingvistisk nivå, dreier seg om forklaring av begrepet «det periodiske system», og er den eneste metaforen brukt for å forklare et naturfaglig begrep som ikke er abstrakt.

Videre ser man utfra tabell 4.6 at flertall av begrepsmetaforene brukt i kjemifaget er kroppslig situerte. De knytter seg direkte til forskjellige kroppslige aktiviteter. I eksemplene finnes det arbeid med molekylbyggesett der ulike aspekter av molekylforbindelser forklares, tegninger på tavla benyttet til å forklare ioner, en aktivitet med puslespill som representerer saltkrystaller og referanse til et rollespill for å forklare kjemiske reaksjon. Tabell 4.7 viser et utvalg av kroppslig situerte begrepsmetaforer som ble analysert gjennom multimodale analysen.

Tabell 4.7: Multimodal analyse av begrepsmetaforer knyttet til knyttet til kjemifaget.

Naturfaglig begrep	Transkripsjon	Modalitet (gester, tegning, egen kropp og objekter)
	<p>L4 – «Ta fram den <u>røde kulen</u> og se på antall hull i den røde kulen. <u>Den røde kulen er oksygen</u>. Hvor mange <u>huller</u> den har? (eleven svarer 2) Ja og den har atomnummer 8, så når vi fyller opp <u>det innerst skallet</u>, har vi 6 igjen, hvor mange <u>ledige plasser</u> har oksygen atomer?»</p> <p>L4 – «Den har 2, derfor vi har 2 <u>plasser i den kulen</u>. Og når oksygen er her og hydrogen er her (viser fram et vannmolekyl bygget med byggesett) som er bærer av elektroner, har vi noe <u>huller</u>? Det er ingen hull, <u>det betyr at</u> den har <u>fylt opp oktetteregelen</u> og <u>den er fornøyd</u>. De deler elektroner»</p>	
Ioner	<p>L5 – «Hvor mange <u>skall</u> har natrium? (tegner <u>sirkler</u> det på tavla)»</p> <p>L5 - «Hvor mange <u>elektroner</u> har den da i det <u>ytterste skallet</u>? (eleven svarer en). En (tegner en <u>prikk</u> på en av <u>sirklene</u> på tavla).»</p> <p>L5 – «<u>Elektroner</u> er negative og <u>går over hit</u> (peker på klor atom tegnet på tavla). Hvorfor gjør de det?»</p> <p>L5 – «Hva er det at <u>begge vil oppfylle</u>? Det er i hvert fall en <u>tilstand som de liker veldig godt</u>, holdt jeg på si, <u>i den grad de har følelser da</u>.»</p>	

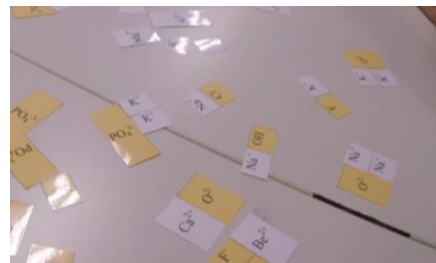
L5 – (sier det til hele klassen) «Jeg vil at dere skal lage krystaller. Her har jeg forskjellige kort. De har to farger: gul og hvitt, ok?»

L5 – (sier det til hele klassen) «Når vi skal sette sammen den kjemiske formelen til et salt kan vi forestille oss at vi skal legge et puslespill.»

(senere i timen, går læreren bort til en elevgruppe og snakker med dem)

L5 – «Så ser dere at den negative ionedelen O_2^- er dobbelt så stor som natrium, så det er plass til to natrium på et oksygen, ser dere det? (peker på kortene)»

L5 – «Så når vi legger brikkene inntil hverandre, så skal det danne et rektangel»



Begge lærere tillegger menneskelig egenskaper til atomer og elektroner både i metaforer som kom til uttrykk gjennom språk og gjennom kroppsspråk (tabeller 4.6 og 4.7). L4 og L5 bruker metaforer for å snakke om atomer og elektroner som tar utgangspunkt i «source» forankret i menneskelige egenskaper. Atomer og elektroner «vil ha, vil oppfylle, går over, liker en tilstand, er happy og fornøyd». Det forblir implisitt i metaforene at atomer og elektroner er mennesker. L5 gjør et grep for å tydeliggjøre at elektroner ikke har følelser som sådan, når hun sier «i den grad de har følelser», men akkurat i dette utsagnet forblir det implisitt at det som «elektroner/atomer liker veldig godt» er å oppfylle oktetteregelen. Utfra konteksten i timen går det an å tolke det slik at atomer er mindre reaktive når de har en stabil elektronfordeling. L4 gjør det annerledes. Hun tillegger menneskelig egenskaper uten å gjøre elevene oppmerksomme på dette, men hun tydeliggjør *hvorfor* «elektroner/atomer er fornøyd»: «**det betyr at** den har fylt opp oktetteregelen og den er fornøyd. De deler elektroner».

I en annen undervisningstime jobbet elevene til L5 med en kroppslig situerte aktivitet for å bygge saltkrystaller hvor fargede kort representerte ulike ioner og deres ladning. L5 bruker en implisitt metafor når hun sier at hun har «forskjellige kort i to farger», og ikke knytter kortene til ioner. I en annen anledning bruker L5 en eksplisitt metafor når hun sier at eleven skal *forestille seg* at den kjemiske formelen er et puslespill. Her sier læreren at saltet skal være formet som et

rektangel og de ulike brikkene (farget kort) representerer ulike ioner i saltet. Ved å legge sammen ulike kombinasjoner av fargede kort ble det tilpasset både størrelsen og ladning av ioner i saltkrystallen.

Det siste eksempelet av kroppslige situerte begrepsmetaforer handler om en dialog som bygger på forrige undervisningstime hos elevene til L4. Læreren ber elevene om å diskutere hva en kjemisk reaksjon er, og så går hun rundt til gruppene for å snakke med elevene. Denne gruppen diskuterer om en våt klut som henger til tørk er en kjemisk reaksjon. I diskusjon med to ulike grupper, knytter L4 en tråd til et tidligere rollespill som elevene har hatt. I eksempelet vises kun dialogen hos en av gruppene:

L4 – «Hva er en blanding?»

Eleven 1 – «Å henge en våt klut til tørk.»

L4 – «Hva er det som skjer når man henger en klut til tørk?»

Eleven 1 – «Den tørker fordi det kommer luft.»

Eleven 2 – «Vannet fordamper og det er en kjemiske reaksjon.»

L4 – «Er det? Vi lekte det, når vann fordamper, husker dere?»

Eleven 1 – «Partikler kondenserer.»

L4 - «Ja de kondenserer, og vi hadde et rollespill hvor det var noen elever som var vannpartikler. Du var en partikkel. Ble du annerledes i løpet av rollespillet eller var du deg hele tiden?»

Eleven - «Først var jeg som fast form og da var jeg stille, da ble jeg til væske og flytende og da ble jeg til gass.»

L4 - «Men du var Mia hele tiden, du ble ikke til Maria eller Bente? Nei. Så er du da en kjemisk reaksjon? Når du fikk større fart og ble gass?»

Eleven - «Vi forandrer ikke, vi forandret form... ja, **da skjønner jeg**.»

L4 – «Så hva er det med kluten som henger til tørk?»

I rollespillet var elevene vannmolekyler. Avhengig av temperaturen som «ble styrt av læreren», bevegde elevene seg med ulik fart i klasserommet. Ved å gjenkalle aktiviteten, kan man anta at læreren har fremmet en konseptuell forståelse hos den ene eleven som sier «Vi forandrer ikke, vi forandret form... ja, da skjønner jeg». Når læreren går til disse to gruppene får jeg også inntrykk

av at de fleste elevene husker rollespillet godt, fordi de nikker og tilføyer kommentarer i diskusjonen.

I dette kapitlet har jeg presentert mine funn og kartlagt metaforene som lærerne brukte for å introdusere og forklare naturfaglige begreper. For å oppsummere det kan jeg si at alle «sources» identifisert i alle begrepsmetaforer forankres i ulike kroppslige situerte erfaringer. Med unntak av det naturfaglige begrepet «Det periodiske system» er *alle* de andre begreper abstrakte. Mange av metaforene kom til uttrykk gjennom språk, det vil si på et lingvistisk nivå og i tråd med den fysiske sansen. Lærerne benytter alltid noe som elevene har kjennskap til eller har erfaring med. Det kan dreie seg om klær, dyne, brød, å være glad (happy), osv. Andre ganger bruker lærere metaforer som også forankres i en hverdagslig opplevelse, men som i tillegg uttrykkes gjennom kroppsspråk. I disse tilfeller benytter lærerne ulike modaliteter som gester, tegning på tavle, deler av molekylbyggesett og henvisning til et rollespill for å uttrykk metaforene.

Lærerne kan koble kroppslig situerte erfaringer og naturfaglige begreper på en eksplisitt måte ved å si at «A er som B», eller ved å si at elevene skal nå «forestille seg at ...». De kan i tillegg legge ved en forklaring på hvorfor «A er som B», som ofte knyttes til prosessen bak det abstrakte begrepet. Lærerne skjuler eller fremhever ulike aspekter av noen metaforer de bruker. Til slutt når det gjelder både metaforene som uttrykkes gjennom språk og kroppsspråk, kan lærerne også koble metaforer på en implisitt måte hvor delene av det abstrakte begrepet ikke kommer til uttrykk i utsagn.

5 Diskusjon

I dette kapittelet vil jeg drøfte funnene av min studie i lys av relevant teori og tidligere forskning for å besvare problemstillingen og forskningsspørsmålene. Først skal jeg si noe generelt om hvordan metaforene ble brukt i naturfagundervisningen jeg har observert. Deretter vil jeg drøfte funnene av metaforer som kom til uttrykk gjennom språk og kroppsspråk for å besvare hvilke metaforer som et utvalg lærere i LISSI-prosjekter bruker. Videre vil jeg drøfte grep gjort av lærere for å tilrettelegge bruken av metaforene og hvordan de ulike grepene kan påvirke undervisningen.

5.1 Metaforer brukt av naturfaglærere for å forklare naturfaglige begreper

Funnene i denne studien viser, med veldig få unntak, at et utvalg lærere i LISSI-prosjektet bruker metaforer hver gang de presenterer et abstrakt naturfaglig begrep for elevene på ungdomstrinnet. Naturfagstemaene som ble observert i studien handlet om: drivhuseffekt, platetektonikk, verdensrommet og Big Bang teori, årstidsvariasjon og kjemifaget. Til sammen ble det identifisert og analysert 47 begrepsmetaforer benyttet for å forklare 19 naturfaglige begrep. Av disse var kun ett begrep ikke abstrakt. «Det periodiske systemet» var det eneste begrepet som navnsatte et virkelige objekt (Wellington & Osborne, 2001). De andre begrepene fordelte seg mellom ulike naturfaglige prosesser (friksjon, fusjon, ulike platebevegelser, mm) og ideer og forestillinger (ion, molekylforbindelser, mm) (Wellington & Osborne, 2001). Funnene er i samsvar med tidligere forskning som også påpeker at naturfaglærere benytter metaforer for å forklare vitenskapelige begreper som er abstrakte og ikke-direkte observerbare (Beger & Jäkel, 2015; Fredriksson & Pelger, 2016; Hatin, 2020; Kersting & Steier, 2018; Mozzer & Justi, 2013; Niebert & Gropengiesser, 2015; Treagust et al., 1992).

Ifølge Niebert et al. (2012) er det ikke mulig å undervise i naturfag uten å benytte metaforer. Lærerne bruker ofte en metafor for å skape mening og å bygge en bro mellom et abstrakt konsept og noe som allerede er kjent. Dette betyr ikke at lærerne bruker metaforer hele tiden. I mitt

datamateriale er det to tilfeller der to lærere presenterte naturfaglige begreper uten å benytte en metafor. Når L1 og L2 underviste om drivhuseffekten, har de forklart begrepet «refleksjon» ved å henvise til refleksjon som skjer i et speil. Her er speilet forstått i sin bokstavelige betydning i konteksten og er derfor ikke en metafor. Likevel er forklaringen vellykket fordi lærerne benytter en kroppslig situert erfaring som elevene er kjent med. I de timene der lærerne ikke presenterer nytt fagstoff for elevene, ble det ikke brukt metaforer i det hele tatt. Disse timene tilsvarer de som ble observert og deretter ekskludert fra analysen i denne oppgaven. Selv om lærerne benyttet naturfaglige begreper i undervisningstimene, var det ikke et behov for ytterligere forklaring fordi det virket som at begrepene allerede var kjent for elevene. Treagust et al. (1992) sin studie hadde lignende funn når det gjelder hyppighet av metaforbruk i undervisningstimer, men ikke når det gjelder antall metaforer brukt av lærere. Utfra 40 naturfagstimer fordelt på syv lærere som Treagust et al. (1992) observerte, har naturfaglærerne kun brukt seks metaforer i seks separate undervisningstimer. Det er mange forskjeller mellom Treagust sin metode og metoden benyttet i denne studien, som for eksempel, bruk av et annet rammeverk for metaforanalysen, flere forskere som deltok i klasseromsobservasjon og ingen bruk av videopptak. Poenget her er å understreke at antall og hyppigheten av læreres bruk av metafor er veldig varierende. Det er også slik at læreren ikke presenterer nytt fagstoff hver eneste timen.

Videre diskuterer jeg *hvilke metaforer et utvalg lærere i LISSI-prosjektet bruker i naturfagundervisning på ungdomstrinnet for å forklare naturfaglige begreper.*

5.1.1 Metaforer som uttrykkes gjennom språk

Språket er noe som er mer enn et redskap for kommunikasjon (Sjøberg, 2009). Det er gjennom språk at man klarer å sette ord for å forstå og å forestille seg noe som er abstrakt (Fredriksson & Pelger, 2016; Kersting & Steier, 2018). I LISSI-prosjektet har et utvalg naturfaglærere brukt, blant annet, metaforer som uttrykkes kun gjennom språk. I oppgaven omtaler jeg disse metaforene som tilhørende et lingvistisk nivå. Først gjennom en systematisk metaforanalyse ble det mulig å identifisere metaforene brukt av lærere. Ifølge Schmitt (2005) «metaphor analysis brings to word the linguistic models through which understanding is translated» (s.384). Ved å tolke og gjenoppbygge begrepsmetaforene etter et mønster oppsummert som «target is source» fikk jeg et innblikk i lærernes tankegang. De språklige symbolene er med på å mediere tankene

våre og danner dermed assosiasjonsforbindelser mellom de ulike delene i metaforer. Tankene våre er, som tidligere beskrevet, av metaforisk art (Lakoff & Johnson, 2003a). For meg var det viktig å få dette innblikket i lærernes tankegang for å kunne si noe senere om hvilke grep disse lærerne gjør for å tilrettelegge for bruken av metaforene i naturfagundervisning. Prøvde lærerne å tydeliggjøre hvorfor han/hun bruker akkurat den ene eller andre metaforen? Ble det sagt hva som gjelder eller ikke gjelder i metaforen, osv?

Som tidligere gjort rede for i teorikapittelet, er det slik at begrepsmetaforene har grunnlag i sammenhenger med våre erfaringer (Lakoff & Johnson, 2003a). Funnene i min studie viser at, uavhengig av naturfagstema, er *alle* «sources» (kildedomene) benyttet av lærerne forankret i en hverdagsopplevelse, som forventes å være kjent for elevene. Når læreren forklarer eller presenterer de ulike naturfaglige begrepene for elevene, bruker de, for eksempel, konsept av klær, dyne, drivhus, brød, Nugatti, å være glad og fornøyd, å være mennesker, å gni på fingrene, osv. Gjennom språk kobler læreren noe som kanskje elevene har erfaring med eller kjennskap til, med noe som ofte er abstrakt og/eller ikke-observerbart (f.eks. drivhusgass, atomkjerne, store jordoverflaten, solenergi, atom med stabil elektronfordeling, osv). Det mønsteret som observeres i funnene, er at kildedomene for begrepsmetaforene er kjent og forankret i kroppslig situerte erfaringer. Dette er noe som både Kersting et al. (2021) og Niebert et al. (2012) fremhever i sine studier; nemlig at forståelse av abstrakte naturfaglige begreper ikke skjer direkte, men alltid gjennom andre kunnskapsdomener som man har mer erfaring i.

Forståelsen av de lingvistiske metaforene er knyttet til den fysiske sansen (Kersting et al., 2021). Det er gjennom å ha erfaringer og opplevelser med kroppen at vi forstår at klær og dyner holder varmen inntil kroppen, at man vet hvordan det føles å være glad og fornøyd, eller at man vet hva en Bibel er fordi man har sett, hørt om eller brukte en før. Som Kersting et al. (2021) påpeker, er den fysiske sansen meget relevant og nyttig med tanke på læring av naturfaglige abstrakte begreper og er i tråd med begrepsmetaforer der kildedomenet er forankret i en kroppslig situert erfaring.

5.1.2 Metaforer som uttrykkes gjennom kroppsspråk

De andre metaforene brukt av lærere i LISSI-prosjektet ble uttrykket gjennom en kombinasjon av språk, kroppsspråk og ulike modaliteter. Metaforene ble analysert med en multimodal analyse og tilhører et kroppslig situert nivå fordi de ikke er kun verbale. Med unntak av naturfagstemaer om drivhuseffekt og årstidsvariasjon, hadde lærerne i alle andre temaer brukt metaforer på et kroppslig situert nivå. Dette betyr ikke at det ikke brukes metaforer på et kroppslig situert nivå i undervisning om drivhuseffekt og årstidsvariasjon, men at *jeg* ikke hadde slike tilfeller i de undervisningstimene som jeg observerte. I motsetning til Xu et al. (2021) som benyttet en multimodal analyse for å studere ulike nivå av resonnement foretatt av *elever*, har jeg i min studie undersøkt *lærernes* tankegang og uttrykksmåter. Lærerne bruker egen kropp når de sier en metafor, og/eller bruker ulike gjenstander som de har tilgjengelig i klasserommet. Det kan være en tegning på tavla, eller ulike former for praktiske aktiviteter. Ved å anvende de ulike modalitetene samtidig, integrerer lærerne de ulike potensielle meningene som hver enkelt modalitet har (Crowder, 1996; Xu et al., 2021). Denne medieringen, der man erstatter gjenstander, tegn og gester med tilhørende språklige symboler i tankene våre, er med på å underbygge vår forståelse (Vygotsky, 1978). Dette handler om å skape en dynamisk prosess som gjenspeiler fantasifulle tanker benyttet av en lærer for å trekke slutninger om et abstrakt naturfaglig begrep. I denne diskusjonen ønsker jeg å løfte blikket mot tre grupper av kroppslig situerte metaforer som finnes i datamaterialet og som kombineres med: (i) gester; (ii) representasjoner og modeller; og (iii) rollespill.

Metaforer kombinert med gester

«Gesture helps to birth thought, as does language» (McNeill sitert i Crowder, 1996, s.174). Både i undervisningen om verdensrommet og platetektonikk benytter lærerne metaforer som kommer til uttrykk gjennom kroppsspråk eller gester for å forklare begrepene friksjon, himmellegeme og de ulike typer av platebevegelser. Lærerne gestikulerer, og deres gester er spontane og idiosynkratiske bevegelser som skjer synkront med deres utsagn (Moro et al. 2020).

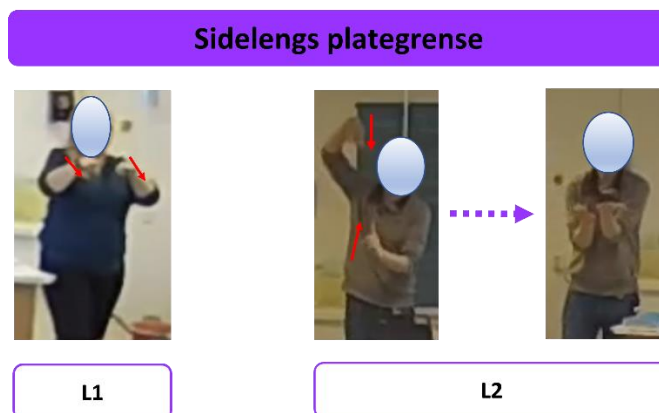
I alle tilfellene sier ikke lærerne eksplisitt at fingrene eller hendene representerer objekter i verdensrommet eller jordens plater. Crowder (1996) refererer til «content-carrying gesture» når gestene inneholder uuttalt mening, Kastens et al. (2008) bruker begrep «iconic gesture» og Moro

et al. (2020) anvender konseptet «enactment gesture». Selv om disse forfatterne ikke har analysert dataene sine gjennom metaforisk briller, har de sett at alle naturfaglærere (og elever) bruker slike gester når de forklarer abstrakte naturfaglige begreper og at denne typen handling er vanlig og nødvendig for å skape mening i naturfag. Ved å benytte mine egne metaforiske briller, kan jeg si at de begrepsmetaforene brukt av lærere i LISSI-prosjektet er enactive metaforer som ikke uttrykkes gjennom kun språk, men gjennom gester. Ifølge Gallagher og Lindgren (2015) er gestene en helt naturlig del av språket vårt og vi bruker dem for å understøtte («scaffolde») vår egen tankegang. Gestene tilfører meningsfylt informasjon samtidig både for den som gestikulerer (som en støtte for tenkning) og for mottagere (Crowder, 1996; Gallagher & Lindgren, 2015).

Det er interessant å merke seg at begge lærerne som underviste om platetektonikk brukte metaforer kombinert med gester for å forklare de ulike platebevegelsene. Gestene alene bærer ingen mening, men meningen konstrueres av noen og i henhold til et sett med konvensjoner (Lemke, 1990). Kastens et al. (2008) sier at gester brukt i geofag støtter forklaring av en 3-D struktur siden de kan inneholde informasjon om posisjon, retning, størrelse, osv. I tillegg fordi gester utspiller seg over tid kan de også bære 4-D informasjon, som tilsvarer tidsdimensjon, som for eksempel bane og akselerasjon (Kastens et al. 2008). Fra et didaktisk perspektiv argumenterer Kastens et al. (2008) for at fordi gester er bokstavelig talt kroppslig situerte er disse «a powerful mean of surfacing and conveying so-called embodied knowledge» (s. 363). Med andre ord, slike gester spiller en viktig rolle i vår kroppslig situert kognisjon (Risko & Gilbert, 2016) og knytter seg til den økologiske sansen.

Begge lærerne brukte omtrent like bevegelser med hendene når de forklarte de ulike begrepene for elevene (figur 6.1). Det er likevel tydelig at ulike mennesker kan ha ulik forståelse av de samme gestene avhengig av personens kulturelle bakgrunn og erfaring (Lemke, 1990). L1 og L2 har ulike oppfatninger av begrepsmetaforen om hvordan plater beveger seg sideveis. De bruker forskjellig romlig orientering (Lakoff & Johnson, 2003a). L1 har en oppfatning om at platene beveger seg på et horisontalt plan, som kanskje gjenspeiler platenes orientering på selve Jorden, og L2 bruker en vertikal romlig orientering. Her blir det ikke mulig å vite hvorfor, siden jeg ikke hadde anledning til å snakke med lærerne. Det som skjer, er at en av L2 elevene «korrigerer» L2 og peker på at hendene burde ha vært på en horisontalt plan. Igjen, jeg kan ikke si med sikkerhet

at elevene forstår eller ikke forstår L2s forklaring av sidelengs plategrense fordi jeg ikke fikk snakket med hverken lærer eller elever. Uansett kan jeg anta at for denne eleven, ga L2s begrepsmetafor om sidelengs plategrense, mer mening når lærere bruker en annen romlig orientering. Kanskje den horisontale orienteringen er det som eleven har med seg på grunn av hans kulturelle bakgrunn eller erfaringer.



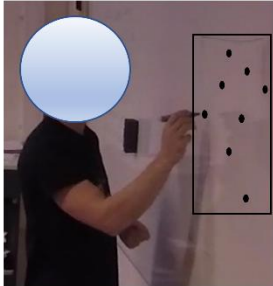

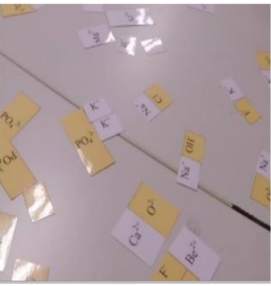
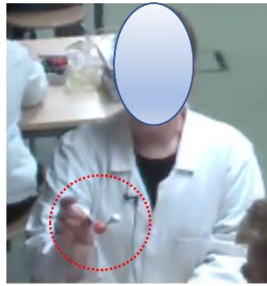
Figur 6.1: L1 og L2 forklaring av sidelengs plategrense med begrepsmetaforer forankret i ulik romlig orientering.

Metaforer kombinert med representasjoner og konkrete modeller

LISSI-lærerne som underviste i kjemi og om verdensrommet har brukt metaforer uttrykt gjennom kroppsspråk kombinert med representasjoner og modeller. Kjemifaget var temaet med flest metaforer der 21 av 24 metaforer var kroppslig situerte. Coll (2006) påpeker at representasjoner og modeller er svært viktig i kjemifaget fordi «chemistry involves many complex and abstract concepts. [...] models and modelling are of such importance in chemistry that is difficult to conceive that anyone could understand chemistry without understanding chemistry's models and their use» (s.66).

Som tidligere beskrevet i teoridelen, blir metaforene behandlet som en form for modell i naturfagundervisning og i denne oppgaven (figur 2.2). Likevel ønsker jeg å drøfte sammenhengen mellom modeller og metaforer. Når vi anvender representasjoner og konkrete modeller prøver vi å *visualisere* både beskrivelsen av naturen, abstrakte begreper og/eller assosiasjoner (Coll, 2006; Ødegaard et al. 2021a). Modeller og representasjoner medierer forståelsen av et fenomen. De hjelper oss å gjøre flere assosiasjonsforbindelser og utvider det vi allerede vet om hvordan verden fungerer (Lancor, 2014). Metaforer fungerer på samme måte

som modeller og representasjoner. Gjennom en metafor kobler man visse egenskaper fra et «source»-domene (modell eller representasjon) som skal være kjent for oss, med egenskaper ved et «target»-domene (f.eks. abstrakt begrep) (Lakoff & Johson, 2003a). Deretter er det gjennom språk at man klarer å kommunisere en idé til andre (Vygotskij, 2001). Man bruker da en metafor for å *forklare* representasjoner og modeller. Figur 6.2 viser til eksempler der noen av lærerne i LISSI-prosjektet bruker metaforer kombinert med representasjoner og konkrete modeller.

Partikler i verdensrommet	Ion	Ioner og salt	Molekylærforbindelse
			
L3	L4		L5
<p>Små partikler er prikkene tegnet på tavla.</p>	<p>Atomskall er en sirkel på tavla.</p> <p>Elektroner er prikker tegnet på tavla.</p> <p>Elektroner er mennesker.</p>	<p>Saltkristallen er et rektangel.</p> <p>Ioner er brikker (farget kort).</p>	<p>Atomer er mennesker.</p> <p>(Dobbelt)Bidingen er myke pinner fra byggesett.</p> <p>Atommet er en kule.</p>

Figur 6.2: Kroppslig situerte metaforer (representasjoner og modeller).

Representasjoner, modeller og metaforer forenkler forklaringen av måldomenet (f.eks. et naturfaglig begrep) ut fra egenskaper fra kildedomenet som befinner seg i selve representasjon og modellen (Coll, 2006; Schmitt, 2005; Sjøberg, 2009). Når L3 og L4 tegner prikker på tavlen, er disse prikkene i seg selv uten mening. Når lærerne sier eksplisitt at «disse prikkene er små partikler» og «Hvor mange elektroner? [...]En (tegner på tavla)», hjelper de elevene til å skape mening utfra representasjonen ved å bruke en metafor.

Når vi anvender en modell, og dermed en metafor for å forklare den, er det kun ett eller et par forhold av modellen som er mulig å belyse (Ringnes & Hannisdal, 2014). Det er nyttig å fremheve, for eksempel, det strukturelle arrangementet av atomer i en molekylmodell, som L5 gjør, og ignorere de relative størrelsene til atomer (Coll, 2006). Bruk av molekylbyggesett i kjemi er viktig med tanke på å forbedre elevenes forståelse av molekylære strukturer (Coll, 2006; Ringnes & Hannisdal, 2014; Ødegaard et al., 2021a). Her kunne man tenke seg at elevenes tidligere erfaringer med ulike romlige orienteringer er med på å bidra til å trekke slutningen om det abstrakt konsept av molekylets 3-D struktur (Lakoff & Johnson, 2003a).

Til sist vil metaforene som kombineres med representasjoner og modeller knytte seg til den fysiske sansen, fordi ulike kroppslige aktiviteter deltar i kognitive prosesser og muliggjør overføring av slutninger fra en kroppslig situert erfaring til naturfaglige abstrakte begreper (Kersting et al., 2021).

Metaforer kombinert med rollespill

Den siste gruppen av kroppslig situerte metaforer som finnes i datamaterialet er den som kombineres med et rollespill. I en av kjemitimene, snakker L5 og elevene om kjemiske reaksjoner. L5 henviser til et rollespill som elevene har hatt i en tidligere time. Ifølge Ritchie et al. (2006) fremkaller rollespillet en metaforisk tenkning som oversettes til handling og diskurs. I det aktuelle rollespillet var elevene et vannmolekyl som bevegde seg med ulik fart i klasserommet, avhengig av temperaturen som «ble kontrollert av læreren». Her igjen måtte læreren og elevene bruke metaforisk språk for å forestille seg det å være et vannmolekyl. Videre ble elevenes bevegelser med ulik fart også overført til et abstrakt nivå for å skape mening om vannets tilstand (gass, væske og fast form). Metaforen i denne aktiviteten er enactive. Gallagher og Lindgren (2015) fremhever at enactive metaforer «have the potential to dialogically develop a stable sense of relationships by prompting the user to act out their understandings with their bodies and adapt those understandings via salient channels of feedback» (s.398). Denne typen metaforer er i tråd med den økologiske sansen og er veldig relevant i naturfagundervisning. Den muliggjør ulike affordanser med miljøet via «action and perception» (Kersting et al. 2021, s.15). Ved å interagere med miljøet på en metaforisk måte gjennom ulike handlinger bidrar dette til læring (Gallagher & Lindgren, 2015).

Enactive metaforer muliggjør interaksjoner med miljøet som reduserer den kognitive belastningen og gjør det lettere å huske informasjonen i etterkant (Kersting et al. 2021). Det som skjer, er at kroppslig situerte erfaringer som forekommer i en nåværende situasjon endrer måten hjernen behandler informasjon på fordi vi tenker *med* kroppen og ikke bare *i* den (Kersting et al. 2021; Risko & Gilbert, 2016). Den kognitive belastningen reduseres fordi vi tenker i samspill mellom kropp og miljø, for eksempel ved å ikke huske alt «i hodet», men ved å ha nyttig informasjon tilgjengelig i verden (Risko & Gilbert, 2016; Wilson, 2002).

Dette ser man når læreren spør om hva som skjedde i rollespillet, og der den ene eleven sier «Først var jeg som fast form og da var jeg stille, da ble jeg til væske og flytende og da ble jeg til gass». Dette tyder på at eleven husker veldig mye av det som ble gjort under rollespillet og hjelper eleven å se sammenhengen mellom molekylenes bevegelser og forandring i vannets tilstand. I dialogen spør læreren om elevene hadde forandret seg og blitt til en annen elev og om dette var en kjemisk reaksjon eller ikke. Eleven svarer at «Vi forandrer ikke, vi forandret form... ja, da skjønner jeg». Det siste utsagn gir en god indikasjon på at eleven har klart å trekke en slutning ut fra aktiviteten for å resonnerer over begrepet «kjemisk reaksjon». Å benytte en kroppslig situert erfaring i naturfag er med på fremme en konseptuell forståelse av abstrakte naturfaglige begreper (Riemeier & Gropengießer, 2007). I dette eksempelet gjør læreren en utmerket jobb når hun bruker den kroppslig situerte erfaringen fra rollespillet og ved å «skaffolde» elevenes hukommelse og assosiasjoner (Mork & Erlie, 2017). Keifert et al. (2021) viser også i sin studie at elevene på barnetrinnet (6 til 8 års alder) som deltok i et rollespill for å lære om vannets ulike tilstander fikk en bedre forståelse av mikroskopisk partikkelatferd gjennom en kroppslig situert aktivitet. Elevene hadde tilgang til et interaktivt system som støttet dem i å lage ulike konfigurasjoner av vannmolekyler. Forfatterne er tydelige i å si at denne teknologien ikke lærte dem noe, men at læring foregikk gjennom sosial interaksjon og lærerens skaffolding (Keifert et al., 2021).

Lindgren og Moshell (sitert i Gallagher & Lindgren, 2015) har undersøkt effekten av en «Mixed reality»-simulering. Elevene «er en asteroide» og deres bevegelser i simuleringen tilsvarer den til asteroiden. Forskerne har sammenlignet resultatene fra to ulike måter å engasjere seg med simuleringen. Den ene hadde en svak enactive tilstand, der elevene styrte asteroiden med en

kontroll og visualiserte det på en PC-skjerm. Den andre måten handlet om en sterk enactive tilstand hvor elevene selv var asteroiden og ble «transportert» til simuleringen. Resultatene viser at den sterke enactive gruppen hadde bedre læringsutbytte enn den svake enactive gruppen når det gjelder forståelse av asteroidebevegelser og forutsigelse av dens bane (Lindgren & Moshell siterte i Gallagher & Lindgren, 2015). Her igjen viser naturfagdidaktisk forskning relevansen av den økologiske sansen og viktigheten av å bruke *hele kroppen* når man interagerer med miljøet. I en annen studie har Hatin (2020) undersøkt hvordan «whole-body» engasjement med en metafor i et læringsmiljø ved universitet kan støtte og forbedre studentenes læringsutbytte. For å lære om aksjonspotensial i nerveceller har studentene engasjert seg med en enactive metafor ved å bruke en skumskyter (nerf gun). Studentene kan koble ulike abstrakte begreper om nervecelle kommunikasjon med skumkytere som representerer en nervecelle. For eksempel, uansett hvor hardt man trekker på avtrekkeren, vil leketøy skyte prosjektilet med samme hastighet, og dette tilsvarer nevroners aktiveringsterskel (Hatin, 2020). Som funnene i denne masteroppgaven tyder på, ser det ut til at man ikke trenger å ha et avansert læringsmiljø for å promotere et fruktbart læringsutbytte hos elevene og fremme konseptuell forståelse. Likevel ved å sette mine funn opp mot annen empirisk forskning kan man blant annet bekrefte at læring i naturfag er kroppslig situert. Videre vises også relevansen av å bruke hele kroppen for å engasjere seg med en metafor i naturfagundervisning. Andre empirisk funn kan også være til inspirasjon for å planlegge et mer varierte undervisningsopplegg.

5.2 Grep som lærere gjør for å tilrettelegge for bruk av metaforer og grepenes påvirkning på naturfagundervisningen

Videre var målet med denne oppgaven å også undersøke *hvilke grep lærere gjør for å tilrettelegge for bruken av metaforer i naturfagundervisning og hvordan de ulike grepene kan påvirke naturfagundervisning*. Bruken av metaforer kan fremme konseptuell forståelse og er nødvendig i naturfagundervisning (Harrison, 2006). Likevel kan en lærer bruke eller presentere en metafor for elevene på ulike måter. Noen måter eller grep er bedre og mer effektive enn andre, og av og til kan en måte fungere fint i en kontekst, men ikke i andre. For å besvare disse forskningsspørsmålene har jeg, basert på teori og tidligere forskning, inndelt de ulike grepene

som jeg identifisert i mitt datamateriale i tre grupper: (i) grep som støtter læring, (ii) grep som hindrer læring, og (iii) grep som kan både støtte eller hindre læring.

5.2.1 Grep som støtter læring

Metaforens kildedomene forankret i en kroppslig situert erfaring hos eleven

Naturfaglige begreper eksisterer ikke alene, men som en del av et semantisk mønster hvor man kan etablere koblinger mellom ordets betydninger (Lancor, 2014; Lemke, 1990). Derfor er det ønskelig at naturfaglærere presenterer fagstoff på en logisk og meningsfull måte for at elevene skal klare å etablere koblingene (Haug & Ødegaard, 2014). I denne sammenhengen ville det være vanskelig å forklare et naturfaglig begrep med utgangspunkt i noe som elevene ikke kjenner fra før. Et grep som støtter læring er derfor å bruke en metafor med et kildedomene forankret i en kroppslig situert erfaring hos eleven selv (Harrison, 2006; Lancor, 2014; Niebert et al. 2012).

Mozzer og Justi (2013) fremhever at fruktbar og effektiv bruk av metaforer i naturfagundervisning krever et godt forberedt repertoar av metaforer som kan fungere som en bro mellom elevenes kroppslig situerte erfaringer og naturfaglige begreper. I datamaterialet finner vi et eksempel der en av lærerne korrigerer en misoppfatning fra en elev ved å spørre eleven om «det å blande saft i vann er å fusjonere». Eleven svarer med en gang at det ikke er det samme. På tross av at valget av metafor virker ganske ad hoc, tydet det i dette tilfelle på at den var vellykket fordi metaforen er forankret i noe som denne eleven har kjennskap til.

På den andre siden kan man som lærer ikke være sikker på at alle elevene har en egen kroppslig situert erfaring med absolutt alle kildedomener benyttet i begrepsmetaforer. Dette er ikke noe som er uventet siden hver enkelt av oss har ulike erfaringer som man tar med seg til skolen (Schmitt, 2005). I datamaterialet er det en episode der L1 bruker begrepsmetaforene «Atmosfæren er et drivhus» og «Drivhusgassene er et drivhus». Elevene må først diskutere hva et drivhus er. Når læreren tar opp hva elevene har diskutert i plenum, ser det ut for at ikke alle elevene har en forståelse av hva et drivhus egentlig er eller gjør. Mangelen på en kroppslig situert erfaring som treffer metaforenes kildedomene kan føre til feil metaforisk korrespondanse, og da fungerer ikke metaforen etter sin hensikt (Niebert et al., 2012). Dette fordi når lærerne

presenterer en metafor, tenker de på en mulig kobling baserte på egen erfaring, og elevene kan tolke det på en annen måte.

I faglitteraturen viser Niebert et al. (2012) et lignede eksempel med en kjemilærer som bruker en metafor om skoleball for å forklare kjemisk likevekt. Læreren sier noe om antall gutter og jenter som skal danne par for å danse i en lukket gymsal, og at faktorer som å gå sammen eller fra hverandre påvirker skoledansen. Metaforen brukt av denne kjemilæreren er sofistikert og fin fordi den innebærer mange koblinger til konseptet kjemisk likevekt (Niebert et al., 2012). Likevel trenger elevene, som ikke har vært på et skoleball, å forestille seg alt og overføre det til de ulike konseptene som inngår i begrepet kjemisk likevekt (reaktanter, produkter, reaksjonshastighet, osv). Det samme gjelder metaforen benyttet av L1 når hun forklarer virkemåten til et drivhus for elevene som ikke vet hva det er, eller aldri har vært inne i et. Alt i alt, ved å på forhånd å tenke på fordeler og ulemper ved å benytte et bestemt kildedomene i metaforen kan det hjelpe lærere i å bestemme om metaforen er gunstig (Fredriksson & Pelger, 2016).

Eksplisitte metaforer, med eller uten forklaring

Et annet grep som alle lærere i LISSI-prosjekt gjør er å bruke en eksplisitt metafor. Det vil si at de kobler «target» og «source» i metaforen på en eksplisitt måte ved å si at «A er lik B». Lærere sier blant annet at elevene skal «forestille seg at...», eller at «drivhusgasser **er som** drivhus/dyne» og «rød kule **er** oksygen». Lærerne tydeliggjør for elevene den metaforiske korrespondansen mellom «target» og «source» som de ser for seg å være relevant.

Harrison (2006) gjør oppmerksom på at for å opprettholde et motiverende læringsmiljø er det viktig å anvende fantasifulle og relevante metaforer. Når lærere sier i tillegg at elevene skal *forestille seg*, så indikerer lærerne, på en eller annen måte, at elevene «er nødt til» å bruke fantasien. Å bruke en eksplisitt metafor er et viktig grep for å unngå feiltolking av den metaforiske korrespondansen som foregår hos elevene (Fredriksson & Pelger, 2016).

Et komplementært grep som støtter læring når lærere bruker en metafor handler om å forklare hvorfor «A er lik B». Lærere sier, for eksempel, hvorfor et drivhus og en dyne fungerer som

drivhusgassene. De sier at varmen ble holdt inne eller stoppet fra å slippe ut. Man gjør dette for å gå bort fra et rent deskriptivt nivå og dermed blir metaforen mer forklarende for elevene (Harrison & Treagust, 2006). Dette er relevant fordi selv om metaforen er korrekt kan det hende at mottageren (eleven) ikke tolker det på samme måte som læreren (Fredriksson & Pelger, 2016). Niebert og Gropengiesser (2012) er kritiske til bruken av et drivhus eller atmosfæren for å forklare drivhuseffekten og mener at lærere skal være forsiktig med det. Dette fordi når man trekker en slutning om at varmen ble holdt inne, så forklarer man drivhuseffektens påvirkninger og ikke dens underliggende mekanismer.

Læreren som sier at «den røde kulen er oksygen», forklarer ikke hvorfor. I konteksten denne setningen ble tatt ut av (hele sekvensen finnes i tabell 4.7), er slik bruk av metaforen ikke problematisk. Dette fordi denne læreren holder på å forklare ulike egenskaper ved en molekylforbindelse når elevene jobber med et molekylbyggesett. For noen av metaforene gir hun ytterligere forklaring, og ikke for andre. Ifølge Holt og Øyehaug (2017) «gjensidig utfyllende metaforer kan være nødvendig for å oppnå en fullstendig forståelse av et fenomen» (s.136). I andre kontekster kan imidlertid bruken av metaforer som kun er deskriptive være problematisk (Harrison & Treagust, 2006). Dessuten betyr det ikke at alle metaforene brukt av lærere i LISSI er eksplisitte, eller at alle metaforene *må være* eksplisitte for å være en støtte for læring. Som allerede nevnt ovenfor, er metaforene kombinerte med gester ikke eksplisitte, fordi lærere sier ikke at hendene deres representerer et «himmellegame» eller «jordens plater». På tross av dette er metaforene fortsatt en støtte for læring. I andre tilfeller, vil mangel på eksplisitt kobling være et hinder for læring og dette diskuteres under 5.2.2 Grep som hinder læring.

Fremheving eller skjuling

Et annet grep som lærere gjør som kan støtte læring er å fremheve eller skjule deler av metaforen. En av lærerne i LISSI bruker en metafor om brødbaking for å forklare fusjon som foregår i stjernene. Han fremhever et viktig aspekt av metaforene som handler om endring i stjernens masse (Lakoff & Johnson, 2003b). Samtidig kan man tenke seg at han skjuler at vektforskjellen i brødet skyldes vann som fordamper under baking. Holt og Øyehaug (2017) påpeker at elevene kan tolke metaforer altfor bokstavelig. Når denne læreren i tillegg informerer om metaforens begrensning ved å si tydelig at energien egentlig aldri blir borte, gjør han

metaforens mening mer presis (Holt & Øyehaug, 2017) og reduserer alternative forestillinger for elevene (Treagust et al., 1992). Denne tydeliggjøringen er helt avgjørende for at elevene ikke skal sitte med en feil og upresis metaforisk korrespondanse i begrepsmetaforen «Atomkjerner er brød». Å fremheve eller skjule et aspekt i en metafor er et viktig grep i en didaktisk sammenheng fordi lærere og elever kan bruke samme «target» og «source», men likevel har ulik metaforisk korrespondanse mellom disse (Niebert & Gropengiesser, 2012).

Lancor (2014) argumenterer videre for at fruktbar fremheving og skjuling av ulike aspekter ved en begrepsmetafor for energi varierer. Energi kan forstås som noe som forsvinner, bytter form, eller som en ingrediens eller et produkt, avhengig av konteksten og fag (biologi, fysikk og kjemi) (Lancor, 2014). Det finnes ikke én enkelt metafor for energi som klarer å få med seg hele kompleksiteten av begrepet (Lancor, 2014).

Kroppslig situerte metaforer som er i tråd med den økologiske sansen

Det siste grepet som lærere i LISSI-prosjektet kan gjøre for å støtte læring ble diskutert i det forrige delkapittelet av diskusjonen og handler om bruk av metaforer som er kroppslig situert og i tråd med den økologiske sansen. Både kroppslig situerte metaforer som kombineres med gester og rollespill, det vil si enactive metaforer, spiller en svært viktig rolle i naturfagundervisning (Gallagher & Lindgren, 2015; Keifert et al., 2021; Kersting et al., 2021). Som allerede nevnt, vil den økologiske sansen av en kroppslig situert metafor «offload cognitive work onto environment» (Kersting et al., 2021, s.15). Dette er noe som er viktig i læringsprosessen i naturfag fordi den offloaden er med på å unngå å belaste korttidsminnet (Ringnes & Hannisdal, 2014). Dermed blir det lettere å huske tilegnet informasjon i framtiden.

5.2.2 Grep som hindrer læring

Implisitte metaforer

I analysen av datamaterialet er det kun ett grep som er et hinder for læring. Grepet handler om bruk av implisitte metaforer, der lærerne ikke sier eksplisitt at «A er B». Det forblir opp til mottageren å tolke metaforen og koble kildedomenet til det abstrakte begrepet.

Når en av lærerne sier, for eksempel, at det kjemiske puslespillet for å bygge saltkrystaller har to kort i forskjellige farge, og *ikke* sier at kortene representerer ioner, blir det opp til elevene og jeg som forsker, å tolke metaforen. Her har jeg benyttet mine referanserammer for å forstå og tolke det som befinner seg i det uttalte. Likevel kan man ikke være sikker på at elevene har de samme referansene som meg. Mozzer og Justi (2013) påpeker at «analogies are not directly transferred from teacher's to students' knowledge, but reinterpreted by them» (s.1693). Treagust et al. (1992) poengterer denne utfordringen i sin studie, der han både har analysert metaforene brukt av naturfaglærerne og intervjuet dem. I hans data finnes det også implisitte metaforer. Treagust et al. (1992) argumenterer for at selv om andre naturfaglærere klarer å tolke slike metaforer, kan man ikke være sikker på at elevene besitter samme kunnskapen.

5.2.3 Grep som kan både støtte eller hindre læring

Metaforer forankret i kulturell/sosial kontekst

Andre grep gjort av lærerne i LISSI-prosjekt kan støtte eller hindre læring avhengig av konteksten. Det ene grepet dreier seg om metaforer som forankres i en kulturell eller en sosial erfaring/kontekst. Vårt begrepssystem er konstruert utfra de erfaringene vi har, og disse erfaringene varierer fra kultur til kultur (Lakoff og Johnson, 2003a). Dette innebærer at ulike kulturer har ulike metaforer (Sjøberg, 2009).

En av lærerne i LISSI bruker metaforer som har kildedomener som Nugatti, saft, brød og bolle. For at slike metaforer skal være fruktbare, forutsettes det at elevene har en erfaring med disse matvarene og til og med baking for å kunne tolke metaforene. En annen lærer sier at det periodiske systemet er som en Bibel, når hun forteller elevene at de kan finne svarene til det de lurer på om kjemi i det periodiske systemet. Her tolker jeg utsagnet slik at hun mener at Bibelen har alle svarene. Igjen i denne studien er det ikke mulig for meg å si hvorfor læreren velger slike metaforer, eller om elevene faktisk lærer noe utfra dem. Likevel basert på teori, tidligere forskning og mine egne referanserammer mener jeg at disse typer metaforer kan være et tveegget sverd.

Utgangspunktet for å kunne tolke en metafor vil alltid avhenge av individers egne referanser, tidligere erfaringer og preferanser (Aubusson et al., 2006; Harrison & Treagust, 2006). Det betyr

at hvis elevene deler erfaringene og religiøse meninger med læreren, er det mest sannsynlig at metaforene vil være vellykket og dermed en støtte for læring. Derimot hvis elevene mangler enten erfaringer eller, til og med, preferanser, kan slike metaforer være et hinder for læring. Harrison (2006) viser til et case i sin studie der en kjemilærer i løpet av 15 år på jobb har utarbeidet en del metaforer som tar utgangspunkt i gutter-jenter oppførsel, biler og ulike idretter. Ifølge læreren er det disse tingene han tror engasjerer elever på videregående skole. Selv om metaforene hans kan engasjere mange av hans elever, viser det seg gjennom elevintervju at en del jenter kan miste interessen når læreren bruker «biler» og ikke noe annet som appellerer til flere jenter (Harrison, 2006). Eleven må kjenne seg igjen eller ha en eller annen form for forbindelse med metaforene for at de skal være fruktbare.

Ifølge Schmitt (2005) «the process of assessment, in being able to see one aspect of a metaphor as "highlighting" and another as "hiding," requires a subjectivity that is able to draw on a culture that has been lived in and is understood» (s.377). Mozzer og Justi (2013) sin studie viser at noen lærere har en tendens til å benytte egen erfaring når de konstruerer metaforer. En av lærerne i Mozzers studie var opptatt av å benytte «ekteskap» som kildedomene når hun forklarte konseptet av kjemisk binding. For læreren handler ekteskapet om affinitet og stabilitet og derfor tror hun at analogien er passende (Mozzer & Justi, 2013). Dette kan være problematisk fordi, mest sannsynlig, har ikke alle elever en opplevelse av et lykkelig ekteskap hjemme. Videre for å knytte dette til konteksten av den norske skole kan man ikke glemme at her finnes det et stort mangfold av elever fra ulike bakgrunner som kan ha ulike oppfatning om ekteskap eller religion, for den saks skyld.

Metaforer forankret i menneskelige egenskaper

Til sist, det andre grepet som blir diskutert i denne oppgaven og som kan både støtte eller hindre læring, dreier seg om metaforer som forankres i menneskelige egenskaper. Det er oftest i kjemifaget man finner eksemplene på disse metaforene i de undervisningstimer som jeg observerte. I datamaterialet vil atomer og elektroner «ha, oppfylle, gå over, gi bort, ta imot, like en tilstand, være happy og fornøyd». Funnene er i tråd med faglitteratur. Taber og Watts (1996) har undersøkt studenters bruk av antropomorfismer i forbindelse med kjemiske bindinger. En tolkning av studentenes språkbruk er at de betrakter de subatomære enhetene som har intensjoner

og er kausale agenter. De uttrykker at elektroner, ioner og molekyler misliker, grabber, hjelper, låner, tenker, prøver, trenger, eier og ønsker (Taber & Watts, 1996).

Lemke (1990) fremhever at lærere skal unngå å benytte metaforer som tar for seg menneskelig verdier, følelser, ironier og egenskaper i en naturfaglig diskurs. Samtidig mener Lemke (1990) at forklaringen i naturfag er bedre forstått når det presenteres i form av kausalitet, det vil si at effekter forklares av deres årsaker. Eksemplet med «et elektron som kommer til byen og vil inn på det billigste hotellet» (figur 2.2) er akseptabelt i naturfagundervisningen fordi det forventes at elevene er i stand til å skjønne eller forstå at et elektron kan bokstavelig talt ikke sjekke inn på et hotell.

I datamaterialet er en av lærerne opptatt av å fremheve at elektroner egentlig ikke har noe form for følelser. Som tidligere diskuterte i denne oppgaven, er det veldig relevant å fremheve slike påstander. Imidlertid er ikke den sammen læreren (og også den andre) opptatt av å informere elevene om at elektroner ikke «går noe sted» eller at atomer «gir bort/tar imot elektroner». Spesielt i tema om reduksjon og oksidasjon i kjemi er det helt vanlig å benytte slike metaforer. I Ringnes og Hannisdal (2014) sin bok «Kjemi fagdidaktikk; kjemi i skolen» leser vi for eksempel at «Na-atom avgir et elektron og oksideres, men Cl-atom mottar et elektron og reduseres» (s.128). Man kan da spekulere om dette skjer fordi noen utsagn ikke lenger gjenkjennes som metaforer på grunn av dens hyppige bruk i daglig og faglig tale. I faglitteratur betegnes disse som «dead metaphors» (f.eks. når man snakker om et bordben eller en celle i en biologisk kontekst) (Fredriksson & Pelger, 2016; Lakoff & Johnson, 2003b; Taber & Watts, 1996). I kjemifaget, tenker jeg, at metaforer som er menneskelig forankret har som mening å gjøre det lettere å relatere seg til faget som er så abstrakt i mange aspekter.

Mange fag- og didaktikklærere som jeg har møtt i løpet av lektorutdanningen er skeptisk til bruk av metaforer som tar for seg menneskelig verdier og følelser. Elektroner kan gi noe, man de kan ikke føle noe. Taber og Watts (1996) og Kersting et al. (2021) påpeker at antropomorfismer kan støtte læring der *elevene selv bruker det* på en metaforisk måte. Hight et al. (2021) viser i sin studie «Chemical Anthropomorphism: Acting Out General Chemistry Concepts in Social Media Videos Facilitates Student-Centered Learning and Public Engagement» at elevene var veldig

engasjert i å produsere slike videoer. En kvantitativ undersøkelse knyttet til studien viser også at av en total av 75 elever, rapporterer 88% av dem at aktiviteten gjorde det lettere å relatere seg til kjemifaget, og at 76% mener de klarer å huske faglig innhold og konsepter etter to måneder etter at aktiviteten ble avsluttet. I mange av videoene benytter elevene menneskelige verdier og følelser. De går bort fra «å bare være molekyler som beveger seg med ulik fart». Denne typen aktiviteten er også i tråd med den økologiske sansen av en kroppslig situert erfaring.

De ulike metaforer og grepene som ble diskutert i dette kapitlet kan enten være til støtte eller hinder for læring. Brukt på riktig måte kan metaforer ha en stor didaktisk verdi når det gjelder å fremme faglig kunnskap, forståelse og langtidshukommelsen, i tillegg til å redusere det kognitive arbeidet.

6 Konklusjon og implikasjoner

Forskningsslitteratur peker på fortsatt behov for å øke lærernes kunnskap rundt bruk av metaforer i naturfagundervisning. På grunn av egen interesse i å forbedre min lærepraksis og gjøre et bidrag til fagfeltet, har jeg i denne oppgaven undersøkt problemstillingen: *Hvordan brukes metaforer av et utvalg lærere i LISSI-prosjektet i naturfagundervisning på ungdomstrinnet for å forklare naturfaglige begreper?* Hensikten med studien var å kartlegge metaforene benyttet av lærere i LISSI og deretter si noe om hvordan disse metaforene kan påvirke naturfagundervisning. For å besvare problemstillingen, har tre forskningsspørsmål blitt undersøkt:

- i. *Hvilke metaforer bruker et utvalg lærere i LISSI-prosjektet i naturfagundervisning på ungdomstrinnet for å forklare naturfaglige begreper?*
- ii. *Hvilke grep gjør lærere for å tilrettelegge for bruken av metaforer i naturfagundervisning?*
- iii. *Hvordan kan de ulike grepene påvirke naturfagundervisning?*

For å besvare studiens problemstilling valgte jeg en kvalitativ metodologisk tilnærming. Studien består av videoobservasjoner fra datamaterialet i LISSI-prosjektet og tilsvarer 18 undervisningstimer av seks naturfaglærere på ungdomstrinnet. Av disse ble 13 timer videre analysert fordi lærerne hadde brukt metaforer for å forklare naturfaglige begreper. En systematisk metaforanalyse og en multimodal analyse ble benyttet som relevante metodiske tilnærminger for å analysere metaforene i form av begrepsmetaforer. Disse ble kategoriserte etter et mønster «Target is source», hvor «target» tilsvarer det naturfaglig begrepet og «source» tilsvarer en erfaring. Denne type analyse muliggjør en analyse av lærernes vitenskapelige og pedagogiske diskurs. Både teori og forskning viser at det finnes ulike måter å bruke metaforer på, og at disse måtene kan påvirke naturfagundervisning i ulik grad, avhengig av hvilke grep lærerne gjør. Datamaterialet har blitt fortolket, analysert og drøftet i lys av teori om språk og kognisjon, det naturfaglige språket, kroppslig situerte erfaringer i naturfagutdanning og metafor-teori.

Med veldig få unntak, bruker utvalget av lærere i LISSI-prosjektet metaforer i naturfagundervisning på ungdomstrinnet hver gang de presenterer et nytt abstrakt naturfaglig begrep for elevene. Ett av hovedfunnene er at lærere bruker metaforer som kommer til uttrykk gjennom språk og kroppsspråk. Metaforene som uttrykkes gjennom språk tilsvarer et lingvistisk nivå og er i samsvar med den fysiske sansen. Den fysiske sansen knyttes videre til våre kroppslige situerte erfaringer og er relevant i naturfagdidaktikk. Det er ikke mulig å forklare noe som er abstrakt og/eller ikke-observerbart uten å ta i bruk et utgangspunkt i noe som er kjent. Metaforene som uttrykkes gjennom kroppsspråk tilsvarer et kroppslig situert nivå fordi lærere anvender både språk og andre modaliteter som gester, tegning på tavle, molekylbyggesett og henvisning til et rollespill. Alle metaforene fra det kroppslige situerte nivået knytter seg også til den fysiske sansen. Spesielt de metaforene som kombineres med gester og rollespill knyttes videre til den økologiske sansen fordi de kan tolkes som enactive metaforer.

Det andre hovedfunnet viser hvordan lærere tilrettelegger for bruken av disse metaforene og på hvilken måten dette kan påvirke naturfagundervisning. Analysen viser at lærere presenterer metaforene på ulike måter for elevene. Et grep som støtter læring i naturfag, som er felles for alle lærere i denne studien, er at de anvender kildedomene («sources») i begrepsmetaforene som er forankret i ulike kroppslige situerte erfaringer. Her ser det ut for at det faller helt naturlig for lærere å benytte eksempler av erfaringer som de forventer at skal være kjent for elevene sine. For at dette grepet skal støtte læring er det viktig at elevene selv har opplevd disse kroppslige situerte erfaringene (Harrison, 2006; Niebert et al., 2012), ellers risikeres det en feiltolkning av metaforen.

Et annet grep som støtter læring, er når lærere kobler «target» og «source» i en begrepsmetafor på en eksplisitt måte. Når lærere *ikke* gjør denne eksplisitte koblingen, risikeres det at elevene sitter igjen med en feiltolkning av metaforene. Dette kan sees på som et hinder for læring. Forklaringen ligger i at hver enkelt av oss bærer ulike erfaringer som man kan «hente inn» for å tolke en metafor, men at disse erfaringene er avhengige av vår egen kultur og referanserammer. På den andre siden, kan læring bli støttet når læreren gjør en eksplisitt kobling og i tillegg forklarer hvorfor han/hun har valgt nettopp denne koblingen. Det blir lettere for elevene å trekke en slutning når metaforen presenteres på denne måten. Når læreren gir en ytterligere forklaring

av metaforen kan han/hun også fremheve eller skjule ulike «sider» av metaforen, og gjøre metaforen mer koherent (Lakoff & Johnson, 2003b).

Å benytte enactive metaforer som knyttes til den økologiske sansen er også et grep som støtter læring. Denne typen metafor er veldig fruktbar i læringsprosessen fordi den reduserer den kognitive belastningen og dermed gjør det lettere å huske informasjon.

Videre er det to andre grep som lærere i denne studien gjør som kan både være til støtte eller hinder for læring avhengig av kontekst. Det ene er metaforer med kildedomene forankret i noe kulturelt. Disse kan være en støtte eller et hinder fordi kildedomener varierer mellom kulturer. Til sist finnes det i datamaterialet metaforer som forankres i menneskelige egenskaper. Disse kan være til støtte fordi det gjør det lettere å relatere seg til fagstoffet, særlig i kjemifag. I tilfeller der metaforene oppfattes for bokstavelig gang kan de være til hinder for læring.

Denne studien frembringer informasjon og innsyn i den norske lærerpraksisen i naturfag på ungdomstrinnet. Funnene er i tråd med teori og tidligere forskning. Analysen bidrar til økt forståelse om hvorfor bruken av metaforer er viktig og nødvendig i naturfag og hvordan man kan gjøre dette i praksis. Som i de aller fleste kvalitative studier, er det ikke mulig å generalisere funnene til alle norske naturfagsklasserom. Imidlertid, i motsetning til flere empiriske studier som har undersøkt enkeltklasserom eller enkelttema i naturfag, har denne studien sett på seks ulike lærere som har undervist i ulike naturfagstemaer. Noen av temaene var like (drivhuseffekten og platetektonikk) eller overlappende (kjemifag) og dette gjorde det også mulig å sammenligne observasjonene.

Ved å undersøke læreres praksis og få innblikk i deres tankegang kan man si noe om hvordan fagstoff presenteres først for elevene. Dette er et viktig steg for min videre lærerpraksis og leserne. Jeg ønsker videre å si noe om hva slags implikasjoner denne studien har for både lærerpraksis og fremtidig forskning.

Sjøberg (2009) skriver at en god lærer har «evne til å bruke metaforer» (s.56). Når det gjelder lærepraksis, har følgende anbefalinger hensikt i å forbedre læreres PCK om bruk av metaforer i naturfagundervisning. Basert på funnene, teorien og annen empirisk forskning kan jeg si at:

- 1) Det er nyttig for lærere å ha et repertoar klart med metaforer som de kommer til å bruke i undervisningen (Mozzer & Justi, 2013; Harrison, 2006).
- 2) Det er ønskelig at:
 - a. kildedomener i metaforer forankres i elevenes erfaringer (Niebert et al., 2012).
Der dette ikke er mulig, anbefales det å bruke for eksempel andre modaliteter for at elevene kan visualisere kildedomene;
 - b. man tar hensyn til ulike forskjeller i kulturell og sosial bakgrunn hos elevene (Schmitt, 2005);
 - c. metaforene forklares på en eksplisitt måte og gjerne med fremheving eller skjuling der det er naturlig;
 - d. det brukes enactive metaforer der det er passende med undervisningsopplegg eller med forklaring.

Angående videre forskning finnes det muligheter både for å benytte data fra LISSI-prosjektet og for andre fremtidige prosjekter der man kan hente data selv. Man kan for eksempel:

- 1) studere barnetrinnene som finnes i LISSI-prosjektet, med sammen rammeverk for tolkning (eller ikke). Hva slags kildedomener observeres her?
- 2) undersøke lærepraksis angående metaforbruk i andre norske skoler som ikke er en del av LISSI. Er lærepraksis vesentlig forskjell i disse skolene eller ikke nødvendigvis?
- 3) undersøke lærepraksis angående metaforbruk i skoler med høy andel av elever med andre morsmål enn norsk. Er lærepraksis og valg av metaforer i naturfag vesentlig forskjellig i disse skolene eller ikke nødvendigvis?

Ifølge teori, empirisk forskning og funnene i denne studien er metaforer ikke kun «kjekt å ha» for undervisning i naturfag, men et helt essensielt verktøy fordi metaforen underbygger vår tenkning og forståelse av abstrakte naturfaglige begreper.

Litteraturliste

- Amin, T. G., Jeppsson, F. & Haglund, J. (2015). Conceptual metaphor and embodied cognition in science learning: introduction to special issue. *International Journal of Science Education*, 37(5–6), 745–758. <http://dx.doi.org/10.1080/09500693.2015.1025245>
- Anker, T. (2020). *Analyse i praksis. en håndbok for masterstudenter*. Cappelen Damm akademisk.
- Aubusson, P. J., Harrison, A. G. & Ritchie, S. M. (2006). Metaphor and analogy: serious thought in science education. I P. J. Aubusson, A. G. Harrison, & S. M. Ritchie (Red.), *Metaphor and analogy in science education* (s.1-9). Springer.
- Befring, E. (2015). *Forskningsmetoder i utdanningsvitenskap*. Cappelen Damm akademisk.
- Beger, A. & Jäkel, O. (2015). The cognitive role of metaphor in teaching science: Examples from physics, chemistry, biology, psychology and philosophy. *Philing* 3(1), 89-112. <https://doi.org/10.4454/philing.v3i1.116>
- Bjørnebye, M. (2021). *Young children's grounding of mathematical thinking in sensory-motor experiences* [Doktorgradsavhandling, Høgskolen I Innlandet]. INN vitenarkiv. <https://hdl.handle.net/11250/2822955>
- Blikstad-Balas, M. (2017). Key challenges of using video when investigating social practices in education: contextualization, magnification, and representation. *International journal of Research Methods in Education* 40(5), 511- 523. <https://doi.org/10.1080/1743727X.2016.1181162>
- Bulgren, J. A., Deshler, D. D., Schumaker, J. B. & Lenz, B. K. (2000). The Use and Effectiveness of Analogical Instruction in Diverse Secondary Content Classrooms. *Journal of Educational Psychology*, 92(3), 426–441. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.92.3.426>
- Bruun, J., & Christiansen, F. V. (2016). Kinaesthetic activities in physics instruction: Image schematic justification and design based on didactic situations. *Nordic Studies in Science Education*, 12(1), 56-72. <https://doi.org/10.5617/nordina.969>
- Coll, R. K. (2006). The Role of Models, Mental Models and Analogies in Chemistry Teaching. I P. J. Aubusson, A. G. Harrison & S. M. Ritchie (Red.), *Metaphor and analogy in science education* (s.65-77). Springer.
- Creswell, J. W. & Miller, D. L. (2000). Determining validity in qualitative inquiry. *Theory into practice: Getting good qualitative data to improve educational practice*, 39(3), 124–130. https://doi.org/10.1207/s15430421tip3903_2

- Crowder, E. M. (1996). Gestures at Work in Sense-Making Science Talk. *The Journal of the Learning Sciences* 5(3), 173-208.
- Dalen, M. (2011). *Intervju som forskningsmetode - en kvalitativ tilnærming* (2. utg.). Universitetsforlaget.
- Everett, E. L. & Furseth, I. (Red). (2012). *Masteroppgaven: Hvordan begynne - og fullføre* (2. utg.). Universitetsforlaget.
- Firebaugh, G. (2008). There Should Be the Possibility of Surprise in Social Research. I G. Firebaugh, *Seven rules for social research* (s. 1–30). Princeton University Press.
- Fredriksson, A. & Pelger, S. (2016). Metaphorical concepts in molecular biology students' texts – a way to improve subjectmatter understanding. *Nordina* 12(1), 90-106.
<https://doi.org/10.5617/nordina.1593>
- Gallagher, S. & Lindgren, R. (2015). Enactive metaphors: Learning through full-body engagement. *Educational Psychology Review*, 27(3), 391–04.
<https://doi.org/10.1007/s10648-015-9327-1>
- Gleiss, M. S. & Sæther, E. (2021). *Forskningsmetode for lærerstudenter: Å utvikle ny kunnskap i forskning og praksis*. Cappelen Damm akademisk.
- Harrison, A. G. (2006). The affective dimension of analogy. I P. J. Aubusson, A. G. Harrison & S. M. Ritchie (Red.), *Metaphor and analogy in science education* (s. 51–63). Springer.
- Harrison, A. G. & Treagust, D. F. (2006). Teaching and learning with analogies. I P. J. Aubusson, A. G. Harrison & S. M. Ritchie (Red.), *Metaphor and analogy in science education* (s. 11–24). Springer.
- Hatin, B. D. M. (2020). Introducing students to neural communication: an embodied-learning classroom demonstration. *NPJ Science of Learning*, 5(1), 18–18.
<https://doi.org/10.1038/s41539-020-00077-1>
- Haug, B. S. & Ødegaard, M. (2014). From words to concepts: Focusing on word-knowledge when teaching for conceptual understanding within an inquiry-based setting. *Research in science education (Australasian Science Education Research Association)*, 44(5), 777–800. <https://doi.org/10.1007/s11165-014-9402-5>
- Hight, M. O., Nguyen, N. Q. & Su, T. A. (2021). Chemical Anthropomorphism: Acting Out General Chemistry Concepts in Social Media Videos Facilitates Student-Centered Learning and Public Engagement. *Journal of Chemical Education*, 98(4), 1283–1289.
<https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c01139>

- Hjardemaal, F. (2011). Vitenskapsteori. I T. A. Kleven, F. Hjardemaal & K. Tveit (Red.), *Innføring i pedagogisk forskningsmetode: En hjelp til kritisk tolking og vurdering* (2 utg., s. 179–218). Fagbokforlaget.
- Holt, A. & Øyehaug, A. B. (2017). Bruk av metaforer om kjemiske bindinger i kreativ skrivning. *Nordina* 13(2), 134-148. <https://doi.org/10.5617/nordina.2855>
- Imsen, G. (2014). *Elevers verden : innføring i pedagogisk psykologi* (5. utg.). Universitetsforlaget.
- Johnson, B. R. (2017). Validity of Research Results in Quantitative, Qualitative and Mixed Research. I L. B. Christensen (Red.), *Educational research : quantitative, qualitative, and mixed approaches* (6. utg., s. 277–316). SAGE Publications.
- Kastens, K. A., Agrawal, S. & Liben, L. S. (2008). Research in Science Education: The Role of Gestures in Geoscience Teaching and Learning. *Journal of Geoscience Education* 54(4), 362-368.
- Keifert, D., Xiao, C., Enyedy, N. & Danish, J. (2021). Learners as phenomena: Expansive inquiry as students embody water particles. *Learning, Culture and Social Interaction*, 31, 100572. <https://doi.org/10.1016/j.lcsi.2021.100572>
- Kersting, M. & Steier, R. (2018). Understanding Curved Spacetime: The Role of the Rubber Sheet Analogy in Learning General Relativity. *Science & Education*, 27(7), 593–623. <https://doi.org/10.1007/s11191-018-9997-4>
- Kersting, M., Haglund, J. & Steier, R. (2021). A Growing Body of Knowledge. *Science & Education*, 30(5), 1183–1210. <https://doi.org/10.1007/s11191-021-00232-z>
- Kleven, T. A. (2011). Data og datainnsamlingsmetoder. I T. A. Kleven, F. Hjardemaal & K. Tveit (Red.), *Innføring i pedagogisk forskningsmetode: En hjelp til kritisk tolking og vurdering* (2. utg., s. 27–47). Fagbokforlaget.
- Knain, E. (2011). Hvordan åpne for vitenskapshistorie i naturfagundervisning? *Nordina : Nordic studies in science education*, 7 (1), 32–42. <https://doi.org/10.5617/nordina.247>
- Knain, E., Fredlund, T. & Furberg, A. (2021). Exploring Student Reasoning and Representation Construction in School Science Through the Lenses of Social Semiotics and Interaction Analysis. *Research in Science Education (Australasian Science Education Research Association)*, 51(1), 93–111. <https://doi.org/10.1007/s11165-020-09975-1>
- Lakoff, G. & Johnson, M. (2003a). *Hverdagslivets metaforer: Fornuft, følelser og menneskehjernen* (M. Hidle, Overs.) Pax Forlag. (Opprinnelig utgitt 1980).
- Lakoff, G. & Johnson, M. (2003b). *Metaphors we live by* (2. utg.). The University of Chicago Press.

- Lancor, R. (2014). Using Metaphor Theory to Examine Conceptions of Energy in Biology, Chemistry, and Physics. *Science & Education*, 23(6), 1245-1267.
<https://doi.org/10.1007/s11191-012-9535-8>
- Lemke, J. L. (1990). *Talking Science: Language, Learning, and Values*. Ablex Publishing Corporation.
- Mork, S. M. & Erlien, W. (2017). *Språk. Tekst og kommunikasjon i naturfag* (2. utg.). Universitetsforlaget.
- Moro, L., Mortimer, E.F. & Tiberghien, A. (2020) The use of social semiotic multimodality and joint action theory to describe teaching practices: two cases studies with experienced teachers. *Classroom Discourse*, 11(3), 229-251.
<https://doi.org/10.1080/19463014.2019.1570528>
- Mozzer, N. B. & Justi, R. (2013). Science Teachers' Analogical Reasoning. *Research in Science Education*, 43(4), 1689–1713. <https://doi.org/10.1007/s11165-012-9328-8>
- Niebert, K. & Gropengiesser, H. (2012). Understanding and communicating climate change in metaphors. *Environmental Education Research*, 19(3,) 282-302.
<https://doi.org/10.1080/13504622.2012.690855>
- Niebert, K. & Gropengiesser, H. (2015). Understanding Starts in the Mesocosm: Conceptual metaphor as a framework for external representations in science teaching. *International Journal of Science Education*, 37(5-6), 903-933.
<https://doi.org/10.1080/09500693.2015.1025310>
- Niebert, K., Marsch, S. & Treagust, D. F. (2012). Understanding needs embodiment: A theory-guided reanalysis of the role of metaphors and analogies in understanding science. *Science education (Salem, Mass.)*, 96(5), 849–877. <https://doi.org/10.1002/sce.21026>
- Ottensen, E. (2009). Det viktigste er læring. I R. Mikkelsen & H. Fladmoe (Red.), *Lektor - Adjunkt – Lærer* (2. utg., s.107 – 120). Universitetsforlaget.
- Paterson, M. & Higgs, J. (2005). Using Hermeneutics as a Qualitative Research Approach in Professional Practice. *The Qualitative Report*, 10(2), 339-357.
<https://doi.org/10.46743/2160-3715/2005.1853>
- Riemeier, T. & Gropengießer, H. (2007). On the roots of difficulties in learning about cell division: Process based analysis of students' conceptual development in teaching experiments. *International Journal of Science Education*, 30(7), 923 – 939.
<https://doi.org/10.1080/09500690701294716>
- Ringnes, V. & Hannisdal, M. (2014). *Kjemi fagdidaktikk : kjemi i skolen* (3. utg.). Cappelen Damm akademisk.

- Risko, E. F. & Gilbert, S. J. (2016). Cognitive Offloading. *Trends in Cognitive Sciences*, 20(9), 676–688. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2016.07.002>
- Ritchie, S. M., Aubusson, P. J. & Harrison, A. G. (2006). Metaphorically thinking. I P. J. Aubusson, A. G. Harrison, & S. M. Ritchie (Red.), *Metaphor and analogy in science education* (s.189-195). Springer.
- Schmitt, R. (2005). Systematic metaphor analysis as a method of qualitative research. *Qualitative Report*, 10(2), 358–394. <https://doi.org/10.46743/2160-3715/2005.1854>
- Shapiro, L. & Stolz, S. A. (2019). Embodied cognition and its significance for education. *Theory and Research in Education*, 17(1), 19-39.
- Silverman, D. (2011). *Interpreting qualitative data* (4. utg.). Sage.
- Sjøberg, S. (2009). *Naturfag som allmenndannelse : en kritisk fagdidaktikk* (3. utg.). Gyldendal akademisk.
- Taber, K. & Watts, M. (1996). The secret life of the chemical bond: students' anthropomorphic and animistic references to bonding. *International Journal of Science Education*, 18(5), 557–568. <https://doi.org/10.1080/0950069960180505>
- Taylor, C. & Dewsbury, B. M. (2018). On the problem and promise of metaphor use in science and science communication. *Journal of Microbiology & Biology Education*, 19(1), 1-5. <https://doi.org/10.1128/jmbe.v19i1.1538>
- Treagust, D.F., Duit, R., Joslin, P. & Lindauer, I. (1992). Science teachers' use of analogies: observations from classroom practice. *International Journal of Science Education*, 14(4), 413–422. <https://doi.org/10.1080/0950069920140404>
- Vygotskij, L.S. (2001). *Tenkning og tale* (M. T., Roster og T.-J., Bielenberg, Overs.). Gyldendal akademisk.
- Vygotsky, L. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.
- Wellington, J. & Osborn, J. (2001). *Language and Literacy in Science Education*. Open University Press.
- Wilson, M. (2002). Six views of embodied cognition. *Psychonomic Bulletin and Review*, 9(4), 625–636. <https://doi.org/10.3758/BF03196322>
- Xu, L., van Driel, J., Healy, R. (2021). A Multi-Layered Framework for Analyzing Primary Students' Multimodal Reasoning in Science. *Educ. Sci.* 11, 758. <https://doi.org/10.3390/educsci11120758>

Ødegaard, M., Kjærnsli, M. & Kersting, M. (Red.). (2021). *Tettere på naturfag i klasserommet : resultater fra videostudien LISSI*. Fagbokforlaget.

Ødegaard, M., Kjærnsli, M., Karlsen, S., Kersting, M., Lunde, M.L.S., Olufsen, M. & Sæleset, J. (2021). *Tett på naturfag i klasserommet (Linking Instruction in Science & Student Impact) – LISSI - Rapport – 2018 - 2020*. Utdanningsdirektoratet.
https://www.udir.no/contentassets/0fc2b0772543408f9767bf8a9a146f2f/klasseromsstudier-i-naturfag_rapport-ils.pdf

Vedlegg 1 – NSD samtykkeskjema



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

Vår dato: 17.09.2018

Vår ref: 61288/LAR/LR

Deres dato:

Deres ref:

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

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

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

Resultat av NSDs vurdering:

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

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

Vår vurdering forutsetter at prosjektansvarlig behandler personopplysninger i tråd med

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

Nærmere begrunnelse for NSDs vurdering:

1. Beskrivelse av den planlagte behandlingen av personopplysninger

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

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

avklart mellom institusjonene, og anbefaler at det inngås en avtale som omfatter ansvarsfordeling, hvem som initierer prosjektet, bruk av data og eventuelt eierskap.

Utvalget vil bestå av elever i grunnskolen og deres lærere. Rekruttering skjer via skoleleder eller naturfaglærere.

Datainnsamling skjer gjennom observasjon med videoopptak av undervisning. Vi legger til grunn at eventuell annen datainnsamling, slik som spørreundersøkelse og pedagogisk test, gjennomføres uten at det registreres personopplysninger.

All behandling av personopplysninger i prosjektet er basert på utvalgets informerte samtykke. Vi legger til grunn at elever som ikke deltar i forskningsprosjektet ikke vil være identifiserbare på video- eller lydopptak.

Ifølge meldeskjema skal personopplysninger behandles frem til 01.08.2028.

2. Personvernprinsipper

NSDs vurdering er at behandlingen følger personvernprinsippene, ved at personopplysninger

- skal behandles på en lovlig, rettferdig og åpen måte med hensyn til den registrerte (se punkt 3 og 4)
- skal samles inn for spesifikke, uttrykkelig angitte og berettigede formål og der personopplysningene ikke viderebehandles på en måte som er uforenelig med formålet (se punkt 1 og 3)
- vil være adekvate, relevante og begrenset til det som er nødvendig for formålet de behandles for (se punkt 6)
- skal lagres slik måte at det ikke er mulig å identifisere de registrerte lengre enn det som er nødvendig for formålet (se punkt 5 og 6)

3. Lovlig grunnlag for å behandle personopplysninger

NSD vurderer at den planlagte behandlingen av personopplysninger er lovlig fordi det skal innhentes samtykke fra de registrerte.

Samtykke innhentes ved at deltakernes foreldre signerer på samtykkeskjema i papirform.

4. De registrertes rettigheter

NSD vurderer at den registrerte har krav på å benytte seg av sin rett til informasjon, innsyn, retting og sletting av personopplysninger, begrensning og dataportabilitet.

Behandlingen er basert på samtykke fra den registrerte, og vedkommende kan utøve sine rettigheter, herunder trekke tilbake samtykket, ved å ta kontakt med prosjektansvarlig.

NSD vurderer at informasjonsskriv mottatt 13.09.2018 i hovedsak er godt utformet, og vil gi de registrerte god informasjon om hva behandlingen innebærer. For å oppfylle skjerpede krav til informasjon i nytt personvernregelverk, bør imidlertid det følgende rettes opp i:

- Det må oppgis når prosjektet avsluttes og hva som vil skje med personopplysningene på dette tidspunkt (fortrinnsvis anonymisering/sletting).

- Setningen «Studien er meldt til Personvernombudet for forskning, Norsk samfunnsvitenskapelige datatjeneste (NSD)» foreslås erstattet med «På oppdrag fra Universitetet i Oslo har NSD – Norsk senter for forskningsdata AS vurdert at behandlingen av personopplysninger i dette prosjektet er i samsvar med personvernregelverket.»

Det bemerkes for øvrig at selv om det ikke registreres personopplysninger under spørreundersøkelse eller pedagogisk test, gjelder forskningsetiske retningslinjer like fullt. Vi anbefaler i denne forbindelse NESHs forskningsetiske retningslinjer for samfunnsvitenskap, humaniora, juss og teologi: <https://www.etikkom.no/forskningsetiske-retningslinjer/Samfunnsvitenskap-jus-og-humaniora/>

Vi minner om at hvis en registrert tar kontakt om sine rettigheter, har Universitetet i Oslo plikt til å svare innen en måned. Vi forutsetter at prosjektansvarlig informerer institusjonen så fort som mulig og at institusjonen har rutiner for hvordan henvendelser fra registrerte skal følges opp.

5. Informasjonssikkerhet

Personopplysninger oppbevares på TSD eller passordbeskyttet forskningstjener ved institusjonen.

NSD forutsetter at personopplysningene behandles i tråd med personvernforordningens krav og institusjonens retningslinjer for informasjonssikkerhet.

6. Varighet

Ifølge meldeskjema skal personopplysninger behandles frem til 01.08.2028. Opplysningene vil deretter bli anonymisert.

Anonymisering gjøres ved å

- slette navn, adresse og andre identifikatorer
- slette eller grovkategorisere stillingstittel, arbeidsgiver og andre bakgrunnsopplysninger
- slette eller sladde lydopptak

Institusjonen må kunne dokumentere at datamaterialet er anonymisert.

Meld fra om endringer

Dersom behandlingen av personopplysninger endrer seg, kan det være nødvendig å melde dette til NSD via Min side. På våre nettsider informerer vi om hvilke endringer som må meldes. Vent på svar før endringen gjennomføres.

Informasjon om behandlingen publiseres på Min side, Meldingsarkivet og nettsider

Alle relevante saksopplysninger og dokumenter er tilgjengelig:

- via Min side for forskere, veiledere og studenter
- via Meldingsarkivet for ansatte med internkontrolloppgaver ved Universitetet i Oslo

NSD tar kontakt om status for behandling av personopplysninger

Etter avtale med Universitetet i Oslo vil NSD følge opp behandlingen av personopplysninger underveis og ved planlagt avslutning.

Vi sender da en skriftlig henvendelse til prosjektansvarlig og ber om skriftlig svar på status for behandling av personopplysninger.

Se våre nettsider eller ta kontakt ved spørsmål. Vi ønsker lykke til med behandlingen av personopplysninger.

Med vennlig hilsen


Marianne Høgetveit Myhren
seksjonsleder


Lasse André Raa
rådgiver

Lovhenvisninger

NSDs vurdering er at den planlagte behandlingen av personopplysninger:

- er regulert av personopplysningsloven, jf. § 2.
- oppfyller prinsippene i personvernforordningen om:
 - lovlighet, rettferdighet og åpenhet jf. art. 5.1 a)
 - formålsbegrensning jf. art. 5.1 b)
 - dataminimering jf. art. 5.1 c)
 - Lagringsbegrensning jf. art. 5.1 e).
- kan finne sted med hjemmel i personvernforordningen art. 6.1. a)
- gjennomføres på en måte som ivaretar de registrertes rettigheter jf personvernforordningen art. 11–21.