

Janne Stølhaug

Representasjonsfokusert undervisning: En studie om elevenes læring om fordøyelsessystemet i naturfag

En kvalitativ studie om representasjonsfokusert undervisning



Universitetet i Sørøst-Norge
Fakultet for humaniora, idretts- og utdanningsvitenskapen
Institutt for matematikk og naturfag
Postboks 235
3603 Kongsberg

<http://www.usn.no>

© 2023 Janne Stølhaug

Denne avhandlingen representerer 45 studiepoeng

Sammendrag

Hensikten med denne masteroppgaven er å undersøke hvordan representasjonsfokuset undervisning kan støtte elevers forståelse av fordøyelsessystemet. Problemstillingen som skal belyses i denne studien er: Hvordan kan man designe undervisning med fokus på modeller og ulike representasjonsformer som fremmer naturfaglig forståelse av fordøyelsessystemet? Studien er drevet av to forskningsspørsmål: Hvordan bidrar ulike representasjonsformer til læring og forståelse av fordøyelsessystemet? Hva kjennetegner utviklingen av elevers forklaring av fordøyelsessystemet gjennom arbeid med representasjonsfokuset undervisning? Denne masteroppgaven er en intervensjonsstudie, hvor jeg i samarbeid med en lærer utarbeider et utforskende undervisningsopplegg, med fokus på bruk av modeller og ulike representasjonsformer i arbeidet med temaet fordøyelsessystemet. Dette er en kvalitativ studie hvor jeg benytter flere metoder for å samle inn data. Her er jeg observatør i naturfagundervisningen, gjennomfører en pre og post-test, og samler inn videodata og elevprodukter av et avsluttende prosjekt, hvor elevene skal lage sin egen modell av fordøyelsessystemet med play-doh (plastilina).

Resultatene i masteroppgaven viser at elevene hadde mange ideer knyttet til fordøyelsessystemet før undervisningsopplegget ble gjennomført, men forklaringene var mangelfulle og påvirket av hverdagslige erfaringer og språk. Fordøyelsen ble ofte forklart i sammenheng med matlaging, spising, forbrenning, sortering og do-besøk. Studien viser at representasjonsfokuset undervisning med bruk av varierte representasjonsformer, har en positiv påvirkning på elevenes forståelse og forklaringer av fordøyelsessystemet. Elevene ble presentert for ulike representasjonsformer, som på ulike måter bidro til å avdekke og tydeliggjøre viktige sammenhenger. På denne måten fikk elevene innsikt i fordøyelsessystemet fra ulike perspektiver. Etter å ha gjennomført undervisningsopplegget ble det observert en betydelig forbedring av elevenes forståelse av fordøyelsessystemet, samt deres evne til å anvende naturvitenskaplige begreper. Elevene viser sammenhenger mellom ulike kroppssystemer, og klarer å visualisere fordøyelsessystemet på en mer nøyaktig måte. Elevene viser forståelse for rekkefølgen av prosessene, og organenes funksjoner i fordøyelsessystemet. Studien viser at det å la elevene konstruere egne representasjoner i undervisningen om fordøyelsessystemet, bidrar til å forsterke læringsprosessen.

Nøkkelord: representasjonsformer, modeller, naturfag, fordøyelsessystemet og utforskende undervisning.

Abstract

The purpose of this master's thesis is to investigate how representation-focused teaching can support students' understanding of the digestive system. The research question addressed in this study is: How can teaching be designed with a focus on models and various forms of representation to enhance scientific understanding of the digestive system? The study is driven by two research questions: How do different forms of representation contribute to learning and understanding of the digestive system? What characterizes the development of students' explanations of the digestive system through representation-focused teaching? This master's thesis is an intervention study, where, in collaboration with a teacher, I develop an exploratory teaching approach, emphasizing the use of models and various forms of representation in the study of the digestive system. It is a qualitative study where I employ multiple methods to collect data. I act as an observer in science classes, conduct pre and post-tests, and gather video data and student products from a concluding project where students create their own model of the digestive system using play-doh (Plasticine).

The results of the master's thesis indicate that students had many ideas related to the digestive system before the teaching intervention, but their explanations were incomplete and influenced by everyday experiences and language. Digestion was often explained in the context of cooking, eating, burning, sorting, and bathroom visits. The study shows that representation-focused teaching, using diverse forms of representation, positively influences students' understanding and explanations of the digestive system. Students were exposed to various forms of representation, each contributing in different ways to reveal and clarify crucial connections. In this way, students gained insights into the digestive system from multiple perspectives. After completing the teaching intervention, a significant improvement in students' understanding of the digestive system and their ability to apply scientific concepts was observed. Students demonstrated connections between different body systems and could visualize the digestive system more accurately. They displayed an understanding of the sequence of processes and the functions of organs in the digestive system. The study highlights that allowing students to construct their own representations in teaching about the digestive system contributes to reinforcing the learning process.

Keywords: forms of representation, models, science, digestive system, exploratory teaching.

Innholdsfortegnelse

| | |
|--|-----------|
| Sammendrag | 2 |
| Abstract | 3 |
| Innholdsfortegnelse | 4 |
| Forord..... | 6 |
| 1 Innledning | 7 |
| 1.1 Bakgrunn | 7 |
| 1.2 Problemstilling og forskningsspørsmål | 9 |
| 1.3 Oppgavens struktur..... | 10 |
| 2 Teori og litteratur | 11 |
| 2.1 Sosiokulturell læringsteori | 11 |
| 2.2 Utforskende undervisning | 12 |
| 2.3 Representasjoner i naturfag | 13 |
| 2.4 Modeller og modellering i naturfag..... | 16 |
| 2.5 Undervisning i fordøyelsessystemet..... | 17 |
| 3 Metode..... | 20 |
| 3.1 Forskningsdesign..... | 20 |
| 3.2 Undervisningsopplegget | 24 |
| 3.3 Data og datainnsamling | 31 |
| 3.4 Utvalg og fokusgrupper..... | 35 |
| 3.5 Analytisk tilnærming | 35 |
| 3.6 Metodekvalitet..... | 38 |
| 3.7 Etske hensyn..... | 41 |
| 4 Resultater | 43 |
| 4.1 Resultater av pre og post-test: Klassen | 43 |
| 4.2 Resultat av pre og post- tester: Fokusgruppene | 47 |
| 4.3 Analyse av video: Fokusgruppe en | 55 |
| 4.4 Analyse av video: Fokusgruppe to | 65 |
| 5 Diskusjon | 74 |
| 5.1 Hvordan bidrar ulike representasjonsformer til læring og forståelse av fordøyelsessystemet? | 75 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 5.2 | Hva kjennetegner utviklingen av elevers forklaring av fordøyelsessystemet gjennom arbeid med representasjonsfokuset undervisning? | 80 |
| 6 | Konklusjon..... | 85 |
| 6.1 | Hvilke muligheter representasjonsfokuset undervisning har for elevenes forståelse av fordøyelsessystemet | 85 |
| 6.2 | Hvordan designe undervisning med fokus på modeller og ulike representasjonsformer som fremmer naturfaglig forståelse av fordøyelsessystemet | 86 |
| 6.3 | Implikasjoner og forslag til videre forskning | 88 |
| 7 | Referanser/litteraturliste..... | 91 |
| 8 | Oversikt over tabeller og figurer | 96 |
| 9 | Vedlegg..... | 98 |

Forord

Arbeidet med denne masteroppgaven har vært lærerikt og spennende. Jeg har storkost meg med forskningen, og etter noen vennlig dytt har skrivingen også vært en god erfaring. Jeg ønsker å takke min veileder Mari Sjøberg for gode tilbakemeldinger og hjelp. Jeg vil også takke læreren, elevene og skolen som takket ja til å delta på prosjektet. Avslutningsvis vil jeg takke samboer, familie og venner for god støtte og hjelp.

Orkanger, desember 2023

Janne Stølhaug

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Naturfag spiller en sentral rolle i skolen i å utruste elevene med kunnskap og forståelse av verden rundt oss. Fagfornyelsen i naturfag har som mål å utvikle elevenes forståelse og evne til å utforske naturvitenskaplige fenomener på en systematisk og vitenskapelig måte. I fagfornyelsen legges det vekt på flere kjerneelementer, som skal bidra til å utvikle denne forståelsen, deriblant «Naturvitenskaplige praksiser og tenkemåter». Dette kjerneelementet fremhever at eleven skal oppleve naturfag som et praktisk og utforskende fag. Disse praksisene inkluderer ulike metoder, representasjoner, digitale verktøy, visualiseringer og modeller. Som et resultat av dette skal elevene utvikle skaperglede, nytenkning og teoretisk forståelse i faget (Kunnskapsdepartementet, 2019a).

I fagfornyelsen er det formulert nye kompetansemål for de ulike klassetrinnene, som skal øke elevenes forståelse innenfor naturfag. Flere av disse inkluderer evnen til å tolke og vurdere modeller. Etter 4.trinn skal elevene lære å sammenligne modeller gjennom observasjon, og kommunisere hvorfor vi bruker modeller i naturfag. Dette innebærer at elevene skal forstå modellenes verdi i å illustrere komplekse naturfaglige fenomener. På 7.trinn utvides ferdighetene ved at elevene skal lære å vurdere modeller som representerer fenomener man ikke kan observere med det blotte øye, og reflektere over styrker og svakheter ved disse. Etter 10.trinn introduseres modelleringskompetansen, og eleven skal lære å bruke og lage modeller for å forutsi eller beskrive naturfaglige prosesser, systemer og fenomener, samt reflektere over modellens styrker og svakheter. Dette betyr at elevene skal tilegne seg kunnskap om hvordan modeller kan hjelpe oss med å beskrive og forklare virkeligheten. Gjennom å lage egne modeller vil elevene tilegne seg detaljert kunnskap om ulike naturvitenskaplige fenomener (Kunnskapsdepartementet, 2019b).

Representasjoner er en svært viktig del av det naturfaglige språket, og er et verktøy til å kommunisere naturvitenskap. Representasjoner kan fungere som et språk eller redskap som gjør det mulig å formidle naturvitenskaplige ideer, fenomener og prosesser (Knain, 2015). Dette kan gjøres gjennom ulike representasjoner som tale, animasjoner, tabeller, bilder og modeller. Representasjoner og modeller er tett sammenknyttet. Modeller kan forstås som nøye utformede visuelle representasjoner som hjelper oss å forstå eller forklare ulike deler av en prosess eller mekanisme (Schwarz et al., 2009; Sjøberg et al., 2022). Representasjoner er en måte å uttrykke eller formidle en modell. Vi kan si at

modeller blir uttrykt gjennom representasjoner (Gilbert, 2013). Bruk av representasjoner og modeller kan forbedre elevenes forståelse av komplekse fenomener i naturfagundervisningen, da de kan illustrere abstrakte eller usynlige fenomener på en visuell og tydelig måte (Ainsworth, 2006). Arbeid med representasjoner følger ofte en utforskende tilnærming (Knain, 2015).

Innenfor kjerneelementet «kropp og helse» i læreplanen, er det forventet at elevene skal tilegne seg kunnskap om kroppens systemer og hvordan de samspiller og påvirker hverandre, dette inkluderer fordøyelsessystemet. Dette kjerneelementet er nært knyttet til det tverrfaglige temaet «folkehelse og livsmestring», som legger vekt på forståelse av hvordan kroppens ulike funksjoner bidrar til helse og velvære (Kunnskapsdepartementet, 2019b). Å tilegne seg kunnskap om fordøyelsessystemet er derfor ikke bare en viktig del av naturfagundervisningen, men også en viktig faktor for å fremme god helse og livsmestring. Fordøyelsessystemet er et komplekst system som spiller en viktig rolle i kroppen vår. Det er i midlertidig et utfordrende tema å undervise i, da dette systemet inneholder mange organer og prosesser som jobber sammen, og de fleste av prosessene er ikke observerbare for elevene. Bruk av modeller og representasjoner i naturfagundervisningen kan være en god tilnærming for å løse noen av disse utfordringene. Modeller og representasjoner kan hjelpe oss med å illustrere de komplekse prosessene i fordøyelsessystemet på en mer visuell og tydelig måte, slik at det blir enklere for elevene å utvikle forståelse for temaet.

I denne masteroppgaven har jeg gjennom en intervensjonsstudie samarbeidet med en lærer og utarbeidet et undervisningsopplegg med fokus på bruk av ulike representasjonsformer i arbeidet med temaet fordøyelsessystemet. Jeg ønsker å undersøke hvordan bruk av modeller og ulike representasjonsformer som verktøy i undervisningen, kan hjelpe elevene med å forstå de ulike delene i fordøyelsessystemet på en mer effektiv og detaljert måte. Undervisningen som er designet for denne studien har en utforskende tilnærming, og bygger på REDE's prinsipper for representasjonsbasert undervisning (Knain, 2015). Disse prinsippene viser hvordan man kan designe undervisningsopplegg med fokus på representasjoner. Prinsippene er basert på funnene i prosjektet utført av Tytler et al (2013) om bruk av representasjoner i naturfagundervisningen (Tytler et al., 2013). REDE har utarbeidet syv designprinsipper, som skal fungere som støtte i arbeidet med å designe undervisningsopplegg der naturfaglige representasjoner er i fokus (se vedlegg 4). I dette undervisningsopplegget har jeg spesielt fokus på råd fire til seks, som omhandler å oppmuntre elevene til å bruke ulike representasjoner, og gjøre elevene bevisst på at ulike representasjoner har

ulike muligheter. Videre får elevene mulighet til å lage egne modeller og vurdere kvaliteten og relevansen på disse (Knain, 2015; Tytler et al., 2013).

1.2 Problemstilling og forskningsspørsmål

Hovedtema for denne oppgaven er å utforske hvordan elever i grunnskolen arbeider med modeller og representasjoner i naturfagundervisningen. Som kommende naturfaglærer er jeg opptatt av at undervisningen skal være utforskende og spennende. Gjennom lærerstudiet har jeg hatt svært gode erfaringer ved å bruke ulike representasjoner, og lage modeller aktivt som et verktøy for egen læring. Jeg ønsker å undersøke om modeller og ulike representasjoner som verktøy i naturfagundervisningen kan bidra til økt læring, og forståelse av naturvitenskap. Ikke bare er dette et spennende tema, men det er også svært aktuelt i forbindelse med fagfornyelsen, hvor det legges stor vekt på å utvikle elevenes ferdigheter i naturfag gjennom å utforske, eksperimentere og tenke kritisk. Arbeid med modeller og representasjoner er sentrale verktøy for å oppnå disse ferdighetene.

I denne oppgaven ønsker jeg å se på hvordan elevene jobber med ulike representasjonsformer i naturfagundervisningen i temaet fordøyelsessystemet. Gjennom en tidsperiode på en og en halv måned skal elevene jobbe med ulike representasjoner i undervisningen, hvor de avslutningsvis skal konstruere sin egen fysiske modell av fordøyelsessystemet ved hjelp av play-doh. Her vil jeg ha spesielt fokus på dialogen og interaksjon mellom elevene under arbeidet med modellene, for å få innsikt i hvorvidt dette kan bidra til et forbedret læringsutbytte og naturvitenskaplig forståelse. Problemstillingen i denne masteroppgaven er derfor, «*Hvordan kan man designe undervisning med fokus på modeller og ulike representasjonsformer som fremmer naturfaglig forståelse av fordøyelsessystemet?*».

For å besvare problemstillingen vil jeg undersøke følgende forskningsspørsmål:

1. Hvordan bidrar ulike representasjonsformer til læring og forståelse av fordøyelsessystemet?
2. Hva kjennetegner utviklingen av elevers forklaring av fordøyelsessystemet gjennom arbeid med representasjonsfokuset undervisning?

Hensikten med det første forskningsspørsmålet, er å undersøke hvordan ulike representasjonsformer påvirker elevens forståelse, og hvilke fordeler det gir for den faglige utviklingen av naturvitenskapelig kunnskap. Gjennom forskningsspørsmål nummer to ønsker jeg å undersøke hva som kjennetegner utviklingen av elevenes forklaringer av fordøyelsessystemet gjennom representasjonsfokuset undervisning. Spørsmålet søker å avdekke hvordan denne type undervisning påvirker elevenes forståelse om temaet. Dette for å kartlegge hvordan undervisningen i studien har gitt et økt læringsutbytte om temaet.

1.3 Oppgavens struktur

Denne oppgaven innledes med en gjennomgang av relevant teori og litteratur. Her presenteres læringssynet som danner grunnlaget for oppgaven, basert på Vygotskys sosiokulturelle læringsteori. Videre gjør jeg rede for begrepene utforskende undervisning, representasjoner og modeller. I tillegg inkluderer oppgaven en oversikt over tidligere forskning knyttet til disse temaene, samt en kort introduksjon om undervisning i fordøyelsessystemet. I metodedelen i oppgaven beskrives forskningsdesignet og metoden for oppgaven. Her presenteres informasjon om de kvalitative metodene som blir brukt i studien, sammen med hvordan innsamlet data ble analysert. Kapitlet inneholder en detaljert oversikt over undervisningen som blir gjennomført i studien. Metodekapitlet dekker også studiens etiske hensyn, validitet, og reliabilitet. Deretter følger studiens resultater, etterfulgt av diskusjon. Avslutningsvis oppsummeres hovedfunn i konklusjonen.

2 Teori og litteratur

I dette kapittelet skal jeg presentere oppgavens teoretiske bakgrunn. Jeg vil først presentere læringsteori, hvor oppgaven tar utgangspunkt i et sosiokulturelt læringsyn som vektlegger sosial interaksjon og språk mellom elevene i læringsprosesser. Videre vil jeg presentere litteratur og teori om utforskende undervisning, og bruken av representasjonsformer i naturfagundervisningen. Jeg vil deretter presentere teori om modeller og modellering, samt muligheter knyttet til arbeid med disse. Avslutningsvis kommer det en teoridel om undervisning knyttet til fordøyelsessystemet. Denne teoretiske bakgrunnen vil danne grunnlaget for analysen av oppgavens data og konklusjon.

2.1 Sosiokulturell læringsteori

Lev Vygotsky (1896-1934) var en anerkjent psykolog og pedagog som ble kjent for sitt omfattende forfatterskap. Denne oppgaven bygger på et sosiokulturelt læringsperspektiv, som kan betraktes som arven etter Vygotskys teorier (Wittek, 2016, p. 286). Vygotsky var opptatt av samspeillet mellom individet og omgivelsene, og mente at læring skjedde i samhandling og diskusjon med andre (Skaalvik & Skaalvik, 2013; Wittek, 2016). Mediering står sentralt i Vygotskys teorier. Vi kan se på mediering som verktøy eller redskap vi benytter oss av i lærings situasjoner. Disse brukes for å forme og strukturere kunnskap og læring. Eksempler på medierende midler kan være symboler, tegn, begreper, modeller og teknologi (Wittek, 2016). Språket er det viktigste av de medierende midlene (Vygotsky, 2001), og er det vi mennesker bruker for å kommunisere med hverandre. Læring i et sosiokulturelt perspektiv blir sett på som en sosial prosess, hvor vi kan dele kunnskap, erfaringer og samarbeide med hverandre (Skaalvik & Skaalvik, 2013). Eleven befinner seg ikke i en isolert tilstand, men heller i stadig interaksjon med både medelever og omverden (Ødegaard et al., 2021). Vygotsky mente at dersom vi ønsker å forstå en læringsprosess, må vi undersøke både aktiviteten og de medierende midlene vi bruker. Hva er deres potensiale, fordeler og begrensninger (Wittek, 2016, pp. 288-289). I et naturvitenskaplig perspektiv er denne læringsteorien relevant for å forstå hvordan naturvitenskaplig kunnskap blir skapt. Innen naturvitenskap er det våre språklige ferdigheter og bruk av medierende midler som gjør det mulig for oss å kommunisere og utveksle ideer.

Mitt syn på språk inkluderer flere representasjonsformer. I tillegg til skrevne og talte ord, er språk en rekke andre former vi kan kommunisere og uttrykke oss på. Dette inkluderer visuelle representasjoner, kroppsspråk, symboler, diagrammer osv.

2.2 Utforskende undervisning

Utforskende undervisning eller «Inquiry Based Science Teaching», er undervisningsmetoder som inkluderer elevene som aktive deltakere i læringen, hvor det er fokus på å knytte kunnskap, og se sammenhenger mellom ulike tilnærminger til det faglige innholdet. Her skal læreren skape muligheter for utforskning i undervisningen, hvor elevene selv gjennomfører utforskende aktiviteter og eksperimenter for å lære (Fiskum & Korsanger, 2017). Utforskende undervisning er godt integrert i fagfornyelsen i alle fag. I naturfag kommer utforskende undervisning tydelig fram gjennom kjerneelementet, «Naturvitenskaplige praksiser og tenkemåter». Læreplanen sier at eleven skal oppleve faget som et utforskende og praktisk fag. Ved å arbeide praktisk og lage egne modeller for å løse naturfaglige utfordringer, vil elevene utvikle skaperglede og forståelse for naturvitenskapens egenart (Kunnskapsdepartementet, 2019c). Det finnes flere definisjoner på utforskende undervisning. I boken *Elever som forskere i naturfag* (2019), defineres utforskende undervisning som arbeidsmåter som øver elevenes evne til å stille spørsmål og utvikle svar. Dette gjøres ved bruk av ulike utforskende arbeidsmetoder, hvor elevene lærer å argumentere basert på egne og andres data og teorier. Dette vil hjelpe elevene å utvikle kompetanse i å tenke selvstendig og se ting fra ulike perspektiver (Knain & Kolstø, 2019, p. 17). Flere studier tyder på at utforskende undervisning har en positiv sammenheng med elevers læringsutbytte, motivasjon og dybdelæring i faget (Crawford, 2014; Teig et al., 2021). Gjennom utforskende undervisning vil elevene få erfaring i å observere, formulere hypoteser og planlegge forsøk. Dette er viktige kompetanser elevene må utvikle for å kunne forstå naturvitenskapens egenart og hvordan kunnskap blir produsert (Teig et al., 2021).

LISSI (Linking Instruction in Science & student Impact) er en studie hvor man belyser utforskende undervisning i naturfag, hvor målet med prosjektet var å utvikle et kunnskapsgrunnlag for å få et bedre bilde av hva som kjennetegner norsk undervisningspraksis i naturfagundervisningen, og hvordan denne innvirker på hva elever lærer. I studien ble det samlet inn data ved videostudie, intervju med lærere, og en kvantitativ del bestående av en naturfagprøve og et spørreskjema (Lunde et al., 2021, p. 36). I studien blir praktisk arbeid definert som «... *Undervisning som inneholder aktiviteter der elevene observerer eller manipulerer fysiske objekter eller materialer eller jobber praktisk med naturfaglige fenomener*» (Ødegaard et al., 2021, p. 212). Forskningen viser at når det gjennomføres praktiske aktiviteter i undervisningen, er det få forstyrrelser i klasserommet. Elevene blir mer engasjerte i læringsprosessen, og deltar mer aktivt i faglige samtaler sammenlignet med undervisning der det ikke er praktiske aktiviteter (Olufsen et al., 2021, p. 104). Dette har en positiv

effekt på læringsutbyttet og motivasjonen til elevene. Til tross for dette påpeker også studien at det i disse timene brukes for lite tid på å koble aktivitetene til faglig forståelse (Olufsen et al., 2021, p. 105). Et annet funn i studien er knyttet til elevenes frihet og lærerens kontroll under utforskende undervisning. Studien viser at lærerne finner det utfordrende å gi fra seg kontrollen under utforskende arbeid. Videoanalysen i studien viser at eleven i liten grad får formulere egne forskningsspørsmål og hypoteser (Ødegaard et al., 2021, p. 211). Epistemologisk kunnskap, altså kunnskap om naturvitenskaplige praksiser og tenkemåter, har en positiv effekt på interesse og prestasjoner i naturfag. I videostudiene ble det observert at klassene med høyt læringsutbytte hadde et høyere faglig nivå, ved at det her ble brukt faglige begreper oftere, enn i klassene med lavere faglig nivå (Ødegaard et al., 2021, p. 114).

I sine kommentarer til LISSI-prosjektet, skriver Kolstø (2021) at det er en forutsetning at lærere gir elevene oppgaver, som utfordrer eleven til å uttrykke hva de tenker gjennom tegning, tekst, regning eller tale (Hattie, 2013; Kolstø, 2021, p. 230). Å være i interaksjon med andre og møte verden er en essensiell faktor for å kunne utvikle språket, som i tur vil bidra til å utvikle forståelsen. Kolstø viser til ulike faser i en læringsprosess i utforskende arbeid, hvor elever ofte starter med en utforskende aktivitet. I starten vil elevene bruke hverdagspråk, og det de innehar av fagkunnskaper fra tidligere. Noen elever vil legge merke til relevante observasjoner og mønstre, mens andre kanskje ikke ser det (Kolstø, 2021). Gjennom dialog og deling av kunnskap, kan alle elevene få tilgang til disse observasjonene. Dette krever at elevene bruker språket. Dette vil gi elevene et bedre grunnlag for videre læring. Det er viktig at elevene kommer med forslag til forklaringer av observasjoner under praktisk arbeid. Et mål er at elevene skal tenke årsak og sammenhenger. I et naturvitenskaplig perspektiv vil dette innebære å tenke abstrakt og utvikle teori (Kolstø, 2021, p. 231).

2.3 Representasjoner i naturfag

Representasjoner er en viktig del av det naturvitenskaplige språket og hvordan naturvitenskap kommuniseres. Dette innebærer ulike måter å presentere naturvitenskaplige begreper og fenomener, for eksempel ved hjelp av muntlig tale, tegninger, tekst, tabeller, fysiske modeller, praktisk arbeid og bilder (Knain, 2015). Disse er avgjørende for å kommunisere og forstå naturvitenskap. Arbeid med representasjoner følger ofte en utforskende tilnærming, (Knain, 2015) noe som innebærer at elevene undersøker og eksperimenterer med ulike representasjonsformer, for

å forstå sammenhenger og fenomener. Representasjoner fungerer som et språk eller verktøy som gjør det mulig å formidle naturvitenskaplige ideer (Knain, 2015). Vi kan bruke representasjoner til å forklare konkrete og abstrakte ideer (Tang et al., 2022). Ulike representasjoner har forskjellige begrensninger og muligheter, også kjent som affordances (Kress, 2010). For eksempel kan en fysisk modell være egnet til å vise plassering, virkemåte og samhandling mellom organer i fordøyelsessystemet, mens en verbal eller skriftlig beskrivelse kan være mer egnet til å forklare detaljer og egenskaper ved det enkelte organ (Knain, 2015). Vi skiller mellom representasjoner og representasjonsformer. En konkret tabell er en representasjon, mens gruppen tabeller er representasjonsformen (Knain, 2015). Representasjonsformer referer til de ulike måtene vi kan presentere kunnskap på. Givry & Roth (2006) argumenterer for at representasjonsformer reflekterer og påvirker begrepsdannelse. Et begrep er summen av dets representasjonsformer (Givry & Roth, 2006).

2.3.1 Muligheter knyttet til ulike representasjonsformer

Studier viser at undervisning som omfatter flere representasjonsformer kan bidra til å øke elevenes forståelse av komplekse fenomener (Givry & Roth, 2006). Dersom man skal oppnå en dypere forståelse av et fenomen, må man studere det fra ulike vinkler. Et eksempel på dette kan dette være når elever lærer om regnbuen. For å oppnå en dypere forståelse av dette fenomenet, kreves det en rekke representasjonsformer, slik at alle deler blir forklart og gir mening. Her kan man bruke tekst, bilder, animasjoner, modeller, eksperimenter, grafer osv. Muntlig forklaring kan brukes for å fortelle hva som skjer med sollyset når det brytes i regndråpene. En tegning kan vise en illustrasjon av solen, regnbuen og regndråpene. Mens et eksperiment med et prisme kan illustrere hva som skjer når lyset brytes i forskjellige farger. Ved å bruke flere representasjonsformer hvor elevene får forklart informasjon på forskjellige måter, hevder Ainsworth (2006) at man øker sjansen for at elevene husker og forstår innholdet bedre (Ainsworth, 2006).

Flere studier tyder på at arbeid med ulike representasjonsformer har en positiv innvirkning på elevenes læringsutbytte i arbeid med abstrakte fenomener i naturfagundervisningen (Akaygun, 2016; Furberg et al., 2013; Olander et al., 2018; Ryoo & Linn, 2012). I studien til Olander (2018) ble 26 elever på 8.trinn observert for å undersøke deres forståelse av menneskekroppen, ved bruk av ulike representasjonsformer. Her brukte elevene representasjonsformer som tegning, tekst og en kjent representasjon fra en barnebok for å kommunisere om, og for å forstå hvordan de ulike delene av

kroppen fungerer (Olander et al., 2018). Studien viser at elevenes forståelse utviklet seg fra en mekanisk modell, til en mer helhetlig og abstrakt forståelse av menneskekroppen. Studien konkluderte med at arbeid med ulike representasjoner ga en positiv innvirkning i elevenes forståelse og kommunikasjon av abstrakte fenomener. Studien viser også at bruk av hverdagspråk støtter elevenes progresjon mot en mer vitenskapelig forståelse og kommunikasjon rundt representasjoner av menneskekroppen. Ved å bruke hverdagspråket sitt aktivt i prosessen, blir det enklere for elevene å implementere vitenskapelige begreper, samt å veksle mellom dem (Olander et al., 2018).

Studien fra Ryoo & Linn (2012) konkluderer også med at bruk av representasjonsformer, og da spesielt dynamiske representasjoner i naturfagundervisningen, er et godt verktøy for å lære om komplekse fenomener i naturvitenskap. Studien forsker på hvordan dynamiske visualiseringer sammenlignet med statiske illustrasjoner, kan brukes som verktøy for å øke læringsutbyttet i undervisningen. Her ble to hundre elever fra 7.trinn tilfeldig plassert i grupper. Den ene gruppen skulle jobbe med dynamiske representasjoner, og den andre statiske. Temaet var forståelse av energi i fotosyntese. De gjennomførte pre og post-test i undervisningen for å kartlegge forkunnskaper og læringsutbytte. Her jobbet den dynamiske gruppen med animasjoner, mens den statiske gruppen arbeidet med tekst. Resultatet viser at begge gruppene fikk økt kunnskap for begrepet energi i fotosyntesen, men at læringsutbyttet var signifikant høyere for elevene som jobbet med animerte visualiseringer gjennom dynamiske representasjoner (Ryoo & Linn, 2012). Resultatene viser at elevene som jobbet med dynamiske representasjoner i større grad var i stand til å skildre usynlige og komplekse naturfaglige fenomener på en mer nøyaktig måte (Ryoo & Linn, 2012).

I sin studie har Tang et. al (2022) forsket på mulighetene som representasjonsformen fysiske objekter har, og hvilket bidrag de har for meningsdanning i naturfagundervisningen. Funnene deres viser at bruk av fysiske objekter har fire unike egenskaper som fremmer forståelse i naturfagundervisningen (Tang et al., 2022). Den første egenskapen, «enacting material interaction», sier noe om fysiske objekters egenskaper til å integreres i undervisningen for å demonstrere forståelse, eller for å skape konkrete hendelser. Et eksempel på dette er bruken av en isklump i undervisningen for å demonstrere faseoverganger. Den andre egenskapen, «providing evidential meaning», handler om fysiske objekters egenskap til å demonstrere bevis. Denne er spesielt viktig i naturvitenskap, da vitenskapelige metoder bruker bevis til å underbygge og støtte ny kunnskap. Egenskap tre, «Orientating three-dimensional spatial meaning», handler om objektets tredimensjonale egenskaper

til å visualisere komplekse fenomener, og hjelper elevene å orientere seg rundt fenomener, ved at man fysisk kan ta på dem og utforske de fra forskjellige vinkler (Tang et al., 2022). Et eksempel på dette er når man arbeider med en torso som modell av menneskekroppen. Her får elevene en bedre forståelse knyttet til romlig forhold i menneskekroppen. Elevene kan ta ut organer, studere dem og sette de tilbake der de hører hjemme. Den fjerde og siste egenskapen, «sensitizing experiental meaning», refererer til at fysiske objekter kan berøres og manipuleres (Tang et al., 2022). Denne egenskapen tillater elevene å bygge erfaringer rundt naturvitenskaplige fenomen, ved at elevene kan bruke alle sansene. Vi kan for eksempel kjenne om noe er varmt eller kaldt, eller tørt eller vått. Gjennom egenskapene fysiske objekter har, kan elevene studere og utforske naturfaglige fenomener på en helhetlig måte (Tang et al., 2022).

2.4 Modeller og modellering i naturfag

Modeller kan forstås som nøye utformede visuelle representasjoner, som hjelper oss å forstå eller forklare ulike deler av en prosess eller mekanisme (Schwarz et al., 2009; Sjøberg et al., 2022). Modeller blir tolket og konstruert gjennom representasjoner. Representasjoner og modeller er derfor tett sammenknyttet (Gilbert, 2013). Alle modeller er representasjoner, men ikke alle representasjoner er modeller (Hubber & Tytler, 2013). Representasjoner er en måte å uttrykke eller formidle en modell. Vi kan si at modeller blir uttrykt gjennom representasjoner (Gilbert, 2013). I følge Pajchel et al., (2019) bruker vi modeller i naturfag for å forenkle og forklare naturvitenskaplige fenomener, ideer og prosesser på en systematisk og hensiktsmessig måte. Slike modeller spenner vidt fra kjemiske formler, atommodeller til en globus (Pajchel et al., 2019). Modeller fanger likevel ikke opp alle sider ved et fenomen. Modeller er forenklinger av virkeligheten, og vil ha ufullstendige, og i noen tilfeller misvisende detaljer. Et eksempel på dette er den kjente atommodellen til Bohr, som brukes mye i skolen for å forklare egenskapene og oppbyggingen til atomene, samt hvordan de reagerer med hverandre. Denne modellen har flere svakheter i størrelsesforhold mellom nøytroner, protoner og elektroner, hvor de blir fremstilt som relativt like i størrelse og tett plassert. Den viser også at elektroner beveger seg i faste baner rundt kjernen av atomene, noe som ikke samsvarer med virkeligheten, hvor de beveger seg mer uforutsigbart (Pajchel et al., 2019). Det er derfor hensiktsmessig å kombinere flere modeller når man jobber med naturvitenskaplige fenomener, samt lære elevene å se etter styrker og svakheter i disse (Pajchel et al., 2019; Ringnes & Hannisdal, 2014; Tytler et al., 2013). Modellering handler om å skape en modell. En viktig faktor i dette arbeidet er at elevene får kunnskap om hvorfor vi bruker modeller, og at disse gir oss et innblikk i den

naturvitenskaplige praksisen. Denne kunnskapen er også en del av modelleringskompetansen (Schwarz et al., 2009).

2.4.1 Muligheter med modellering i naturfag

I de senere årene har fokuset på å utvikle modelleringskompetanse hos elever og lærere vært fremtredende. Studier viser at ved å fokusere på forklarende modeller i naturfag, hvor man lærer å rekonstruere modeller, kan frigjøre tiden man bruker på det faglige omfanget (Pajchel et al., 2019, pp. 143-144). Man vil derfor få mer tid til å jobbe med problemløsning, hvor elevene bruker modellene aktivt i læringsprosessen. Elevene vil også få et større eierskap til kunnskapen som utvikles gjennom å konstruere egne modeller, og lettere ta de i bruk på andre områder (Andersen et al., 2020; Pajchel et al., 2019, pp. 143-144; Schwarz et al., 2009). Modelleringskompetanse i skolen har vist seg å være et godt verktøy for å gi elevene kunnskap om naturvitenskapens egenart. Altså kunnskap om hvordan naturvitenskapelig kunnskap har utviklet seg og blitt til (Pajchel et al., 2019, p. 144). Ved å konstruere egne modeller får elevene et innblikk i hvordan forskere jobber, og hvordan de utvikler og tester hypoteser. Det å involvere elevene i å utvikle og forstå modeller i naturfag, vil hjelpe elevene med å få en dypere forståelse for naturvitenskaplige fenomener og vitenskapelige praksiser. Modeller er et verktøy for å kommunisere og få ny innsikt om allerede kjente fakta (Belzen et al., 2019). Kommunikasjon og argumentasjon er viktige faktorer i arbeidet med modellering i naturfag. Dette er grunnleggende ferdigheter som gir elevene øving i å kommunisere rundt egne og andres modeller. Dette kan gi elevene kompetanse til økt kritisk tenkning, da de må vurdere modellenes styrker og svakheter (Andersen et al., 2020; Pajchel et al., 2019; Schwarz et al., 2009).

2.5 Undervisning i fordøyelsessystemet

Vårt fordøyelsessystem er essensielt, og viktig for kroppens funksjon og helse. I fagets kjerneelementer i lærerplanen står det at elevene gjennom naturfagundervisningen skal forstå hvordan kroppens store og små systemer virker sammen, og lære elevene å ta vare på egen kropp og helse. Dette kommer også fram i læreplanens tverrfaglige tema folkehelse og livsmestring (Kunnskapsdepartementet, 2019b). Ved å studere fordøyelsessystemet, kan elevene lære å ta vare på kroppen sin, og ta fornuftige valg med mat og livsstil. En forståelse i fordøyelsessystemet kan også hjelpe elevene å se sammenhenger med andre organer og systemer i kroppen (Çuçin et al., 2020).

Det hverdagslige språket til elevene kan ha ulik betydning i en naturfaglig kontekst. Når de bruker hverdagslige språkuttrykk i en naturfaglig sammenheng, kan det være vanskelig å forstå de vitenskapelige begrepene som brukes i faget. Dette kan føre til misforståelser og gi grunnlag for misoppfatninger (Çuçin et al., 2020). Det er derfor viktig å ha fokus på forskjellen mellom hverdagslig språkbruk og naturvitenskapelig språkbruk i undervisningen. Dette gjelder også i undervisning knyttet til fordøyelsessystemet, da elevene ofte bruker hverdagslig språk i samtale om mat og fordøyelse (Gabel, 1999; Haugan & Holand, 2021). Misoppfatninger er feilaktige oppfatninger av noe som ikke samsvarer med virkeligheten. Det er ikke det samme som tilfeldige feil man kan få dersom man ikke leser en oppgave godt nok. Det er en bestemt tenkning eller ide bak oppfatningen (Brekke, 2002, p. 10). Det har vært mye forskning på misoppfatninger i naturfagundervisningen de siste årene. Spesielt innenfor fagområdet biologi er det kjent at elever strever med å forstå, da det ofte er snakk om abstrakte fenomener. I studien av Kallery og Psillos (2001) ble førskolelæreres forklaringer av biologiske fenomener undersøkt. Denne studien viser at lærerne benytter seg av antropomorfering i sine forklaringer når de formidler kunnskap til yngre barn. Dette betyr at de gir ikke-menneskelige fenomener menneskelige egenskaper som følelser, intensjoner og formål (Kallery & Psillos, 2001). Et eksempel på bruk av antropomorfering er når vi knytter torden og lyn med den norrøne guden, Thor. Eller at blomstene smiler når solen lyser på dem.

Taber og Watts (1996) har studert elevenes bruk av antropomorferinger i kontekst med elevenes læring av kjemiske bindinger. Her viser språkbruken at elevene omtaler elektroner, ioner og molekyler som om de har meninger og hensikter. Undersøkelsen viser at bruken kan være både positiv og negativ for elevenes forståelse. Dersom man bruker antropomorferinger metaforisk, kan det støtte læring (Taber & Watts, 1996; Øyehaug & Holt, 2019, p. 119). Bruken av metaforer er svært vanlig i naturfagundervisningen for å forenkle og gjøre fagstoffet mer forståelig for elevene. Lakeoff & Johnson (1980) skriver i sin bok *Metaphors We Live By* at metaforer er sentrale i naturvitenskapen når elever skal lære om abstrakte fenomener og begreper som ikke kan læres indirekte. I boken beskriver de metaforer som, «*The essence of metaphor is understanding and experiencing one kind of thing on terms of another*» (Lakeoff & Johnson, 1980, p. 5). Oversatt til norsk, «*metaforer er essensen i å forstå og oppleve en ting i lys av en annen*» (Lakeoff & Johnson, 1980). Et eksempel kan være når noen sier, «det knyter seg i magen». Denne metaforen kobler den fysiske opplevelsen av at magen strammer seg, til følelsen av uro eller angst.

Det er mange studier som identifiserer misoppfatninger hos elever i arbeid med temaet fordøyelsessystemet (Cakici, 2005; Cardak, 2015; Çuçin et al., 2020; Özsevgeç et al., 2012). Noen vanlige misoppfatninger knyttet til fordøyelsessystemet som ofte forekommer, er at elevene beskriver fordøyelsessystemet som et rørsystem med to åpne ender, og magesekken som en ballong uten tilknytning til spiserøret, og uten inngang og utgang (Çuçin et al., 2020). I studien til Çuçin et al. (2020) undersøkes vanlige misoppfatninger knyttet til fordøyelsessystemet blant 150 videregående elever fra tre forskjellige etniske opprinnelser, Bosnia, Tyrkia og Albania. Studien viser at også her definerer mange elever fordøyelsessystemet som et rørsystem med to åpne ender. Forklaringen de fleste elevene gir er, «vi tar maten gjennom munnen, og kaster/tømmer den med anus». Det er ingen elever med denne missoppfatningen som nevner absorbering av næringsstoffer i forklaringen sin (Çuçin et al., 2020). Noe som kan forklares med at et rørsystem fra dagliglivet karakteriseres som et lekkasjesikkert objekt. Det vil derfor ikke forgå en absorbering av noe, da et rør skal være tett. Missoppfatningen om at fordøyelsen ender i magen er også fremtredende i denne studien. Dette kan være knyttet til hverdagslig språk, hvor vi ofte nevner magen når det er snakk om fordøyelsen. Dette kan føre til at mange elever tror at magesekken er det viktigste organet i fordøyelsen, og at det er her alt skjer (Çuçin et al., 2020). Misoppfatninger i forbindelse med nyrer og tarm ble også observert i denne studien, hvor elevene tenker at væsker i fordøyelsen fjernes direkte gjennom urinveiene. En annen missoppfatning blant elevene var at mange bruker begrepet, «Mat koker/brenner i magen». Koking og brenning av mat brukes i steden for fordøyelse av mat. Dette ligner på begrepet forbrenning, som er en annen prosess som skjer i kroppen. Dette viser at eleven bruker hverdagslig språk i arbeidet med vitenskaplige fenomener, noe som kan føre til en forvirring mellom begrepene (Çuçin et al., 2020). Dette ble også observert i studien til Cakici, (2005) hvor 4 og 5. klasseelevers forståelse av fordøyelsessystemet ble undersøkt. Også her ble fordøyelsen betraktet som «smelting av mat» istedet for nedbrytning. Noen av elevene beskrev også fordøyelsen som en filtreringsprosess. Magen sorterte eller filtrerte ut nyttige deler av maten. Dette viser igjen at sosiale påvirkninger og hverdagslig språk har en betydelig innvirkning på hvordan elever oppfatter fordøyelsen (Cakici, 2005; Özsevgeç et al., 2012).

3 Metode

I dette kapitlet vil jeg presentere forskningsdesignet og metodene som er valgt i gjennomføringen av denne masteroppgaven. Først vil jeg presentere forskningsdesignet for studien og undervisningsopplegget som ble gjennomført. I samarbeid med en lærer har jeg gjennom en intervensjonsstudie utviklet et undervisningsopplegg med fokus på bruk av modeller og ulike representasjonsformer i naturfagundervisningen. Videre i metodekapitlet vil jeg presentere utvalget for datainnsamling, og gjøre rede for den analytiske tilnærmingen som blir brukt i denne studien. Avslutningsvis vil jeg diskutere studiens metodekvalitet, hvor jeg gjør rede for studiens validitet og reliabilitet. Kapitlet avsluttes med en gjennomgang av de etiske betraktningene knyttet til studien.

3.1 Forskningsdesign

I boken *Det skjulte samfunn* (1991) finner vi sitatet, «En metode er en fremgangsmåte, et middel til å løse problemer og komme frem til ny kunnskap. Et hvilket som helst middel som tjener formålet, hører med i arsenalet av metoder» (Aubert, 1991, p. 196). Vi kan dele metode inn i to metoderetninger, kvantitative og kvalitative. Begge bidrar på hver sin måte til å gi en økt kunnskap og forståelse for samfunnet vi lever i. Kunnskap er en sann og velbegrunnet oppfatning av noe, og det er metoden som skal sikre at det vi kommer fram til i forskning er godt begrunnet (Dalland, 2020, pp. 54-55; Nyeng, 2021, p. 9). I denne masteroppgaven har jeg valgt å bruke tre ulike kvalitative metoder for å finne svar på problemstillingen. Pre og post-test, observasjon og video. Det blir også analysert elevprodukter. De kvalitative metodene blir utdypet senere i metodekapitlet. Det som kjennetegner kvalitative metoder, er at man fokuserer på individet, erfaringer, fenomener og ord i datainnsamlingen. Her har man mulighet til å gå i dybden. Forskingen vil ha en induktiv fremgangsmåte, hvor man går fra empiri til teori (Tjora, 2021, pp. 26-27).

Temaet for forskningsperioden er fordøyelsessystemet, og jeg ønsker å designe en representasjonsfokuseret undervisning. Representasjoner fungerer som et språk som gjør det mulig å formidle naturvitenskaplige ideer (Knain, 2015). Vi kan i gjennom disse forklare konkrete og abstrakte ideer på en mer forståelig måte (Tang et al., 2022). Arbeid med representasjoner følger ofte en utforskende tilnærming, hvor elevene eksperimenterer og undersøker forskjellige representasjoner, for å bli kjent med ulike sider av et fenomen (Knain, 2015). Gjennom utforskende undervisning er elevene aktive deltakere i læringen (Korsager & Fiskum, 2017). Jeg ble inspirert av naturfagsenterets

undervisningsopplegg «kroppen som system», fordi de gjennom ulike representasjonsformer legger til rette for en kreativ og utforskende tilnærming til å lære om fordøyelsen (Skår & Halvorsen, 2020). Naturfagsenteret har gode ressurser for kompetanseutvikling i naturfag, hvor ressursene har fokus på dybdelæring. Den originale undervisningen består av tre undervisningsøkter. Med denne som inspirasjonen har jeg utvidet og forbedret opplegget gjennom å inkludere flere representasjoner og aktiviteter.

Denne masteroppgaven er en intervensjonsstudie. Noe som innebærer at jeg som forsker har en aktiv deltagelse eller innblanding i det aktuelle feltet som undersøkes. Innenfor utdanningsforskning dreier intervensjonsstudier seg om å undersøke endringsprosesser når nye arbeidsmåter implementeres i klasserommet (Øgreid, 2021, pp. 210-211). I denne studien har intervensjon som formål å utvikle empiriske teorier om læreprosesser og undervisningsopplegg, ved bruk av ulike representasjonsformer i undervisningen. Denne type intervensjonsstudier blir omtalt som pedagogisk designforskning. I denne studien inkluderes en rekke læringsaktiviteter og representasjonsformer der hensikten er å analysere om denne type intervensjon kan brukes for å støtte læring, samt utvikle nye teorier og praksiser i naturfagundervisningen. Samarbeidet mellom forsker og lærer er særlig viktig for kunnskapsutviklingen, da det er læreren som utfører undervisningen under forskerens veiledning (Øgreid, 2021, pp. 222-225).

3.1.1 Oversikt over intervensjon og datainnsamling

Undervisningen som er designet for denne studien er inspirert av naturfagsenterets opplegg, «kroppen som system» (Fiskum & Korsanger, 2017). Jeg har utvidet og forbedret opplegget gjennom å inkludere flere representasjoner og aktiviteter. Disse bidrar til å gjøre undervisningen mer variert og utforskende for elevene, samt medvirker til å styrke forståelsen av fordøyelsessystemet. Undervisningen som er designet for denne studien bygger på REDE's prinsipper for representasjonsbasert undervisning (Knain, 2015). Disse prinsippene viser hvordan man kan designe undervisningsopplegg med fokus på representasjoner. Prinsippene er basert på funnene i prosjektet utført av Tytler et al (2013) om bruk av representasjoner i naturfagundervisningen. REDE har utarbeidet syv råd eller designprinsipper, som skal fungere som støtte i arbeidet med å designe undervisningsopplegg der naturfaglige representasjoner er i fokus (vedlegg 4) (Knain, 2015; Tytler et al., 2013)

I undervisningsopplegget for denne studien får elevene en egnet rekkefølge av oppgaver og aktiviteter, hvor kompleksiteten av representasjonene og aktivitetene utvikler seg gradvis til å bli mer komplekse. På denne måten kan elevene utvide kunnskapen sin til nye situasjoner underveis i undervisningen. Elevene går for eksempel fra å lese som fordøyelsessystemet, til å demonstrere fordøyelsen gjennom praktiske aktiviteter. Dette samsvarer med REDE's designprinsipp nummer to. I denne studien er målet at elevene skal få kjennskap til fordøyelsessystemet gjennom ulike representasjonsformer. Gjennom studien arbeider elevene med tegning, tekst, praktisk arbeid, fysiske modeller og flytskjema. I arbeidet med de ulike representasjonsformene diskuterer elevene hvilke styrker og svakheter representasjonene har. Dette gjør elevene oppmerksomme på at ulike representasjoner har ulike muligheter, og at det er nødvendig med flere representasjoner for å forklare et fenomen. Gjennom studien får elevene kontinuerlig trening i å uttrykke sin forståelse gjennom ulike representasjonsformer, slik som tegninger, flytskjema, praktisk arbeid, tekst og muntlig samtale. I den avsluttende undervisningsøkten blir elevene utfordret i å lage sin egen fysiske modell av fordøyelsessystemet ved hjelp av materialet play doh. De innsamlede tegningene, tekstene og den fysiske modellen av play-doh, utgjør grunnlaget for vurderingen av elevenes forståelse og utvikling i studien. Under delkapittel 3.2.2, «Gjennomføring av undervisningsopplegget», finnes det en detaljert oversikt om hvordan og hvorfor de ulike representasjonsformene blir implementert i undervisningen. Nedenfor er en tabell som viser oversikt over intervensjon og datainnsamlingen i studien.

Tabell 1. Oversikt over intervensjon og datainnsamling

| Tid | Aktiviteter | Materiale | Data |
|----------|--|---|-----------------------------------|
| 1,5 time | Økt 1: - Lærer gir informasjon om prosjektet - Pre-test blir gjennomført - Klasseromssamtale om begrepene: Modeller og systemer | - Pre-test - PowerPoint presentasjon | Feltnotater 21 stk. pre-tester |

| | | | |
|----------|---|--|-------------|
| 1 time | <p>Økt 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Samtale og aktiviteter til boka «Hva skjer med drua?». Boken inneholder ulike representasjoner av kroppens organer. | <ul style="list-style-type: none"> - PowerPoint presentasjon - Boken «Hva skjer med drua?» (Fiskum & Korsanger, 2017) | Feltnotater |
| 1 time | <p>Økt 3:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Koblingsaktivitet hvor elevene kobler ulike aktiviteter til organer. | <ul style="list-style-type: none"> - Organ og aktivitetskort (Fiskum & Korsanger, 2017) | Feltnotater |
| 1,5 time | <p>Økt 4:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Høytlesning fra skolestudio hvor vi leser om matens reise gjennom fordøyelsessystemet. - Vi ser på ulike modeller av fordøyelsessystemet og diskuterer styrker og svakheter. - Aktivitet i grupper «Er det mulig å stå på hodet å spise mat?» | <ul style="list-style-type: none"> - Fagstoff hentet fra skolestudio - Digital modell av fordøyelsessystemet - Fysisk modell av menneskekroppen, en torso. | Feltnotater |
| 1,5 time | <p>Økt 5:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Eksperiment med fysisk modell, hvor de gjennom praktisk arbeid skal illustrere fordøyelsessystemet ved hjelp av mat og en stillongs. - Elevene jobber med oppgavehefte | <ul style="list-style-type: none"> - Video som illustrerer eksperimentet (Canoy, 2020). - Oppgavehefte om fordøyelsen hentet fra skolestudio | Feltnotater |
| 1,5 time | <p>Økt 6:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aktivitet: Elevene jobber med representasjoner hvor de lager egne flytskjema. Flytskjemaene skal illustrere hva som kommer inn, og hva som går ut av kroppen. De skal også vise de ulike | <ul style="list-style-type: none"> - PowerPoint med flytskjema - Organkort - Skadekort - Boken «Hvor blei det av drua?» (Skår & Halvorsen, 2020) | Feltnotater |

| | | | |
|-------------|---|------------------------|---------------------------------------|
| | prosessene og sammenhengene i kroppen. | | |
| 1,5 time | Økt 7: - Elevene lager sin egen fysiske modell av fordøyelsessystemet ved hjelp av materialet play doh (plastilina). | - Mal av menneskekropp | Feltnotater Videodata |
| 30 minutter | Økt 8: Gjennomfører post-test | - Post-test | Feltnotater 21 stk. post-tester |

3.2 Undervisningsopplegget

I dette kapitlet skal jeg presentere undervisningsopplegget som blir gjennomført i studien. Opplegget som blir utført i dette prosjektet strekker seg over en tidsperiode på en og en halv måned, og består av åtte undervisningsøkter, hvor hver økt varer cirka 60 til 90 minutter. Alle undervisningstimene har fokus på bruk av ulike representasjonsformer knyttet til fordøyelsessystemet, og ble gjennomført av læreren med meg til stede som observatør under alle øktene. Først vil jeg beskrive dialogen og samarbeidet med læreren, etterfulgt av en mer inngående beskrivelse av hvordan undervisningen blir gjennomført.

3.2.1 Dialog med lærer

Denne studien er basert på samarbeid med lærer, hvor vi fokuserer på bruk av ulike representasjoner i naturfagundervisningen. Undervisningen har en utforskende tilnærming. Det tematiske fokuset handler om fordøyelsessystemet. Dette er en intervensjonsstudie, hvor jeg som forsker planlegger et undervisningsopplegg som skal utføres av læreren med meg som observatør i klasserommet. Jeg blir sammen med læreren enig om to kompetansemål, som jeg skal designe undervisningsopplegget etter. Kompetansemålene blir brutt ned, slik at elevene enklere skal forstå målene for undervisningen.

1. «Bruke og vurdere modeller som representerer fenomener man ikke kan observere direkte, og gjøre rede for hvorfor det brukes modeller i naturfag»

2. «Gjøre rede for noen av kroppens organsystemer, og beskrive hvordan systemene virker sammen» (Kunnskapsdepartementet, 2019b)

Etter å ha blitt enige om kompetansemål og tematisk fokus for undervisningen, får jeg ansvaret for å designe undervisningsopplegget for studien, hvor jeg henter inspirasjon fra opplegget på naturfagsenteret, «kroppen som system» (Skår & Halvorsen, 2020). Med bakgrunn i denne inspirasjonen har jeg utvidet og forbedret opplegget gjennom å inkludere flere representasjoner og aktiviteter. Det utformede undervisningsopplegget som blir designet, har et sentralt fokus på bruk av ulike representasjonsformer i undervisningen. Temaet omhandler fordøyelsessystemet, og elevene vil i studien engasjere seg i en omfattende utforskning av et mangfold av representasjoner som er relevante for temaet. Målet er å undersøke om denne type undervisning kan bidra til økt læringsutbytte og naturfaglig forståelse. Undervisningsopplegget vil strekke seg over en lengre tidsperiode, slik at elevene har tid til å sette seg godt inn i temaet. Læringsprosessen er planlagt for å være utforskende og engasjerende for elevene, og innebærer en betydelig grad av elevaktivitet. Etter å ha designet opplegget sender jeg dette til læreren, hvor hen godkjenner undervisningsopplegget, og vi blir enige om oppstartsdato for prosjektet.

3.2.2 Gjennomføring av undervisningsopplegget

I dette delkapitlet finner man en oversikt over de ulike undervisningsøktene som blir gjennomført i klassen, og hvilken hensikt de ulike aktivitetene og representasjonene har. Her vil man se at elevene blir introdusert for kroppen som system de første øktene, hvor fokuset gradvis går over i å handle eksplisitt om fordøyelsessystemet. Denne progresjonen blir bestemt for å bygge elevenes forståelse trinnvis før man dykker ned i spesifikke tema. Denne tilnærmingen kan også gjøre det enklere for elevene å se sammenhenger på tvers av kroppssystem. Undervisningsopplegget har fokus på ulike representasjonsformer, hvor de ulike representasjonene utvikler seg gradvis fra hverdagslige til å bli mer komplekse.

Undervisningsøkt 1

I første undervisningstime starter læreren med å gi informasjon om hvilket tema naturfagundervisningen har denne perioden, og mål for undervisningen. Kompetansemålene blir gjort synlige for elevene gjennom en PowerPoint-presentasjon. Første del av undervisningen blir deretter brukt til å gjennomføre en pre-test. Læreren går igjennom spørsmålene i fellesskap med

klassen. Her blir elevene informert om at de kan både tegne og skrive for å svare på oppgavene. Begrepet naturvitenskap blir forklart som naturfag for elevene. Læreren deler ut testen, og elevene setter i gang med å svare på oppgavene.

Når elevene blir ferdige med pre-testen, får de en samarbeidsoppgave hvor de skal finne svar på, og diskutere spørsmålene: Hva er et system? Hva er en modell? Hva mener vi med at kroppen din er et system? Elevene går til sine faste samarbeidsgrupper og starter å diskutere spørsmålene. Noen av elevene henter Ipad, mens andre finner frem tegneark for å notere. Etter å ha jobbet sammen om spørsmålene tar læreren ordet, og klassen tar en felles gjennomgang hvor gruppene deler svarene med resten av klassen. Hensikten med denne økten er å aktivere og kartlegge elevenes forkunnskaper gjennom spørsmålene i pre-testen. I denne studien ønsker jeg å undersøke utviklingen av elevenes forklaringer knyttet til fordøyelsessystemet. Denne testen vil være studiens utgangspunkt.

Undervisningsøkt 2

Økt to er inspirert av naturfagsenterets undervisningsopplegg, «kroppen som system» (Skår & Halvorsen, 2020). Læreren starter undervisningen med å repetere oppgavene elevene jobbet med sist. Elevene diskuterer sammen med lærer på nytt hva en modell er, hva et system er, og hva vi mener med at kroppen er et system. Læreren introduserer deretter boken, «Hvor blei det av drua?» til elevene. Boken følger historien til Kalle som er sulten og spiser en drue. Etter å ha svelget druen, tenker Kalle på hva som skjer med drua inne i kroppen. På veien møter Kalle forskjellige dyr og skapninger, som forteller han om hva som skjer med drua. Etter å ha lest boken høyt for elevene, får de i oppgave å lese boken på nytt sammen med læringspartner. Mens de leser, skal de med rødt streke under setninger som beskriver prosesser i kroppen, og streke under med grønt hvor det nevnes organer. Etter at elevene har lest igjennom boken sammen med læringspartner, tar lærer en felles gjennomgang i klassen. Elevene forteller hva de har streket under, og hvorfor. Læreren ber elevene tenke på hvem Kalle møter underveis i historien, og hvorfor han møter akkurat disse figurene. Læreren ber deretter elevene finne ut hva den enkelte figuren prøver å fortelle oss om kroppen. Læreren bruker musa i historien som et eksempel. Musa forteller oss at noe blir mindre og mindre, og dette referer til hvordan maten blir delt opp i mindre biter i fordøyelsessystemet. Til slutt ser elevene på de ulike modellene i fortellingen. De diskuterer svakheter og styrker med disse.

Hensikten med denne delen av undervisningsopplegget er å bruke boken, «Hvor blei det av drua» til å utforske kroppen som et system. Karakterene vi møter i boken kan tolkes som metaforer for å forklare hvordan kroppen fungerer. I boken er det hverdagslige sammenligninger som gjør det enklere for elevene å forstå de ulike delene. Dette hjelper elevene med å huske og enklere relatere seg til stoffet. Elevene får også øving i å vurdere modeller.

Undervisningsøkt 3

Læreren starter økta med å repetere det elevene jobbet med forrige naturfagtime. Her rekker elevene opp hånden, og forteller om boken de hadde lest, om Kalle og alle han møtte i historien. Læreren introduserer neste aktivitet for elevene, en koblingsaktivitet. Elevene blir delt opp i grupper, og får utdelt organ- og aktivitetskonvolutter. Organkortene viser bilder av forskjellige organer som hjernen, tarmene, hjertet og blodet, nyrene, lungene, musklene og skjelettet. På aktivitetskortene står det ulike aktiviteter som synge, løpe, spise, gå på do, puste osv. Her får de i oppgave å trekke ett aktivitetskort av gangen, og finne organkort med relevans til aktiviteten. Elevene skriver deretter ned setninger som forklarer sammenhengen mellom organet og aktiviteten. Etter å ha jobbet med kortene tar læreren en felles gjennomgang med elevene, hvor elevene får forklare koblingene de hadde gjort.

Hensikten med denne økta er å stimulere diskusjon, og evaluere elevenes innsikt rundt sammenhengen mellom organer og aktiviteter. Dette blir gjort for å styrke elevenes forståelse av kroppens funksjoner.

Undervisningsøkt 4

I denne økta starter læreren med å skrive ned ordene spiserør, magesekk, tynntarm, tykktarm og endetarm på tavlen under overskriften «ord å lære». Læreren informerer elevene om at disse ordene skal vi lære mer om i dag ved å lese sammen, se på modeller og gjøre aktiviteter. Læreren leser et utdrag fra skolestudio, hvor det er en stegvis forklaring på hva som skjer i fordøyelsessystemet. Elevene ser deretter på den digitale modellen av fordøyelsessystemet som følger med teksten. Her kan elevene trykke på de ulike organene, og få opp informasjon om hvert organ. Etter at elevene har fått utforske den digitale modellen på skolestudio, tar læreren fram en fysisk modell av kroppen, hvor man kan ta ut og se på de forskjellige organene. Elevene flokker seg rundt mens læreren tar ut organ etter organ, samtidig som hen repeterer den stegvise forklaringen de leste på skolestudio. Etter

lærerens forklaring, får elevene i tur og orden utforske modellen på egenhånd. Etter å ha utforsket den fysiske modellen, starter elevene å jobbe med oppgavene som hører til teksten de leste på skolestudio.

Etter at klassen har jobbet med oppgavene, tar læreren en felles gjennomgang av spørsmålene sammen med elevene. Her får elevene rekke opp hånda og dele svarene sine. Etter gjennomgangen får elevene en oppgave de skal gjennomføre i de faste samarbeidsgruppene sine. Spørsmålene elevene fikk er:

1. Diskuter styrker og svakheter med de to modellene av fordøyelsessystemet vi har sett på i dag (fysisk og digital).
2. Er det mulig å stå på hodet å spise mat? (Her fikk elevene i forkant av undervisningen beskjed om at det kunne være lurt å spare på en matbit fra matpakken sin, slik at de kunne gjennomføre et forsøk i naturfag).

Hensikten med denne økta er å bli bedre kjent med fordøyelsessystemet ved å lese, studere representasjoner og utføre praktiske aktiviteter. De ulike representasjonene elevene arbeider med i undervisningen, lærer elevene forskjellige ting. Aktiviteten elevene gjør i undervisningen kan beskrives som en kropporientert tilnærming til å utforske fordøyelsessystemet. Hensikten ved å diskutere styrker og svakheter blant de ulike representasjonene, er å oppmuntre elevene til diskusjon og kritisk tenkning. De ulike modellene visualiserer fordøyelsessystemet på forskjellige måter, noe som fører til at elevene blir kjent med ulike aspekter av fordøyelsessystemet.

Undervisningsøkt 5

I denne økta utfører elevene et eksperiment som ved hjelp av en fysisk modell skal illustrere fordøyelsessystemet. Læreren starter undervisningen med å demonstrere forsøket, og stiller spørsmål til elevene for å koble på forkunnskapene. Deretter blir elevene delt inn i seks grupper med fire elever på hver gruppe, hvor de skal gjennomføre forsøket på egenhånd. Her får de i oppgave å planlegge, fordele oppgaver og forklare forsøket mens de filmer med Ipad. Forsøket er inspirert av videoen, «Digestive System Demo – Do It At Home Experiment» (Canoy, 2020). Elevene får utdelt oppgaven med fremgangsmåte og utstyrsliste. I elevenes oppgavetekst står det ikke hva de ulike delene i forsøket skal representere. Dette må elevene prøve å komme frem til selv.

Forsøket går ut på å mose kjeks og banan, blande med vann og juice, og presse massen gjennom en strømpebukse. Det forskjellige utstyret elevene bruker for å gjennomføre forsøket, representerer forskjellige organer i fordøyelsessystemet. Man knuser maten i en pose som illustrerer munnen, man blander så inn juice og vann som representerer spytt og magesyre. Strømpebuksa er tarmene. Forsøket er fint å bruke for å illustrere absorpsjonen av næringsstoffer i kroppen. De fleste gruppene klarer å koble fagstoff til forsøket, mens noen syntes det er morsomt å tulle med maten. Etter å ha gjennomført og ryddet opp etter eksperimentet, tar læreren en felles oppsummering med elevene. Her diskuterer de styrker og svakheter med å bruke dette forsøket som en modell på fordøyelsessystemet. Læreren avslutter aktiviteten med å skrive ned innspillene til elevene på tavla. Etter at elevene er ferdige med å vaske opp etter forsøket, blir klassen utdelt et oppgaveark om fordøyelsen.

Hensikten med denne økta er å gi elevene praktisk erfaring i å formidle hvordan næringsopptaket fungerer i fordøyelsessystemet. Ingen av de tidligere modellene har kunnet tydeliggjøre dette aspektet på en god måte. Denne representasjonen ble inkludert for å dekke denne informasjonen.

Undervisningsøkt 6

Læreren starter økta med å forklare og vise elevene hva et flytskjema er. Dette viser hen på en PowerPoint-presentasjon. Deretter får elevene i oppgave i å lage et flytskjema med organkortene de brukte i økt 3. Dette flytskjemaet skal vise hva som går inn i kroppen, og hva som går ut av den. Elevene skal også vise hva som skjer underveis, og skrive ned sammenhengene mellom de ulike organene. Elevene skal lage en oversikt ved å sette piler mellom de ulike delene av kroppen, og skrive ned ved siden av pilene hva som skjer. For eksempel pil fra tarmene til hjertet og blodet med forklaringen, «næringen blir tatt opp i blodet». Elevene får beskjed om å lese boka, «*Hvor blei det av drua*», mens de jobber med flytskjemaet. Læreren starter økta med å forklare og vise elevene hva et flytskjema er. Dette viser hen på en PowerPoint-presentasjon. Elevene jobber med flytskjemaet i sine faste samarbeidsgrupper, og starter med å legge organkortene på et A3 ark, mens de noterer sammenhenger fortløpende. Etter å ha jobbet en stund med flytskjemaet, skal de vise og forklare arbeidet til en annen elevgruppe. Elevene får så utdelt et sykdom – og skadekort av læreren. Læreren sier at de nå får noen minutter til å forberede seg, og at de skal bruke flytskjemaet til å forklare hva som skjer ved denne skaden/sykdommen. Elevene var delt inn i seks grupper slik at hver gruppe får

ulike sykdommer. På slutten av økta tar læreren en oppsummering over hva elevene har kommet frem til.

Hensikten med denne økta er å utfordre elevene med å lage et flytskjema. Flytskjema er en grafisk representasjon, som i dette tilfellet inneholder bilder med piler og tekst. Ved å lage flytskjema må elevene formidle prosesser som skjer i kroppen ved å kombinere teori fra boken «*hvor blei det av drua?*», med illustrasjoner av kroppen. Ved å konstruere flytskjema får elevene øving i å lage egne representasjoner. Oppgaven stimulerer diskusjon og faglige spørsmål.

Undervisningsøkt 7

I den siste undervisningsøkta skal elevene bruke det de har lært i undervisningen til å konstruere sin egen modell av fordøyelsessystemet. Dette skal de gjøre i grupper på to til tre elever. Elevene lager modellen på en mal ved hjelp av materialet play-doh i forskjellige farger. Elevene har ikke tilgang til hjelpemidler i denne undervisningsøkten. Når elevene er ferdig med modellen skal de sette navn på de ulike organene og forklare modellen de har laget til en annen gruppe. Denne økta blir filmet, hvor det blir brukt et klasseromskamera som har oversikt over hele klasserommet, samt to hodekamera. Detaljert oversikt over plassering av kamera og grupper finnes i kapittelet under data og datainnsamling.

Hensikten med denne økta er å gi elevene en praktisk og kreativ måte å anvende det de har lært i undervisningen om fordøyelsessystemet. Ved å lage egen modell av fordøyelsessystemet, får elevene demonstrert og visualisert sin forståelse. Elevproduktene og videoklipp fra denne økta blir brukt for å kartlegge elevenes utvikling og forståelse om temaet.

Undervisningsøkt 8

Etter å ha gjennomført undervisningsopplegget blir den siste økta satt av til å gjennomføre post-testen. Dette er den samme testen som ble gjennomført i oppstarten av studien, og har som hensikt i å kartlegge læringsutbytte og utviklingen til elevene. Læreren forklarer spørsmålene til elevene før de setter i gang med testen. Denne gangen bruker elevene mindre tid til å besvare alle spørsmålene enn i pre-test.

3.3 Data og datainnsamling

3.3.1 Pre og post-test

Pre og post-test designet som metode innebærer å måle en utvalgt variabel før og etter en intervensjon har blitt utført (Bell, 2010). I denne oppgaven måler jeg forkunnskaper elevene har før undervisningen som pre-test variabel, og læringsutbyttet elevene har etter undervisningen som post-test variabel. Det grunnleggende formålet bak denne metoden er å kunne sammenligne endringen i variabelen før og etter undervisningen. Dette gjør det mulig å måle læringsutbyttet av intervensjonen på variablene av interesse (Bell, 2010). Det første leddet i datainnsamlingen skjer gjennom en pre-test. Denne blir gjennomført før læreren starter opp med undervisningsopplegget, og har som hensikt i å kartlegge forkunnskapene til elevene. Den samme testen blir så gjennomført på slutten av forskningsprosjektet, slik at dataene fra de to testene kan sammenlignes og analyseres. Analysen av pre og post-test viser hvordan undervisningsopplegget støtter elevenes kunnskapsutvikling om fordøyelsessystemet.

Pre og post-testen består av de samme spørsmålene, og skal besvares ved hjelp av ord og tegning. Jeg velger en kvalitativ tilnærming på testene, da jeg ønsker at elevene skal sette ord på, og illustrere kunnskapen de har om temaet. Tegning blir spesielt viktig i denne testen, da undervisningen har fokus på bruk av ulike representasjonsformer. Ved å tegne en representasjon, illustrerer elevene hva de kan om temaet på testen. Spørsmålene elevene får i testen ser dere nedenfor.

Spørsmålene elevene får i pre- og posttesten er:

1. Når vi spiser, har maten en lang reise i kroppen før den kommer ut igjen. Hva tror du skjer med maten i kroppen når vi spiser? (Skrive, tegne)
2. Hvilken sammenheng har fordøyelsessystemet med resten av kroppen? Har den noen andre funksjoner enn at vi spiser når vi er sultne og blir mett.
3. Hva er en modell, og hvorfor tror du vi bruker modeller i naturvitenskap?
(Skrive, tegne)

Etter gjennomføringen ble observert at elevene har dårligere forutsetninger for å kunne svare på spørsmål nummer to, «Hvilken sammenheng har fordøyelsessystemet med resten av kroppen? Har den noen andre funksjoner enn at vi spiser når vi er sultne og blir mett?», og spørsmål nummer tre, «Hva er en modell, og hvorfor tror du vi bruker modeller i naturvitenskap?». En mulig forbedring kan

være å utforme spørsmål som er mer tilpasset elevens forkunnskaper og kompetansenivå, eller omformulere spørsmålene slik at de blir enklere å forstå. Begge spørsmålene inneholder to spørsmål, noe som førte til at mange av elevene kun svarte på det ene spørsmålet. Denne revideringen kunne gitt et mer presist bilde av hva eleven har lært gjennom undervisningsopplegget.

3.3.2 Observasjon

Observasjon blir ofte omtalt som etnografi, og ordet i seg selv betyr iakttagelse. Denne typen studier går under naturalisme, noe som innebærer at den sosiale verden skal studeres i naturlige situasjoner, som i dette tilfellet er i skolen (Dalland et al., 2022, p. 127; Tjora, 2021, p. 60). Observasjon er en god metode å bruke når man ønsker å studere mennesker i ulike settinger. Det er også en effektiv metode når man ønsker å få fram mønstre over tid. Observasjon er likevel en krevende metode, og det er utfordrende å holde fokus på hva man skal observere, samtidig som man skal skrive ned gode notater (Dalland et al., 2022, pp. 127-131).

Det er fem sentrale begreper knyttet til observasjon som metode; Observatør, observasjon, feltet, analyseenhetene og setting (Dalland et al., 2022, p. 127). Jeg går inn som observatør i naturfagstimene til en 5.klasse for å undersøke hvordan elevene jobber og samhandler i undervisningen. Jeg ønsker å observere hvordan elevene i denne klassen arbeider med ulike representasjoner i naturfagundervisningen. Her er skolen og klasserommet feltet, mens analyseenhetene er elevene i klassen. Setting sier noe om min posisjon i klasserommet. Som observatør kan man ha ulike observatørroller avhengig av hvor mye man deltar i de situasjonene som skal observeres. I denne settingen inntar jeg en delvis deltagende observatør rolle. Det som kjennetegner en delvis deltagende observatørrolle er at man deltar i den sosiale sammenhengen, men ikke under selve aktiviteten som skal observeres (Dalland et al., 2022, pp. 136-137). Jeg er til stede som observatør ved alle undervisningsøktene som blir gjennomført i studien. Jeg tilbringer derfor mye tid sammen med elevene i løpet av den tiden forskningen pågår. Jeg lærer meg navnene til elevene og blir kjent. Når man jobber med barn, kan man ikke snike seg inn og ut av et klasserom umerket.

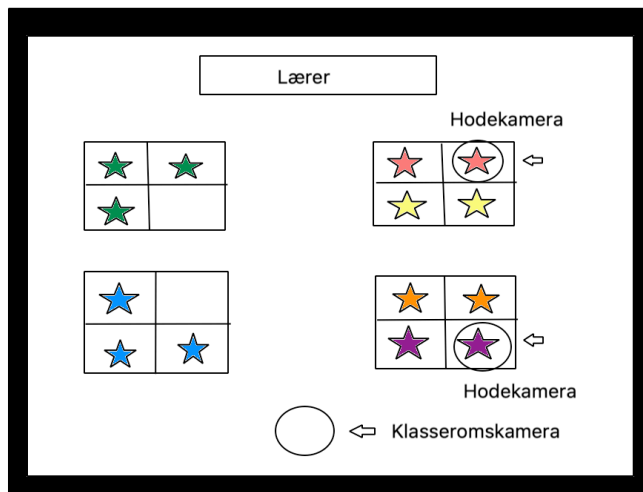
Jeg velger metoden observasjon fordi det gir meg god oversikt over hvordan elevene jobber med temaet i hele perioden. Jeg vil følge prosjektet fra start til slutt. I denne masteroppgaven ønsker jeg

å se om bruk av modeller og ulike representasjonsformer påvirker elevenes utvikling og forståelse av fordøyelsessystemet. Gjennom observasjon får jeg et godt bilde av hvordan de jobber med temaet, hvilke spørsmål de har, hva de blir nysgjerrige på, og hvordan de samhandler med hverandre. Alle disse faktorene noterer jeg i en feltdagbok. Notatene fra feltdagboken blir i stor grad brukt som bakgrunnskunnskap i studien.

3.3.3 Video

Videoobservasjoner med lyd kan ses på som en form for etnografi hvor man observerer ved hjelp av video. Et annet navn for dette er videografi (Tjora, 2021, p. 119). Ved bruk av videografi får man samlet inn store mengder data på relativt kort tid. Her har man muligheten til å se videoklippene flere ganger, en slik at man er sikker på at man får med seg alt som er relevant for forskningen. Denne metoden krever en detaljert og intensiv analyse med transkribering (Tjora, 2021, p. 119). Jeg bruker video som metode i undervisningsøkten hvor elevene skal samarbeide om å lage sin egen fysiske modell av fordøyelsessystemet med play-doh. Jeg velger denne metoden for å fange opp mest mulig data mens aktiviteten pågår. Ved å bruke video som metode, kan det utføres en grundigere analyse av interaksjonene. Video observasjoner gjør det mulig for meg å være til stede på flere plasser samtidig. For meg er det viktig å kunne undersøke hvordan elevene jobber og samarbeider mens de arbeider med modellen sin. Ved å bruke video får man tilgang til interaksjonene, gestikuleringen, kroppsspråk og det sosiale spillet under aktiviteten. Jeg er nysgjerrig på om elevene bruker fagbegreper, viser forståelse, hvordan de hjelper hverandre og om de klarer å se sammenhenger i arbeidet med modellene.

Jeg bruker et stillkamera og to hodekamera i datainnsamlingen. Jeg bestemmer sammen med lærer hvilke elever som skal bruke hodekamera under aktiviteten. Hodekameraene er vendt nedover slik at man får se elevproduktet under produksjon, samtidig som man hører dialogen og ser interaksjonen mellom elevene. Stillkameraet gir et overblikk over undervisningssituasjonen i sin helhet, med diskusjoner og beskjeder lærer har felles med klassen. Figur 1 viser hvordan kamera og elevene er plassert i klasserommet. Elevene er delt opp i to grupper på tre elever, og fire grupper på to elever, totalt 14 elever deltar. Elevene er markert som stjerner på oversikten nedenfor. Elevene som samarbeider har samme farge. Stjernene som er markert med en sirkel er elevene som bruker hodekamera. Til sammen blir det laget seks modeller av fordøyelsessystemet. Stillkameraet er markert med en sirkel.



Figur 1. plassering av kamera i klasserommet

3.3.4 Elevprodukt

En viktig del av datainnsamlingen er modellene elevene lager under den siste undervisningsøkten. Her får elevene i oppgave om å lage en modell av fordøyelsessystemet med hjelp av materialet play-doh, og en mal av menneskekropp på et A3-ark. Etter å ha laget den ferdige modellen skal elevene vise og forklare modellen sin til en annen gruppe. I forkant av denne undervisningsøkten har elevene i løpet av de siste en og en halv månedene jobbet med mange ulike modeller av fordøyelsessystemet. De kan la seg inspirere av disse, men modellene er ikke tilgjengelig for elevene i modelleringsprosessen. Elevene har derfor kun det de trenger for å lage modellen tilgjengelig foran seg. Her samarbeider de i grupper på to til tre elever hvor de får 30 minutter på å gjøre ferdig modellen sin. Alle elevene blir ferdige med modellen sin, og det blir samlet inn totalt seks elevprodukter.

Elevproduktene gir en unik mulighet til å utforske elevenes tenkning og forståelse av temaet. Ved å analysere elevproduktene kan vi få innsikt i hvordan elevene løser oppgaven, hvilke strategier de bruker og hva slags kunnskaper og ferdigheter de besitter. Elevproduktene gir også en indikasjon på produktiviteten av undervisningsopplegget som er blitt gjennomført før produksjonen av modellen. Man får se hva elevene har tilegnet seg av kunnskap etter undervisningen. På bakgrunn av dette kan elevproduktene også benyttes for å kartlegge styrker og svakheter i elevens læring, noe som kan gi et verdifullt grunnlag for forbedring av undervisningen.

3.4 Utvalg og fokusgrupper

Datainnsamlingen blir gjennomført på 5.trinn. Jeg velger å begrense datainnsamlingen til en klasse, da jeg ønsker å gå i dybden over tid. Det vil være utfordrende tidsmessig dersom jeg skal gjennomføre forskningen i flere klasser, da jeg er til stede i alle undervisningsøktene. Klassen jeg velger for datainnsamlingen består av 21 elever, hvorav 13 jenter og 8 gutter. Denne undersøkelsen har et bekvemmelighetsutvalg. Et bekvemmelighetsutvalg går ut på, som navnet tilsier, at forskeren har gjort et bekvemmelig valg i forhold til utvalg (Blikstad-Balas & Dalland, 2022, p. 39). I mitt tilfelle karakteriserer jeg dette som et bekvemmelighetsutvalg på bakgrunn av at jeg har kjennskap til skolen fra før, og at den har nær beliggenhet. Man kan stille seg kritisk til et bekvemmelighets utvalg. Jeg kan velge en annen skole, men da må jeg reise langt, og muligheten for tett observasjon og oppfølging av prosjektet vil være utfordrende.

I denne masteroppgaven består utvalget av data fra en hel klasse, i tillegg til to fokusgrupper, som er referert til som fokusgruppe en og to. Valg av fokusgruppe blir gjort i samråd mellom meg og lærer, hvor målet er å analysere elevenes samarbeid og utvikling i løpet av undervisningsopplegget.

Disse to gruppene blir utstyrt med hodekamera under videoobservasjonen i den siste undervisningsøkten når elevene lager egne fysiske modeller av fordøyelsessystemet. I resultatkapitlet finnes en mer utdypende analyse av dataene fra disse gruppene. Utvalg av fokusgrupper er basert på lærerens vurdering av hvilke elever som kan samarbeide godt sammen. Fokusgruppe en består av Marianne og Håvard, mens fokusgruppe to består av Julius og Ane. Navnene på elevene i fokusgruppene er ikke ekte navn, men pseudonymer. Med hensyn til det faglige nivået, består hver fokusgruppe av en elev som skårer høyt i faget, og en elev på gjennomsnittsnivå.

3.5 Analytisk tilnærming

I dette kapitlet skal jeg presenterer analytisk tilnærming fra fire ulike datakilder, med det overordnede målet om å finne svar på problemstillingen min knyttet til undervisningsdesign med fokus på modeller og ulike representasjonsformer i arbeidet med fordøyelsessystemet, og hvorvidt disse kan fremme naturfaglig forståelse. Datamaterialet inkluderer pre og post-tester, videoopptak og elevprodukter. Første steg i analysen er å systematisere pre og post-testene, etterfulgt av transkribering av videoopptak. Avslutningsvis gjør jeg en analyse av elevproduktene.

Tabell 2. Oversikt over datamaterialet

| Data | Innhold | Mengde |
|--------------------------|---|--------------|
| Prepost-test | Spørsmål | 2 x 21 stykk |
| Hodekamera fokusgruppe 1 | Arbeid med fysisk modell | 25 minutter |
| Hodekamera fokusgruppe 2 | Arbeid med fysisk modell | 20 minutter |
| Elevprodukt | Fysiske modeller av fordøyelsessystemet | 6 stykk |
| Observasjon i klasserom | Undervisningsopplegg | Feltnotater |

3.5.1 Analyse av pre og post-test

For å analysere dataene fra pre og post-testene, blir det gjennomført en detaljert og systematisk gjennomgang av elevenes besvarelser i tre omganger. Først leser jeg gjennom alle elevsvarene og noterer hvilke ideer elevene har av fordøyelsessystemet på henholdsvis pre og post-testene. Her organiserer jeg svarene på en strukturert måte, for å enklere kunne sammenligne dem. Jeg ser etter likheter og mønstre. Dataene blir systematisert i henhold til relevante kategorier for studien. Disse inkluderer om elevene har tegnet en representasjon av fordøyelsessystemet, bruker naturvitenskapelige begreper, gir forklarende svar, og om de ser sammenhenger på tvers av tema. Jeg kartlegger også hvor mange av elevene som ikke svarer på spørsmålene, eller tegner noe som ikke direkte har med fordøyelsen å gjøre. Jeg velger disse kategoriene fordi jeg mener disse kan hjelpe meg med å evaluere elevenes forståelse og utvikling i studien. De kan også identifisere områder som krever forbedring i undervisningsopplegget. I andre omgang av analysen ser jeg etter utvikling i elevenes forklaringer og læringsutbytte. Her sammenligner jeg svarene på pre og post-test for hver enkelt elev for å se om undervisningsopplegget gir gode resultater på læring, og hvordan utviklingen av elevenes forklaringer om fordøyelsessystemet endrer seg gjennom undervisningsopplegget. Jeg ønsker å undersøke om elevene har en mer helhetlig forståelse av prosessene som skjer i fordøyelsessystemet etter det representasjonsfokuserede undervisningsopplegget. I den siste datagjennomgangen legger jeg kjennetegnene som kommer tydeligst fram i pre og post-test i en tabell. Denne kan man se i resultatkapitlet.

3.5.2 Analyse av video

Det første trinnet i analyse av videoobservasjon innebærer å transkribere innholdet fra de to hodekameraene som blir brukt i studien. Her har jeg 25 minutter med video fra fokusgruppe en, og 20 minutter fra fokusgruppe to. Begge opptakene blir transkribert i tre omganger. Første omgang av transkriberingen består av å transkribere samtalene mellom elevene i videoopptaket. Jeg unnlater å notere samtaler eller tema som ikke har relevans for oppgaven. Dette inkluderer samtaler om hendelser i friminuttet eller annen informasjon som ikke er relevant for analysen. I andre omgang av analysen bruker jeg tid på å notere ned gester elevene hadde i interaksjonen. Dette er ikke-verbale handlinger som peking, miming, ansiktsuttrykk og kroppslig kommunikasjon mellom elevene under arbeidet med modellen. Denne informasjonen blir oppgitt i parentes i transkriberingen. Ved den siste omgangen av transkriberingen blir det utført en gjennomgang av det tidligere transkriberte materialet for å sikre at ikke noe av betydning blir oversett eller utelatt. Videre blir det inkludert pauser eller perioder uten verbal kommunikasjon mellom elevene under arbeidet med modellen. Forklaring for de ulike symbolene er lagt inn i tabellen nedenfor.

Analysen av video bygger på en interaksjonsanalyse av elevenes samarbeid om å lage fysiske modeller av fordøyelsessystemet med play-doh. Fokuset i analysen er elevenes dialog med hverandre, hvor jeg observerer hvordan samtalen utvikler seg gjennom arbeidet med modellen, om de stiller hverandre faglige spørsmål, bruker naturvitenskapelige begreper og ser sammenhenger på tvers av temaer i naturfag.

Tabell 3. Forklaring av symbol

| Symbol | Forklaring |
|--------|-----------------------------------|
| (-) | Overlappende samtale - avbrytning |
| (.) | Pause mindre enn 1 sekund |
| (..) | Pause 1-5 sekunder |
| (...) | Pause 5-10 sekunder |
| (....) | Pause mer enn 10 sekunder |

3.5.3 Analyser av elevprodukt

I denne studien analyserer jeg elevproduktene som ble konstruert i den siste undervisningstimen i studien. Her har elevene laget egne fysiske modeller av fordøyelsessystemet som et avsluttende prosjekt i studien. Det ble produsert totalt seks modeller i denne økten, og disse blir analysert gjennom flere omganger. Det ble tatt bilde av alle modellene slik at de kunne studeres nøye.

I den første fasen av analysen studerer jeg alle modellene hver for seg, hvor jeg ser på modellen som helhet. Her vurderer jeg om elevene har inkludert de mest grunnleggende delene av fordøyelsessystemet, som munn, spiserør, magesekk, tynntarm, tykktarm og endetarm. Det blir også undersøkt om det er mangler i modellene, eller om jeg kan identifisert feil eller misoppfatninger. I den påfølgende delen av analysen konsentrerer jeg meg om hva elevene har fremhevet i sine modeller og hvor nøyaktige de har vært i selve modelleringsprosessen. Her ser jeg på aspekter som fargevalg, plassering av organer, form, struktur og bruk av fagbegrep. Jeg undersøker også om elevene har inkludert andre systemer fra kroppen i modellen sin. I den siste fasen sammenligner jeg alle modellene og undersøker om det er noen fellestrekk eller gjentakende mønstre ved modellene. Resultatkapitlet inneholder en detaljert analyse av elevproduktene til fokusgruppene.

3.6 Metodekvalitet

3.6.1 Reliabilitet

Formålet med denne studien er å undersøke elevers forståelse av fordøyelsessystemet i arbeid med representasjonsfokuseret undervisning. Når vi snakker om reliabilitet i en forskningsstudie, refererer det til påliteligheten av forskningsdataene som er samlet inn. Det betyr at vi må sørge for at dataene vi har samlet inn er troverdige og kan anses som pålitelige (Dalland, 2020, p. 246). For å sikre pålitelige data i denne studien, er det blitt brukt ulike kvalitative metoder. I oppstarten av studien gjennomførte jeg en pre-test med spørsmål knyttet opp mot fordøyelsessystemet og modeller i naturfagundervisningen. Elevene fikk ikke forberede seg til denne pre-testen, og spørsmålene var ikke kjent før testen startet. Dette ble gjort for å oppnå en realistisk vurdering av elevenes utgangspunkt før vi startet undervisningen. Dette gir en pålitelig pre-test som kunne brukes til sammenligning med resultatene som ble samlet inn ved studiens slutt.

Videre i studien ble det gjennomført syv undervisningsøkter med fokus på utforskende undervisning med bruk av varierte representasjonsformer. Jeg var til stede som observatør under alle disse øktene. Min tilstedeværelse var av stor betydning for å kunne følge forskningsprosessen nøye, og for å få et godt bilde av hvordan undervisningen ble gjennomført. Selv om jeg hadde utviklet undervisningsopplegget med en bestemt ide for gjennomføringen, var jeg samtidig innforstått over at uforutsette faktorer kan oppstå i en skolesetting, og at undervisningen må tilpasses etter behov. Derfor var jeg til stede under undervisningsøktene for å få et realistisk bilde av undervisningen, og for å sikre påliteligheten av studien. Under disse undervisningsøktene noterte jeg i en feltdagbok. Jeg var i hovedsak interessert i elevaktiviteten og interaksjonene som pågikk i klasserommet. Siden dette var et opplegg som ble gjennomført over en lengre tidsperiode, ble elevene i klassen vant til min tilstedeværelse, og jeg kunne observere mer naturlig atferd blant elevene. Dette gjorde at elevene ble mindre preget av å ha en fremmed person til stede i klasserommet, og kunne i større grad oppføre seg normalt.

I den siste undervisningsøkten fikk elevene anledning til å konstruere egne fysiske modeller av fordøyelsessystemet ved hjelp av play-doh. For å samle data i denne undervisningsøkten, ble video brukt som innsamlingsmetode. Denne metoden mener jeg styrker reliabiliteten på flere punkter. For å observere elevenes modelleringsprosess brukte jeg hodekamera på de to gruppene som var i fokus for denne studien. Dette ga meg mye informasjon om interaksjonene og modelleringsprosessen til elevene. Siden det var opptak på video kunne jeg se opptaket flere ganger, noe som ikke ville vært mulig ved vanlig observasjon. Dette var også en fordel når interaksjonene skulle transkribes. Dialogen mellom elevene ble transkribert ordrett, inkludert pauser og uttrykk, dette for å få en nøyaktig gjengivelse av interaksjonene.

3.6.2 Validitet

Validitet sier noe om hvorvidt metodene som brukes egner seg til å undersøke det som faktisk skal undersøkes (Dalland, 2020, p. 245). I denne studien har jeg som tidligere nevnt, benyttet ulike kvalitative metoder for å besvare problemstillingen, «Hvordan kan man designe undervisning med fokus på modeller og ulike representasjonsformer som fremmer naturfaglig forståelse av fordøyelsessystemet». Når man anvender kvalitative metoder er det viktig å være oppmerksom på at man møter personene som skal observeres, derfor må man opptre så nøytralt som mulig for å sikre validiteten i studien. Det er viktig å være bevisst på hvordan egne meninger kan påvirke temaet og

informantene, spesielt når informantene er barn. Som observatør i klasserommet kan min tilstedeværelse påvirke adferden til elevene som skal observeres. Dette gjelder også med metoden video som datainnsamling. Her kan elevene oppføre seg unaturlig når det er kamera i klasserommet, spesielt de som i studien bruker hodekamera. Det er derfor viktig å være forsiktig med å trekke konklusjoner basert på observasjoner alene, og benytte flere metoder for å øke validiteten. Dette har jeg har gjort i denne studien ved å kombinere flere datakilder og innsamlingsmetoder for å svare på problemstillingen.

I denne studien skal jeg undersøke hva som kjennetegner utviklingen av elevenes forståelse og forklaringer av fordøyelsessystemet gjennom representasjonsfokuseret undervisning. For å kunne gjøre dette må jeg ha kjennskap om hvilke ideer og forklaringer elevene hadde om fordøyelsessystemet før og etter undervisningsopplegget ble gjennomført. Ved å bruke pre og post-test som metode dekker jeg dette behovet. Pre-test gir meg data om forkunnskapene til elevene, mens post-test gir meg data om kunnskapene elevene besitter etter å ha gjennomført undervisningsopplegget. Ved å sammenligne disse, får man et innblikk i utviklingen til hver enkelt elev og som gruppe. I denne studien argumenterer jeg for at pre og post-test viser at representasjonene har påvirket elevenes forståelse. En viktig diskusjon er i hvilken grad dette ville skjedd uansett. Da man som regel vil se en utvikling før og etter enhver undervisning.

Som tidligere nevnt blir alle undervisningsøkterne observert for å sikre studiens reliabilitet. Dette har også en positiv effekt på studiens validitet. Ved at studien pågår over et større tidsrom, blir elevene og læreren vant til min tilstedeværelse i klasserommet, og jeg blir etter hvert en naturlig del av undervisningsmiljøet. Elevene er nysgjerrige på meg den første undervisningsøkta, men etter denne oppførte de seg tilnærmet som vanlig, noe kontaktlærer også kan bekrefte. Gjennom observasjon som metode får jeg innsikt i hvordan elevene responderer på undervisningen, og hvilke representasjoner og aktiviteter som engasjerer og støtter elevenes forståelse av fordøyelsessystemet. Dersom elevene er komfortable med meg i klasserommet vil de i større grad vise og kommunisere sin forståelse av fordøyelsessystemet. Dette kan gi mer nøyaktige data. Gjennom å bruke videodata som metode får man innsikt i hvordan elevene samhandler med representasjoner, og hvordan de arbeider med modellering. I undervisningsøkten hvor data ble samlet inn gjennom video, observerer jeg i oppstarten av økta at elevene finner det spennende med kamera i klasserommet, men at de gradvis glemmer at kameraene er til stede. Undervisningsøkten

med videoobservasjon blir gjennomført i økt nummer syv av totalt åtte økter. Noe som resulterer i at elevene nå har utviklet tillit til meg, og er mer komfortable med å dele meninger og komme med forslag under modelleringsprosessen.

3.6.3 Overførbarhet

Begrepet overførbarhet eller generalisering i forskning refererer til om resultatene man har oppnådd kan gjøres gjeldende for andre situasjoner eller grupper (Dalland, 2020, p. 246). En studie som er gyldig og pålitelig vil være mer sannsynlig å kunne overføre til andre situasjoner. Funnene i denne studien har overføringsverdi, men fullstendig generalisering av resultatene kan være utfordrende. Dette fordi man ikke kan garantere samme resultat i en annen klasse, da det er flere faktorer som kan påvirke resultatet. Dette kan være faktorer som skolemiljø, faglig nivå på elevene, kunnskapsnivået til læreren, geografisk beliggenhet til skolen, tilgang til utstyr med mer.

3.7 Etiske hensyn

Etikken sier oss noe om normene for god livsførsel. Den gir oss veiledning og grunnlag til å ta gode og rette beslutninger. Forskningsetikk handler om å ivareta personvernet og sikre at alle som deltar i forskningen ikke blir krenket eller påført unødvendig belastning (Dalland, 2020, p. 168). Forskningsetikk består av formelle rammeverk og skjønnsmessige vurderinger. Første steg i denne masteroppgaven var å søke godkjenning til Norsk senter for forskningsdata (NSD). Det formelle rammeverket innebærer at man må søke i alle prosjekter der personopplysninger skal lagres og oppbevares (Anker, 2020, pp. 104-105). I dette prosjektet vil jeg ha personopplysninger på video og notater, dette medfører at jeg må søke til NSD om godkjenning (vedlegg 3). Disse dataene kan ikke lagres på mobiltelefon eller på privat PC. Alle opplysninger som kan spores tilbake til personer, må oppbevares på krypterte datalagringsområder. Den nasjonale forskningsetiske komite for samfunnsvitenskap og humaniora har også utarbeidet en rekke retningslinjer og lover for forskning. Disse er man forpliktet til å rette seg etter (Anker, 2020, pp. 104-105).

Når vi forsker på mennesker er det viktig at vi behandler opplysningene på en etisk forsvarlig måte. I dette prosjektet skal jeg forske på elever i barneskolen. Her er det mange etiske faktorer jeg må ta hensyn til. I denne studien samler jeg inn data gjennom ulike metoder som pre-og posttest, observasjon, og videoobservasjon. Siden elevene er under 15 år, må også foresatte gi samtykke til forskningen. Her er det viktig at læreren, elevene og foresatte får god informasjon om prosjektet

både før, underveis og etter gjennomføring. Dette får de muntlig og skriftlig. Det første steget i prosjektet er å sende ut et samtykkeskriv med informasjon om studien (vedlegg 1 & 2). Dette dokumentet inneholder informasjon om prosjektet og hva det innebærer å delta. Her får alle parter informasjon om at elevene deltar frivillig, og at de kan når som helst trekke seg fra prosjektet uten begrunnelse. Det blir også gitt god informasjon om hva det innebærer å delta, samt hva det skal forskes på.

I denne studien har jeg vært svært oppmerksom på hvordan jeg fremstiller informantene i observasjonsnotater og i transkribering. Informasjon som ikke belyser problemstillingen, har ikke blitt notert. Elevene og læreren har fått fiktive navn i transkriberingen og notater for å sikre godt personvern. I undervisningsøkt syv blir det benyttet hodekamera. Her har en elev fra hver fokusgruppe på seg hodekamera. Dette er frivillig, og elevene kan når som helst ta av seg kameraet og gi det videre. Videoopptaket som blir produsert i denne undervisningen blir lagret på passordbeskyttet harddisk for å sikre trygg lagring.

4 Resultater

I dette kapitlet vil jeg presentere resultatet av dataanalysen som er gjennomført i denne studien. Her har jeg valgt å fremheve to fokusgrupper. Disse ble tettest observert i studien gjennom videopptak. Først vil jeg presentere resultatene av pre og post-test, hvor jeg redegjør for hva som kjennetegner innholdet og utviklingen på testene til hele klassen som gruppe. Jeg vil videre vise en grundigere analyse av pre og post-testene til de fire elevene i fokusgruppene. Videre i kapitlet kommer resultat av videoobservasjonen, der elevene lager en modell av fordøyelsessystemet. Her vil jeg vise modelleringsprosessen til de to fokusgruppene som ble filmet, gjennom analyse av elevprodukt og transkribering av video.

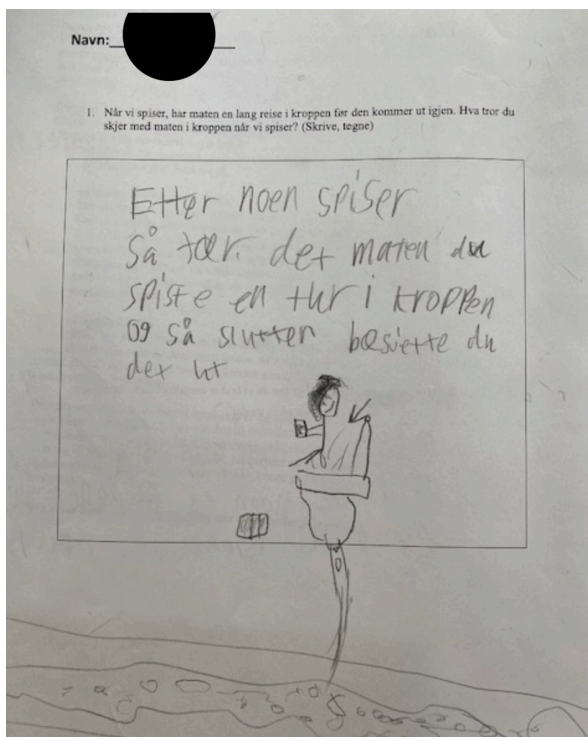
4.1 Resultater av pre og post-test: Klassen

4.1.1 Pre-test

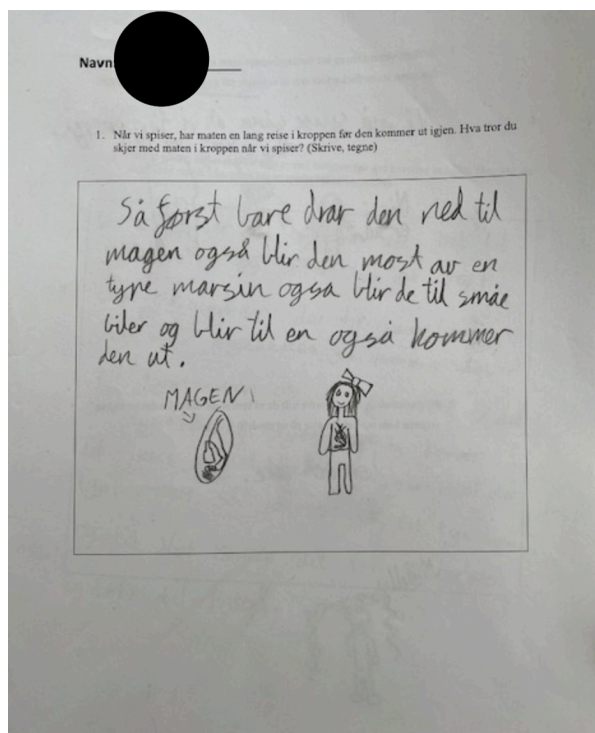
På spørsmål nummer en i testen skal elevene skrive eller tegne hva de tror skjer med maten i kroppen etter vi har spist. Her har de fleste elevene tegnet og skrevet en kort forklaring. Det som kjennetegner tegningene til elevene på dette spørsmålet, er at mange har tegnet noe som ikke direkte har noe med fordøyelsessystemet å gjøre. Flere har tegnet figurer som ligner på mennesker, skjelett eller dyr. Noen av elevene har fokusert mye rundt do-besøk. De har tegnet en person som sitter på do eller et kloakksystem. Noen av elevene har forsøkt å tegne en representasjon av fordøyelsessystemet. Det som kjennetegner disse, er at elevene har tegnet noe som ligner på spiserør, magesekk og tarmen. I mange av tegningene er fordøyelsessystemet tegnet som et langt rør. Ved tegningene har flere forsøkt å komme med en forklaring på hva som skjer. Her er det enkle forklaringer som går ut på at vi spiser, og så blir maten til bæsje. Eller at det er en maskin i magen som vender og forbrenner maten. Forklaringene til elevene er preget av hverdagslige erfaringer og språk. Mange av elevene har også unnlatt å svare.

På spørsmål nummer to i pre testen skulle elevene svare på spørsmålet: «*Hvilken sammenheng har fordøyelsessystemet med resten av kroppen?*». Her var mange av elevene usikre på hva de skulle svare. Flere har misforstått eller ikke svart på spørsmålet. De fleste elevene svarer at man spiser for å få energi. Noen få utdyper dette ved å skrive at vi trenger energi for å vokse. Noen av elevene skriver at vi spiser for å ikke bli syk eller dø. «*Vi spiser for å leve*», er en forklaring som går igjen i mange av pre-testene. På spørsmål nummer tre skal elevene svare på «*Hva er en modell, og hvorfor*

tror du vi bruker modeller i naturvitenskap?»). Her kan elevene også komme med eksempler på en modell. Over halvparten av elevene i undersøkelsen svarer ikke på dette spørsmålet. Noen få skriver at man bruker modeller for å enklere forklare noe, eller for å lære om noe. Få elever kommer med eksempel på hva en modell kan være, her er det globus og menneskekroppen som går igjen. To elever har skrevet om yrket fotomodell. Nedenfor viser figur 2 og 3 eksempel på to pre-tester.



Figur 2. Pre-test 1



Figur 3. Pre-test 2

4.1.2 Post-test

På spørsmål nummer en i post-test har de aller fleste elevene skrevet en detaljert forklaring på hva som skjer i fordøyelsessystemet. Her har mange skrevet ned hva som skjer med maten fra vi spiser, og til den kommer ut. De har også tegnet en realistisk modell av fordøyelsessystemet som viser de primære organene som utgjør fordøyelsessystemet. Disse organene er også navngitt i tegningene. Her har de aller fleste fått med spiserør, magesekk, magesyre, tynntarm, tykktarm og endetarm. De har også brukt riktige begreper når de forklarer hva som skjer i fordøyelsen. Elevene har i post-testen også fokus på organenes funksjon i fordøyelsessystemet, hvor flere har inkludert utskillelse av magesyre, tarmtotter og opptak av næringsstoffer. Dette indikerer at elevene nå har en mer abstrakt

forståelse av fordøyelsessystemet. Noen få har laget egne navn på organene. Langtarm istedenfor tynntarm, og matrør isteden for spiserør.

På spørsmål nummer to i post-testen skriver de aller fleste elevene har vi spiser for å få energi til å vokse og bevege oss. Mange har skrevet om sammenhengen med nervesystemet, «*hjernen sier i fra når vi må ha mer mat eller næring*». På det siste spørsmålet i post-testen har alle elevene en forklaring på hva en modell er. De fleste sammenligner en modell med en kopi av noe, slik at det skal bli enklere å studere og utforske. Noen kaller en modell for en figur av noe virkelig eller et fenomen. Alle elevene har nevnt et eksempel på en modell. Globus, verdensrommet og menneskekroppen er eksempler som går igjen. Mange av elevene har skrevet at en modell kan være en forstørrelse av noe, eller en forminskning. I denne studien knyttet til elever på 5.trinn, har vi jobbet med denne forklaring rundt hva en modell er: «*Modeller hjelper oss å forstå verden rundt oss. Modeller forenkler, og hjelper oss å lære hvordan noe fungerer. Det finnes ulike typer modeller*». Nedenfor er en tabell med oversikt over kjennetegn på pre og post-test fra klassen.

Tabell 4. Oversikt over kjennetegn på pre og post-test

| Spørsmål | Pre-test | Post-test |
|--|--|--|
| 1. Hva skjer med maten når vi spiser? | <ul style="list-style-type: none"> - Forklaringer preget av hverdagslige erfaringer og språk. Mye fokus på do-besøk. - Tegninger som ikke direkte har noe med fordøyelsessystemet å gjøre, eller dobesøk - Elevene har forsøkt å tegne en modell av fordøyelsessystemet. Ofte visualisert som et langt rør. | <ul style="list-style-type: none"> - Detaljerte forklaringer som viser rekkefølgen i fordøyelsessystemet. - Bruk av begreper - Tegnet detaljerte modeller av fordøyelsessystemet – går fra å være mer hverdagslige i pre-test, til fokus på ikke-observerbare konsepter i post-testen. - Viser sammenheng med andre systemer |
| 2. Hvilken sammenheng har fordøyelsessystemet | <ul style="list-style-type: none"> - Mange har unnlatt å svare på spørsmålet | <ul style="list-style-type: none"> - God forklaring på hvorfor vi spiser mat – Næringen fra mat gir oss energi slik at vi kan utvikle oss og bevege oss |

| | | |
|---|---|---|
| med resten av kroppen? | - Forklaringen: Vi spiser for å leve, ikke bli sur, eller for å ikke dø er gjentakende | - Elevene viser sammenheng med nervesystemet |
| 3. Hva er en modell, og hvorfor bruker vi modeller i naturvitenskapen? | - De aller fleste har ikke svart på spørsmålet - Få har en god forklaring og bruker eksempler på hva en modell er - Misoppfatninger | - Gode eksempler og forklaringer på hva en modell er, og hvorfor vi bruker modeller i naturvitenskap. - Sammenligner en modell med en kopi av noe/ en figur av et fenomen - Modell kan være forstørret eller forminsket |

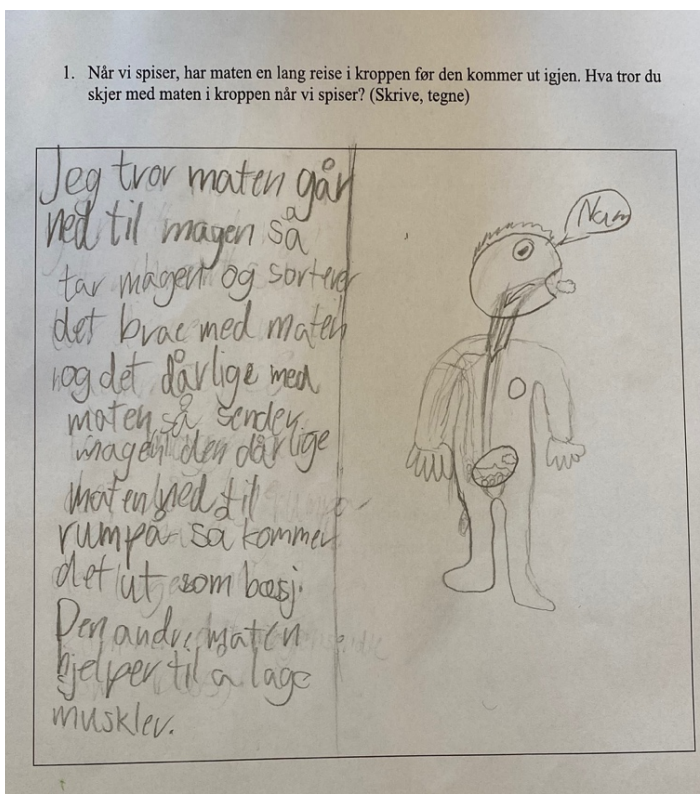
4.2 Resultat av pre og post- tester: Fokusgruppene

4.2.1 Ane

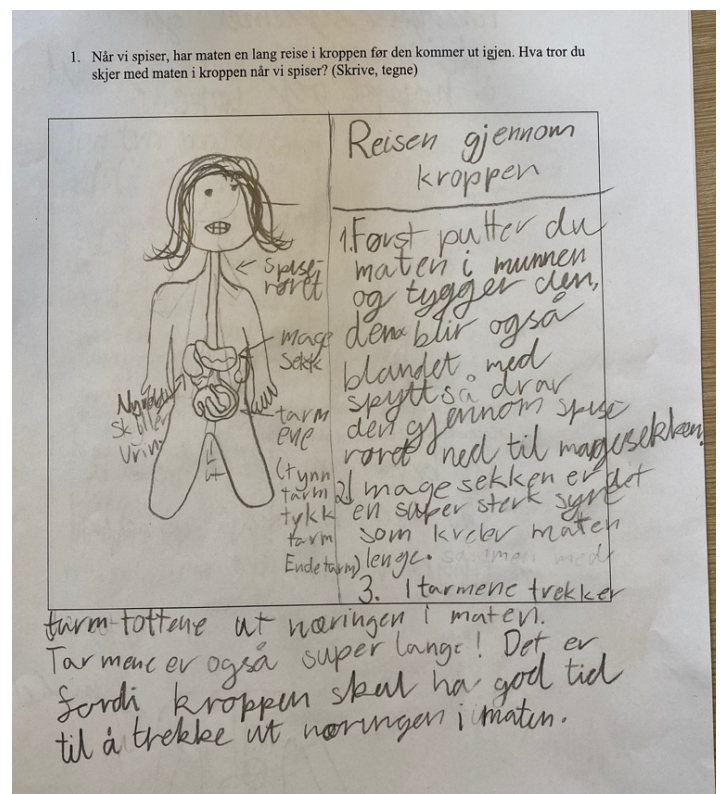
På det første spørsmålet i pre-testen, har Ane illustrert en enkel menneskelignende figur, som inkluderer en fremstilling av fordøyelsessystemet. Figuren har åpen munn, hvor det går et rør fra munnen og ned til en sirkel i magen. Den venstre siden av kroppen har flere detaljer enn høyre side. På høyre side har hun tegnet inn en liten sirkel til høyre for brystet. Dette kan illustrere hjertet. Hun har tegnet en pil som viser veien fra munnen, og ned røret fra halsen. Ved siden av munnen har hun tegnet inn en snakkeboble som sier «*nam*». Det kan tyde på at det runde objektet inntil munnen skal illustrere mat. Eleven har skrevet en kort forklaring på hva hun tror skjer i kroppen når vi spiser. «*Jeg tror maten går ned til magen, så tar magen og sorterer det brae med maten og det dårlige med maten, så sender magen den dårlige maten ned til rumpa, så kommer det ut som bæsji. Den andre maten hjelper til å lage muskler*». Eleven tenker at magen er en slags sorteringsmaskin som skiller dårlig og bra mat. Den dårlige maten blir til avføring, mens den gode maten blir til muskler. Gjennom denne beskrivelsen har Ane gitt fordøyelsen antropomorfe eller menneskelignende egenskaper, ved å gi magen evne til å vurdere kvaliteten på maten. Dette kan være noe eleven gjør for å gjøre temaet mer forståelig. På spørsmål nummer to hvor eleven skal svare på om fordøyelsessystemet har en sammenheng med resten av kroppen har Ane svart, «*Jeg tror den hjelper til med å lage muskler*». Her viser Ane at fordøyelsessystemet har en sammenheng med dannelse av muskler, men hun nevner ikke noe om næringsopptak. Det kan indikere at eleven har noen forkunnskaper om temaet. På det siste spørsmålet om hva en modell er og hvorfor vi bruker modeller i naturvitenskap har eleven svart, «*kanskje for å finne ut mer om det man vil lære om*». Her svarer ikke eleven på hva en modell er, men beskriver modeller som et verktøy for læring.

På post-testen har eleven tegnet en ny representasjon av fordøyelsessystemet. Denne gangen har hun skrevet ned navnet på de ulike organene. Spiserøret, magesekken, tynntarm, tykktarm og endetarm. I motsetning til pre-testen har Ane identifisert de ulike organene i fordøyelsessystemets med navn, dette indikerer et økt læringsutbytte om temaet. Eleven har også tegnet inn nyrene, og skriver at nyrene skiller urin. Ved å inkludere nyrene i representasjonen sin viser Ane at hun ser sammenhenger med andre systemer i kroppen. Ane har ved siden av representasjonen skrevet en forklaring på hva som skjer i fordøyelsessystemet. Her får vi en stegvis forklaring på hva som skjer med maten. Ane bruker begreper når hun forklarer hva som skjer i fordøyelsessystemet. Hun skriver at det er sterk syre i magesekken som «*kveler*» maten, og at i tarmene finnes det tarmtotter som

trekker ut næringen. Hun har også en forklaring på hvorfor tarmene er så lange. Dette kan vise at eleven har fått en dypere forståelse av prosessene i fordøyelsessystemet. Eleven viser interesse for det som finnes på innsiden av organene, og hvilke funksjoner disse har. På spørsmål to i posttesten skriver Ane «fordøyelsessystemet gir hele kroppen næring og energi til å hoppe og løpe». Dette viser at Eleven ser sammenhengen mellom fordøyelsessystemet og kroppens energibehov. På det siste spørsmålet om modeller skriver eleven at vi bruker modeller for å få mer kunnskap om det vi ønsker å lære mer om. Hun har ved siden av forklaringen tegnet en enkel modell av en menneskekropp. Med dette svaret viser Ane at hun har en grunnleggende forståelse i hvorfor vi anvender modeller i naturvitenskap. Nemlig at det er et verktøy vi bruker for å forklare og kommunisere kunnskap. Oppsummert kan disse resultatene tyde på at Ane har utviklet en dypere forståelse av fordøyelsessystemet. Elevens utvikling fra pre-test viser at hun i post-test i større grad klarer å formidle denne forståelsen på en mer nøyaktig måte, både visuelt og gjennom bruk av fagspråk.



Figur 4. Ane pre-test



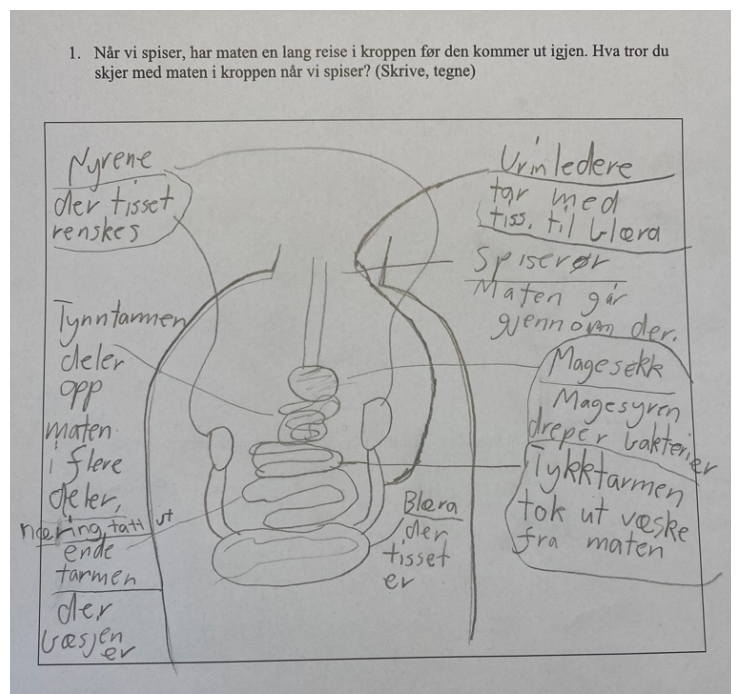
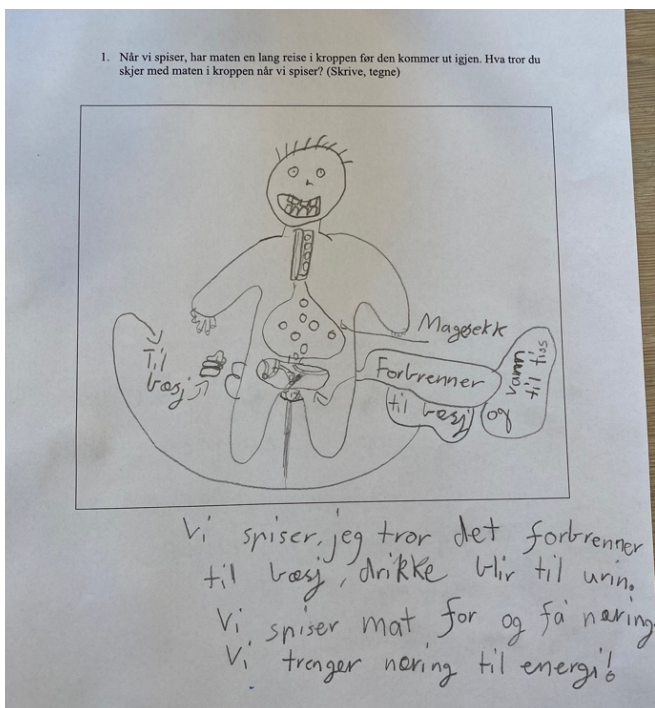
Figur 5. Ane post-test

4.2.2 Marianne

På det første spørsmålet i pretesten har Marianne tegnet en representasjon av hvordan hun forestiller seg at fordøyelsessystemet ser ut. Her har eleven tegnet et rør med hull fra munnen ned til en stor sirkel i magen. Eleven har tegnet en pil mot sirkelen og skrevet «*magesekk*». I magesekken har eleven også tegnet små sirkler. Under magesekken har eleven tegnet en ny sirkel, i denne sirkelen er det et slags rørsystem. Her har eleven skrevet forklaringen, «*Forbrenner til bæsje, og vann til tisse*». Under tegningen har eleven skrevet en kort forklaring, hvor hun skriver at hun tror det vi spiser forbrennes til bæsje, mens drikke blir til urin. Magen blir beskrevet som en type forbrenningsmaskin. Det er mye fokus på bæsje og tisse. Dette kan tyde på at elevens forkunnskaper om fordøyelsessystemet er preget av hverdagslige erfaringer som å gå på do. Hun skriver videre at vi spiser mat for å få næring, og vi trenger næring for å få energi. Eleven har ikke brukt farger i tegningen sin. På spørsmål nummer to i testen skriver eleven det samme som i oppgave en, «*Vi spiser for å få energi og næring*». På det siste spørsmålet i pre-testen, hvor eleven skal svare på hva en modell er og hvorfor vi bruker modeller i naturvitenskap svarer eleven, «*for og vise fram det som skjer i kroppen enklere. En modell kan være en prototype*».

På spørsmål en i post-testen har eleven i denne omgangen tegnet en annerledes representasjon av fordøyelsessystemet kontra i pre-testen. Istedenfor for å ha fokus på hele kroppen slik som i pre-testen, har eleven nå fokusert på overkroppen hvor hun har mer fokus på det ikke-observerbare og naturvitenskaplige. Her har eleven tegnet inn de forskjellige organene som hun også har navngitt. Istedet for å komme med en sammenhengende forklaring slik som i pre-testen, har eleven skrevet hva som skjer i de ulike organene. Eleven har fått med de viktigste delene av fordøyelsessystemet, og bruker riktige begrep på de ulike organene. Eleven har skrevet at funksjonen til nyrene er å rense tisset. Her viser hun til sammenhengen med ekskresjonssystemet. På spørsmål nummer to i post-testen, har eleven svart at vi spiser for å få energi og næringsstoffer. Hun skriver videre at vi trenger det for å løpe og trene. På det siste spørsmålet om modeller kommer eleven denne gangen med eksempler på en modell. Hun skriver, «*en modell er en kopi av noe vi vil finne ut mer om, eks. globus og skjellet*». Eleven skriver at modeller er en kopi av noe. Det kan være at eleven mener at en modell er en nøyaktig visuell fremstilling av et fenomen eller objekt, slik at man kan se hvordan det ser ut eller fungerer. I denne sammenhengen kan eleven tenke på modeller som en kopi eller etterligning av noe som finnes i virkeligheten.

Oppsummert indikerer pre og post-testen at Marianne har fått en dypere forståelse av fordøyelsessystemet. Marianne viste i pre-testen en begrenset forståelse av fordøyelsessystemet, preget av hverdagslige erfaringer, spesielt knyttet til do-besøk. I post-testen viser hun en mer naturvitenskaplig forklaring på hvordan fordøyelsessystemet fungerer, med å inkludere fagbegreper. Hun nevner ikke bare de grunnleggende organene, men også deres funksjon. Eksempelvis magesyrens funksjon i å drepe bakterier, og at tykktarmen trekker ut væske. Marianne viser også at hun ser sammenhenger med andre systemer i kroppen ved å inkludere ekskresjonssystemet. Representasjonen Marianne har tegnet i testene, har utviklet seg fra å inneholde en hel kropp i pre-testen, til å zoome inn på kun fordøyelsessystemet i post-testen.



Figur 6. Marianne pre-test

Figur 7. Marianne post-test

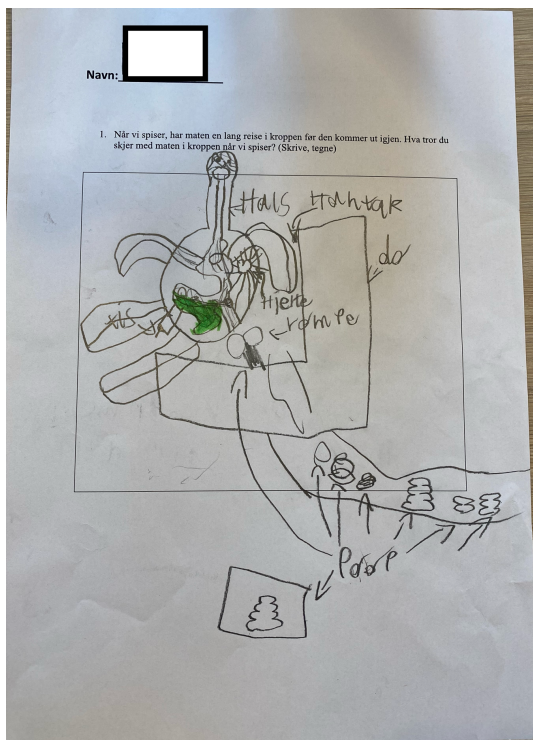
4.2.3 Julius

På spørsmål en i pre-testen har Julius tegnet en person som sitter på do. Her ser vi et rør som går fra halsen og ned til brystet på figuren. I brystet har eleven tegnet et hjerte med streker langs kanten. Det kan oppfattes som et hjerte som stråler. Videre har Julius tegnet en pose med grønt innhold. Denne posen har to rør som går ut av figuren, et ut til «rompe» og et rør som går til «tiss». Fra toalettet som eleven har tegnet er det et rør med avføring. Eleven har brukt mye tid på å tegne avføring. Julius har ikke svart på spørsmålet om hva som skjer i kroppen når vi spiser, men har hatt mer fokus på det hverdagslige som dobesøk. På spørsmål nummer to om hvilken sammenheng fordøyelsen har med resten av kroppen skriver eleven: «Vi bæsjer. Den har en forbindelse til magen». På det siste spørsmålet om modeller skriver eleven: «Jeg tror vi bruker modeller til å vise kroppsdelene». Oppsummert har eleven mangelfulle svar på pre-testen.

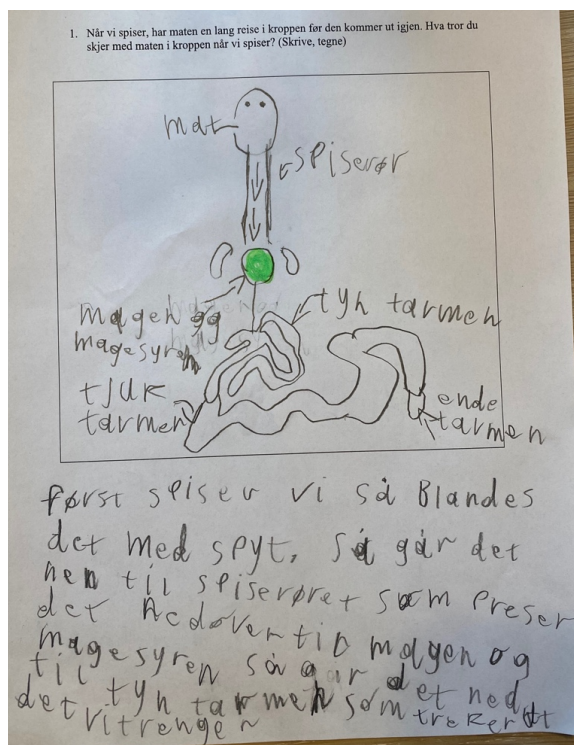
På spørsmål nummer en i post-testen har eleven tegnet en ny modell av fordøyelsessystemet. Denne skiller seg ut fra tegningen i pre-test, hvor eleven nå har mer fokus på det abstrakte, enn det hverdagslige. Denne modellen skal representere fordøyelsesorganene i en menneskekropp. Eleven har fokusert på hva som befinner seg inni kroppen, og har ikke inkludert armer og ben. Eleven har tegnet spiserøret, magesekk med magesyre, tynntarm, tykktarm og endetarm. Magesekken er tegnet grønn, og ved siden av magesekken er det to små avlange sirkler. Disse har ikke eleven skrevet navn på, men det kan på bakgrunn av plassering være tiltenkt nyrer. Under modellen har eleven skrevet en stegvis forklaring på hva som skjer med maten i kroppen. Her har eleven fått med absorpsjon av næringsstoffer. Eleven bruker fagbegreper når han forklarer. På oppgave to i post-test skriver eleven: «Vi får energi når vi spiser. Vi må bæsje etter at vi har spist». På det siste spørsmålet skriver eleven en forklaring på hva modeller er og kommer med et eksempel: «En globus er en modell av jorden for eksempel. Det er ikke så klissete. En modell er en ting som representerer noe så vi kan lære mer om det». Her viser eleven en viss forståelse for hva en modell er i form av en globus, og beskriver at en modell representerer noe slik at man kan lære mer om det. Kommentaren, «den ikke er så klissete», kan være en måte å uttrykke at modeller kun er forenklinger, som hjelper oss med å undersøke eller forstå noe.

Oppsummert har Julius forståelse av fordøyelsessystemet utviklet seg fra å være preget av hverdagslige erfaringer som do-besøk og kloakksystem, til å forstå de mer naturvitenskaplige og abstrakte konseptene knyttet til fordøyelsen. Representasjonen Julius har laget i post-testen skiller

seg ut fra pre-testen, hvor den nå er direkte knyttet til fordøyelsen og inneholder fagbegreper. Eleven har inkludert en stegvis forklaring, hvor næringsopptak er inkludert i forklaring: «*tynntarmen trekker ut det vi trenger*». Forklaringer stopper i midlertidig på tynntarmen. Det kan se ut som eleven gikk tom for plass å skrive på, og har dermed ikke inkludert tykktarm og endetarm i forklaringen sin. Både tykktarm og endetarm er inkludert i representasjonen til eleven.



Figur 8. Julius pre-test

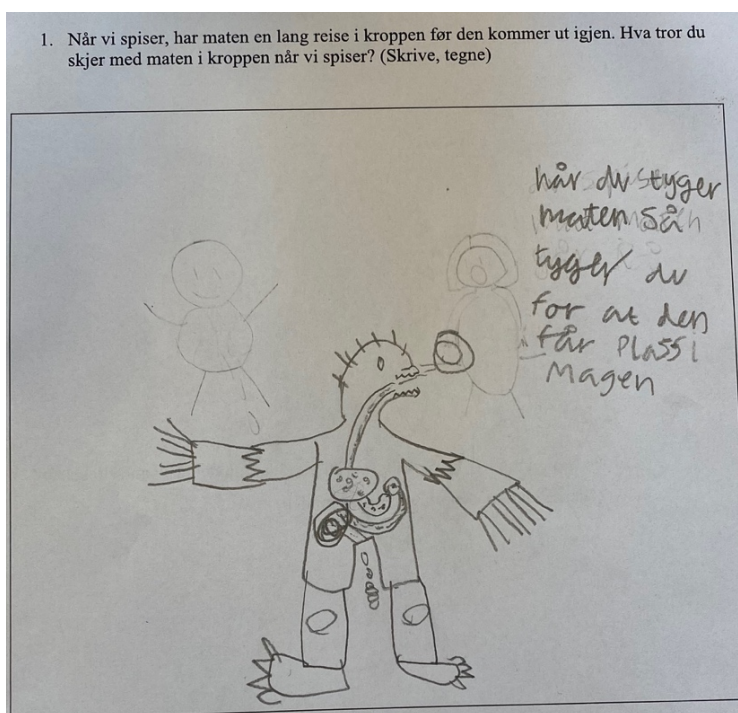


Figur 9. Julius post-test

4.2.4 Håvard

På spørsmål nummer en i pre-testen har Håvard tegnet en representasjon av fordøyelsessystemet. Eleven har tegnet en figur som står med utstrakte armer og bein. Ved siden av den åpne munnen har eleven tegnet en sirkel. Fra munnen og ned til magen går det et rør ned til en ny sirkel. Fra denne sirkelen er det et rørsystem som fører til en annen sirkel i kroppen, før det går ut av figuren. Ved siden av modellen har eleven skrevet: «*Når du tygger maten så tygger du for at den får plass i magen*». Svaret fra eleven indikerer en viss forståelse av hvordan maten bearbeides i fordøyelsessystemet, men det er også noen misforståelser i svaret. Eleven har forstått at tygging er en viktig del av fordøyelsesprosessen, og at maten må bearbeides før den kan passere gjennom fordøyelsessystemet. Eleven kan også tenke på tygging som en måte å gjøre maten mindre før den

går ned i magen. Håvard svarer ikke på spørsmålet om hva som skjer utover dette med maten i kroppen. På spørsmål nummer to i pre-testen skriver eleven en ufullstendig setning som består av to ord, «*muskler*» og «*energi*». Det kan være vanskelig å forstå hva eleven prøver å uttrykke med bare to ord. Det er imidlertid mulig å gjøre noen antagelser basert på de to ordene som er gitt. Det kan være at eleven mener muskler bruker energi, og at dette er sammenhengen med fordøyelsessystemet. Eleven svarer ikke på spørsmålet om hva modeller er og hvorfor vi bruker modeller i naturvitenskap.

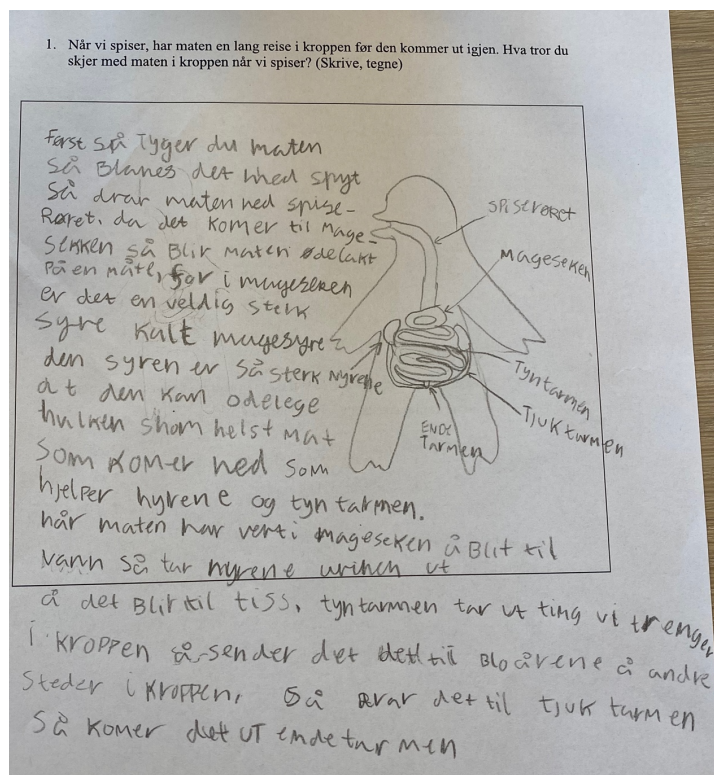


Figur 10. Håvard pre-test

På post-testen har eleven tegnet en ny representasjon av fordøyelsessystemet. Denne gangen med navn på de ulike organene som fordøyelsessystemet består av. Eleven har tegnet spiserøret som går ned til magesekken. Ved siden av magesekken er det to bønneformede nyrer. Eleven har tegnet tynntarmen som går fra magesekken videre til tykktarm og endetarm. Ved siden av figuren har eleven skrevet en stegvis forklaring på hva som skjer med maten i kroppen. Den stegvise forklaringen til eleven inneholder de viktigste delene i fordøyelsessystemet. Eleven har forklart at maten først tygges og blandes med spytt, og deretter går gjennom spiserøret og ned i magesekken, hvor den blir brutt ned av magesyre. Eleven påpeker også at magesyren er så sterk at den kan ødelegge hvilken som helst mat som kommer ned. Videre forklarer eleven at tynntarmen tar ut næringen kroppen trenger, og at dette deretter fraktes ut i blodårene og andre steder i kroppen. Eleven nevner også at maten går videre til tykktarmen og endetarmen. Generelt sett er dette en ganske nøyaktig beskrivelse av

hva som skjer i fordøyelsessystemet, og eleven har klart å formidle trinnene på en enkel og forståelig måte. Det er imidlertid noen unøyaktigheter og misforståelser i svaret, som for eksempel at nyrene tar ut urinen når maten har blitt til vann i magesekken, og at maten blir til vann i magesekken. Eleven bruker begreper når han forklarer hva som skjer med maten fra start til slutt. På spørsmål nummer to i post-test har eleven skrevet at vi spiser for å få energi til å vokse å bli sterk. På det siste spørsmålet om modeller kommer eleven med en forklaring og eksempel. «Vi bruker modeller for å vise ca. hvordan noe ser ut. Eksempel en globus eller kroppen». Eleven bruker ordet cirka, noe som kan indikere at eleven er klar over at en modell kun er en forenklet representasjon av virkeligheten, og ikke en nøyaktig forestilling av noe.

Oppsummert kan man si at forståelsen til eleven har utviklet seg fra å være mangelfull på post-testen, til en mer nøyaktig og abstrakt forståelse av fordøyelsen i post-testen. Eleven bruker begreper i forklaringene sine, og nevner de grunnleggende organene og deres funksjon i kroppen. Eleven viser også sammenheng mellom andre kroppssystem ved å inkludere ekskresjonssystemet.



Figur 11. Håvard post-test

4.3 Analyse av video: Fokusgruppe en

Analyse av video er hentet fra den syvende undervisningsøkta hvor elevene skal konstruere sin egen fysiske modell av fordøyelsessystemet. Denne gruppen består av to elever, Marianne og Håvard. De sitter på et firemannsbord i klasserommet sammen med en annen gruppe. Fra denne gruppen vil jeg presentere fire utdrag som viser elevenes interaksjon under aktiviteten. Disse utdragene er hentet fra den syvende undervisningsøkta, hvor det ble brukt video som innsamlingsmetode. Før denne undervisningen har elevene gjennomført seks økter med fordøyelsessystemet som tema. Utdragene viser progresjonen i modelleringsprosessen. Hensikten med denne delen av analysen er å undersøke hvilken rolle materialet play-doh, i kombinasjon med kommunikasjon og en visuell mal, kan ha for elevenes læring. Til slutt vil jeg presentere resultater av det ferdige elevproduktet til gruppen. Marianne har på seg hodekamera.

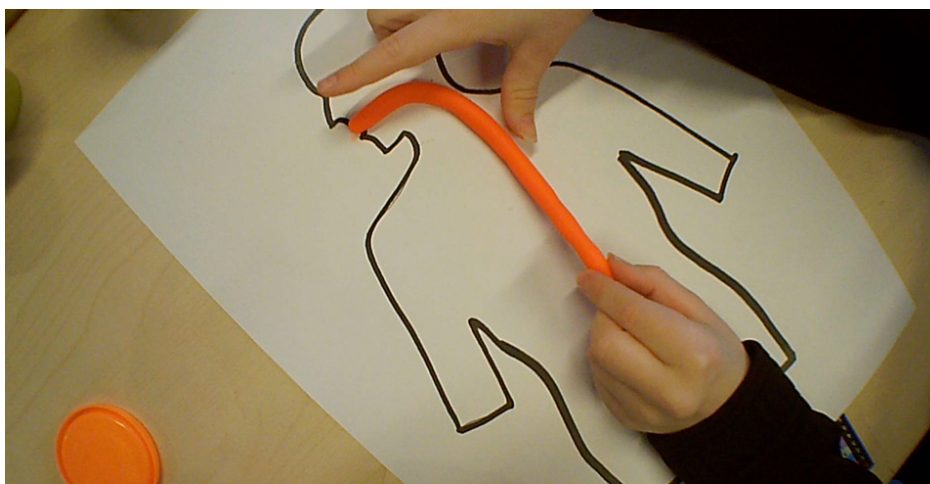
4.3.1 Interaksjonen en: Hvor starter vi?

Før denne interaksjonen fant sted har læreren presentert oppgaven for elevene, og delt ut mal av menneskekroppen til gruppene. Elevene skal konstruere sin egen fysiske modell av fordøyelsessystemet med hjelp av materialet play-doh i ulike farger. Elevene har ingen andre hjelpemidler tilgjengelig.

Utdrag 1. Hvor starter vi?

- 01 Marianne Da e det her kroppen (.) Da får vi start med å lage tynntarmen (..) eller nei. Vi lage magesekken.
- 02 Håvard (-) Nei, spiserøret
- 03 Marianne (....) Ska æ starte med å lag tynntarmen? (Håvard hører ikke hva Marianne sier, og Marianne gjentar spørsmålet) (...) Æ starte med å lag tynntarmen æ.
- 04 Håvard Magesekken først da (Håvard legger en lang oransje pølse med play doh på modellen hvor spiserøret skal være)
- 05 Marianne Okei, ska æ lage magesekken, å du lage spiserøret? (Marianne ler og ser på spiserøret Håvard har laget). E den så lang da?

06 Håvard Ja, æ tru det (..) Det vises bare sånn dit (Peker litt lengre opp på spiserøret, hvor han tar av en bit slik at det blir kortere. Se vedlegg hvor Håvard måler hvor langt det skal være med fingrene)



Figur 12. Håvard måler spiserøret

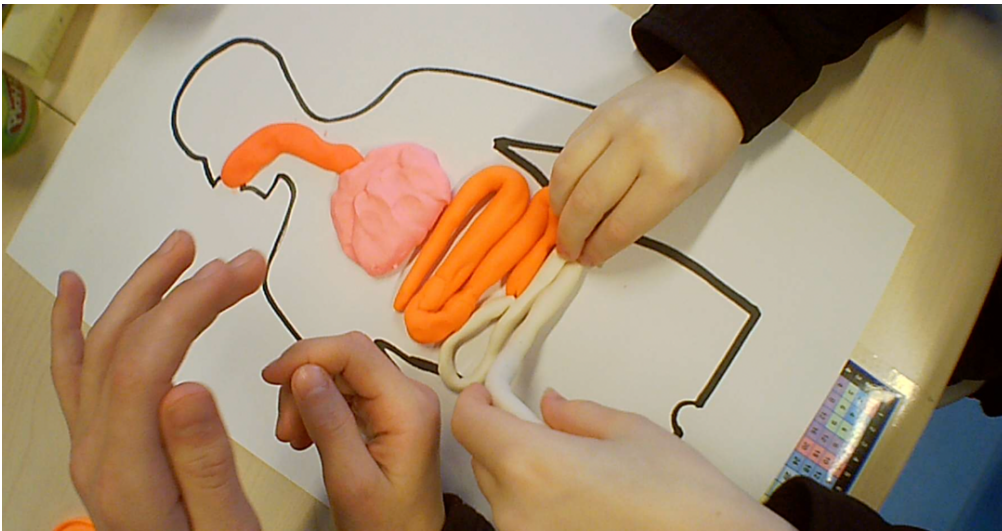
Elevene har en samtale hvor de diskuterer hva de skal starte med i modellen sin. Her kommer det flere forslag, hvor de til slutt blir enige om at Marianne lager magesekken, mens Håvard starter med spiserøret. Interaksjonen viser at arbeidet med modellen og malen av menneskekroppen, får elevene til å tenke på rekkefølgen til organene. Det virker naturlig for elevene og starte ved munnen, der de former og plasserer spiserøret, det kan virke som elevene visualiserer matens reise gjennom fordøyelsessystemet. Når Håvard har lagt spiserøret på modellen, begynner de å fokusere på formen til organene. Her diskuterer de lengden på spiserøret, hvor Marianne påpeker at spiserøret Håvard har laget er for langt. Håvard tar bort en del av spiserøret for å gjøre det kortere. Arbeidet med modellen viser at allerede fra start må elevene ta stilling til en rekke problemstillinger. Dette utdraget viser at elevene må ta stilling til hva de skal starte med, hvordan organene ser ut, og hvor de skal plasseres. Denne oppgaven engasjerer elevene, interaksjonen viser at elevene er så ivrige, at de starter å forme organene før de rekker å kommunisere til hverandre. Håvard hadde allerede formet spiserøret før Marianne hadde kommet i gang.

4.3.2 Interaksjon to: Diskutere form og rekkefølge

Siden det forrige utdraget har elevene hatt en kort diskusjon om hvilken farge som passer best til hvilket organ. Håvard foreslår hvit for tykktarmen, mens Marianne ønsker fargen rosa for magesekken. De begrunner ikke fargevalget. Marianne har nå formet en rosa magesekk, mens Håvard jobber med en hvit tykktarm.

Utdrag 2. Diskuterer form og funksjon

- 01 Marianne Okei okei, så det her e magesekken (Marianne viser frem en rosa klump med play doh) (.) E det her bra nok magesekk tru du?
- 02 Håvard (..) Jada, jada.
- 03 Marianne (Legger play doh av magesekken ned på malen og former den til en avlang figur. Marianne tar deretter opp en lang oransje pølse av play doh). (...) Åsså det her e tynntarmen. (Marianne legger den avlange pølsa ned på malen)
- 04 Håvard (...) Kanskje du ska lage den litt tynnere? Det e en tynntarm.
- 05 Marianne (Ruller en pølse med play doh og legger den ned på malen) Det her e den beste tynntarmen æ klare å lag (..) (Marianne peker på munnen og spiserøret de har lagt på modellen sin og starter å forklare) Her spis vi, så fær det ned røret. Åsså..
- 06 Håvard (Legger en tynn hvit pølse med play doh under tynntarmen som Marianne har lagt på malen) E det her bra?
- 07 Marianne Jaja, men hadd itj den der passa bedre te tynntarm, å det her tykktarmen? (Marianne peker på den oransje pølsa som representerer tynntarm som er litt tykkere enn den hvite tykktarmen Håvard legger på)



Figur 13. Plassering av magesekk, tynntarm og tykktarm

- 08 Håvard (-) Du må bare lage den der litt tynnere (Peker på den oransje tynntarmen Marianne har laget)
- 09 Marianne Ja, men vi kan bruk den te tynntarm istan. (Peker på den hvite tykktarmen).
- 10 Håvard (-) Nei, la mæ bare lag den der litt tynnere. Del den i to først. Ta bort halvparten å legg resten i boksen. (Håvard tar tynntarmen fra Marianne og starter med å rulle en tynnere oransje tynntarm)
- 11 Marianne Okei, men her e magesekken (Peker på magesekken i figuren). Åsså da, tar den ut væske gjør den ikke?
- 12 Håvard Æ huske itj kår den tar ut væske.

Dette utdraget viser at elevene har kommet godt i gang med modellen sin. De diskuterer formen på de ulike organene. Marianne lager tynntarmen og legger den på modellen, da poengterer Håvard at det kan være gunstig å lage den tynnere, siden denne skal representere tynntarmen. Marianne ser at tykktarmen Håvard har laget er tynnere enn tynntarmen hun har rullet. Hun foreslår at de bare bytter på hva som er tynn og tykktarm, slik at de slipper å gjøre endringer. Håvard er uenig og ruller

den oransje tynntarmen Marianne har laget litt tynnere slik at formen blir riktig. Marianne snakker litt om funksjonen til de ulike organene, hvor det virker som hun prøver å få en oversikt, slik at de enklere kan fortsette med modellen sin. Interaksjonen viser at play-doh og diskusjonen rundt tykkelse, får elevene til å diskutere funksjonen til de ulike delene. Marianne visualisere matens reise i fordøyelsessystemet, hvor hun peker og forklarer kort hva som skjer med maten fra den kommer inn i munnen, og går ned i spiserøret. Når hun skal forklare funksjonen til magesekken blir hun usikker, hvor hun spør Håvard om det er magesekken som tar ut væske. Interaksjonen viser at modellen fungerer som støtte når Marianne skal forklare fordøyelsessystemet. Hun bruker modellen aktivt gjennom å peke mens hun forklarer. I dette utdraget begrunner ikke elevene fargevalg, men det er tydelig at de har en bestemt ide om hvilken farge organene skal ha. Det hadde vært enklere å bytte om på tykk og tynntarmen i dette tilfellet, men av en grunn virker det viktig for Håvard at tykktarmen er hvit og tynntarmen oransje.

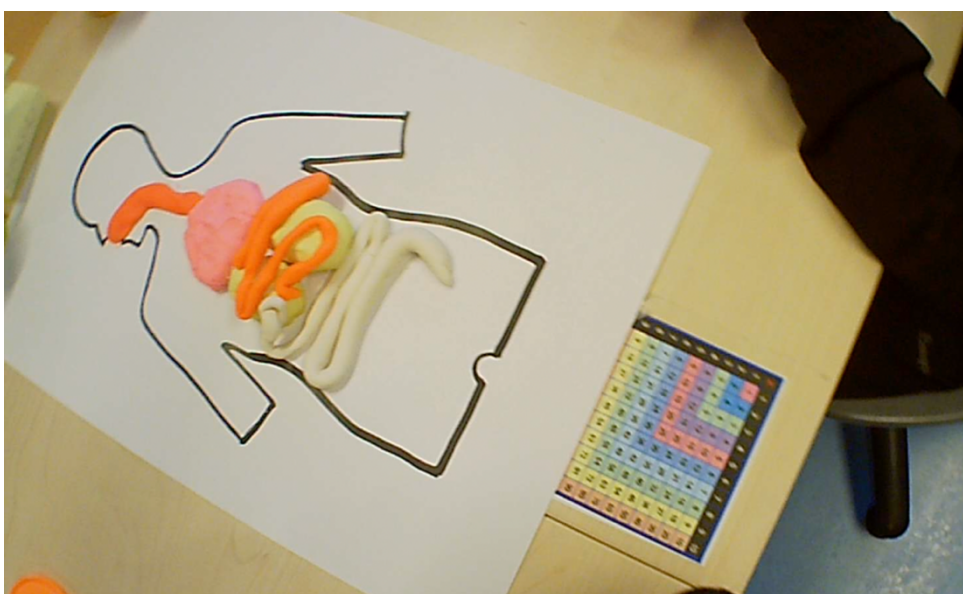
4.3.3 Interaksjon tre: Plassering og sammenheng med andre systemer

Siden forrige utdrag har elevene fått en felles beskjed fra lærer om at de kun skal fokusere på fordøyelsessystemet, og ikke de andre systemene i kroppen slik som respirasjonssystemet og nervesystemet.

Utdrag 3. Sammenheng med andre organer

- | | | |
|----|----------|---|
| 01 | Marianne | Vi må lag tarmtotta. |
| 02 | Håvard | (Nikker til Marianne og legger på tynntarmen han har rullet tynnere på modellen) |
| 03 | Marianne | (Høres på beskjeden fra læreren) (....) Men vi må jo ha nåkka bak her? (Marianne peker på denne oransje tynntarmen Håvard jobber med på malen) (-) Ska æ lage nyran? |
| 04 | Håvard | (Håvard fortsetter å forme tynntarmen på modellen) Men kår ska vi få plass te nyran? |
| 05 | Marianne | (-) Vi kan nå egentlig bare legg dem oppå? (Peker mot tarmene) |

- 06 Håvard Dem bør egentlig ligg under da.
- 07 Marianne Ja, men.. (Marianne tenker mens hun former nyrene med gul play doh i hånden)
- 08 Håvard (-) Nyran e itj gul. (Håvard peker bort på den gule klumpen med play doh Marianne former)
- 09 Marianne Ja, men magesekken e itj rosa, eller endetarmen hvit (Marianne viser den gule nyren til Håvard). Sjø her. Det her e en nyre (.). Det ligner på en nyre.



Figur 14. Marianne plasserer nyrene

I dette utdraget diskuterer elevene hvor de skal plassere nyrene i modellen. Her fokuserer de på andre organer og sammenhengen med disse. Marianne foreslår at de kan legge nyrene oppå tarmene, men Håvard er uenig og mener de bør plasseres bak tarmene. Her kommer det tredimensjonale perspektivet frem i modelleringen, og organenes plassering i forhold til hverandre. Elevene viser også sammenheng med andre systemer, som i dette tilfellet er ekskresjonssystemet. Elevene diskuterer hvilken farge nyrene skal ha i modellen. Her har de delte meninger. Marianne mener at fargene på organene ikke nødvendigvis trenger å være nøyaktige i forhold til virkeligheten, men at det er viktig å få dem til å se ut som organene de representerer. Marianne synes det er greit at nyrene er gule, mens Håvard ønsker å gjøre modellen mer realistisk, og ha en annen farge på

nyrene. Dette viser at elevene på tross av uenighetene, forstår at en modell ikke er en nøyaktig kopi av virkeligheten, men en forenklet representasjon som brukes til å lære og forstå hvordan noe fungerer. Etter å ha plassert nyrene, viser Marianne læreren modellen de har laget så langt, og viser frem nyrene hun har plassert bak tarmene på modellen. Læreren spør gruppen hvordan nyrene er en del av fordøyelsessystemet, hvor de svarer at det har noe med urinen å gjøre. Interaksjonen viser at arbeid med modellen tvinger elevene til å ta stilling til organenes plassering, form og funksjon, ved at de aktivt må forme organene med play-doh, og plassere de i modellen. Materialet play-doh gir elevene mulighet til å visualisere modellen sin tredimensjonalt.

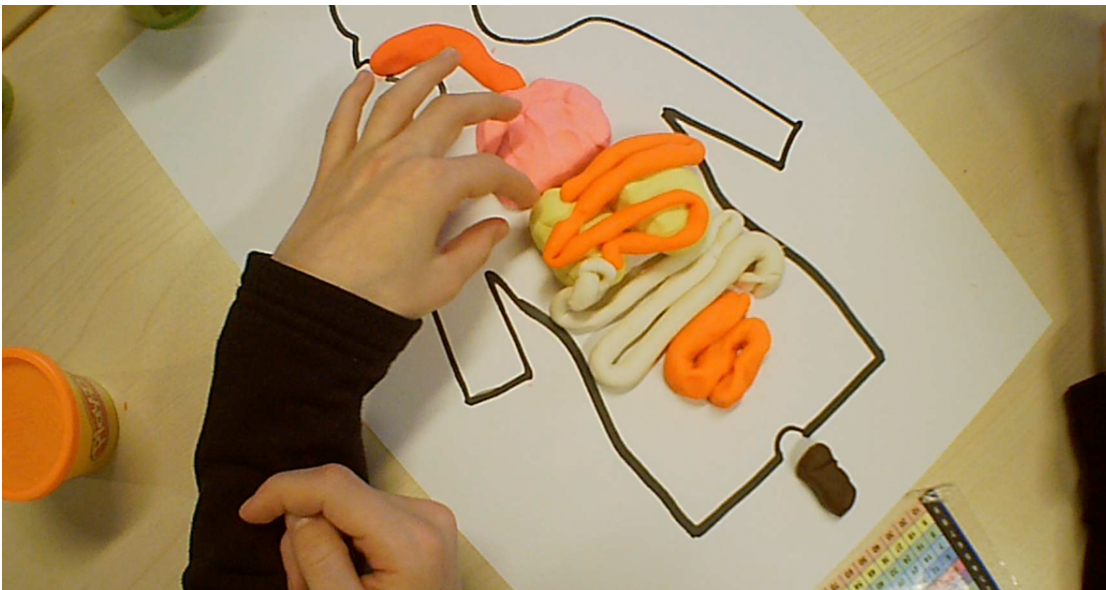
4.3.4 Interaksjon fire: Modellen trigger faglige spørsmål

Nå begynner mye å komme på plass i modellen til gruppen. Siden forrige utdrag har elevene finpusset litt på nyrene, og hatt en kort samtale med læreren. I dette utdraget ser vi hvordan modellen trigger faglige spørsmål.

Utdrag 4. Modellen trigger faglige spørsmål

- 01 Marianne (Marianne ser på modellen og starter å forklare de ulike delene) Okei, så i tynntarmen som kan vær sånn 7 meter lang (.) (Marianne blir distraherert av noe som skjer i klasserommet) (...) Åhh, vi må lag tarmtottan, men æ veit itj kår dem ligg.
- 02 Håvard Den legg attme tarmen!
- 03 Marianne (...) (Roper på læreren) Kår legg tarmtottan?
- 04 Lærer Inni tarmen. Tarmtottan ligg på innsida av tarmen.
- 05 Marianne Inni tarmen ja. Åh, æ huske itj ka tynntarmen gjor..
- 06 Lærer Ka tru du den gjør da?
- 07 Marianne Tok itj den med nå sånn væske eller nå sånt da (-) Nei, det va nyran. Men dem tok med maten å delte det opp i bita (.)
- 08 Håvard (-) Åh, vi må lag magesyre! (tar opp en boks med play doh)

- 09 Marianne Okey, men den dele opp i bita og tar med det som ska bli bæsj (...) Æ
bare tenke litt høgt her (...)
- 10 Håvard (Tar frem en brun play doh bit og ler) Det her ligne på en bæsj.
- 11 Marianne (Ler) No må vi jobbe, vi har itj plenti med tid (..) Men ka ska vi lag no?
(-) Vi må lage endetarmen. Den e itj så lang. (Marianne får bekræftelse fra lærer at dette stemmer med en nikk)
- 12 Håvard E det tre forskjellige tarma?
- 13 Marianne Ja (Starter å lage en endetarm med play doh)
- 14 Håvard Æ trudd det va to forskjellige tarma (ler)
- 15 Marianne (Ler mens hun legger på endetarmen på modellen).



Figur 15. Plassering av endetarmen

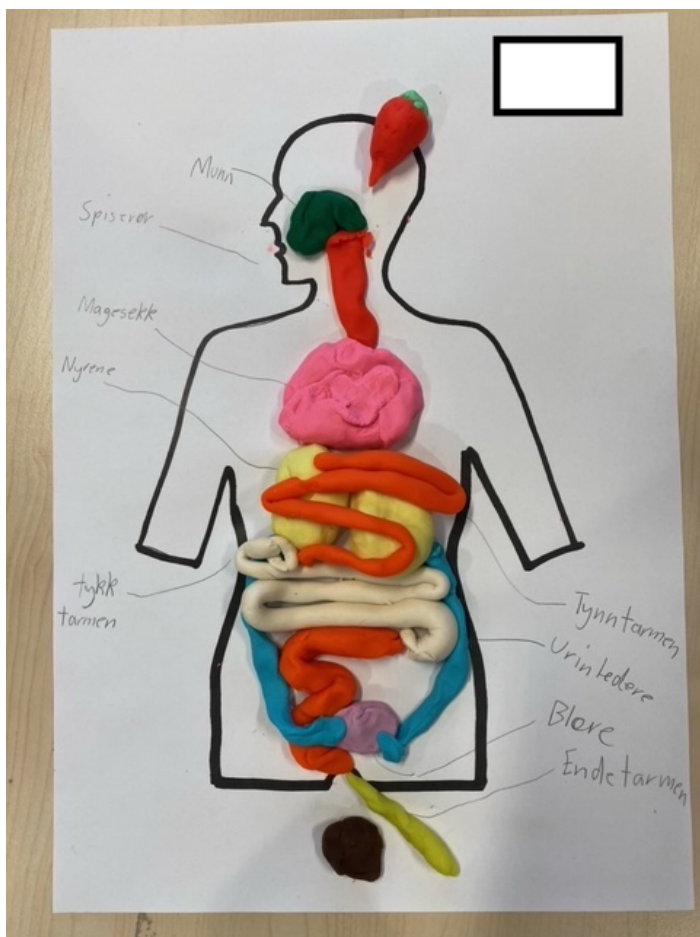
I dette utdraget har elevene mange faglige spørsmål knyttet til modellen sin. Når Marianne prater om tynntarmen, husker hun tarmtottene på nytt, men ikke hvor de ligger. Her diskuterer hun litt med Håvard, som mener at tarmtottene er ved siden av tarmene. Til slutt får de en bekræftelse av læreren om at disse befinner seg på innsiden av tarmen. Her har elevene forstått at tarmtottene har en viktig funksjon, men de er usikre på hvor de ligger. Dialogen viser at elevene er opptatt av detaljer og presisjon i modellen, og at de ønsker å forstå hvordan kroppens fordøyelsessystem fungerer. Dette

er ett av flere faglige spørsmål som kom fram i dette utdraget. Modellen trigger faglige spørsmål. Når læreren får spørsmål fra elevene, svarer læreren med å stille et spørsmål tilbake. Dette viser at læreren legger vekt på elevaktiv læring, og oppmuntrer elevene til å tenke selv.

Mens de jobber kommer de frem til nye ting de må inkludere i modellen, slik som magesyre og avføring. Elevenes interesse for å lage "det som er inni" organene, viser at de går mer i dybden og utforsker detaljer knyttet til funksjonen til organene. Dette kan indikere at arbeidet med den fysiske modellen har åpnet for muligheten til å utforske mer komplekse temaer, og at elevene har utviklet en dypere og mer abstrakt forståelse for fordøyelsessystemet. Modellen støtter elevenes læring, hvor de starter med organenes plassering, og avslutter med en mer helhetlig forståelse av funksjonene til organene i fordøyelsessystemet. Når Marianne starter å forme endetarmen, spør Håvard om det er tre forskjellige tarmar, da han kun husket to. Han får en rask bekreftelse fra samarbeidspartneren sin om at det er tre forskjellige tarmar. Dette viser at elevene jobber aktivt med å forstå fordøyelsessystemet og prøver å gjenskape dette i modellen sin.

4.3.5 Elevprodukt fokusgruppe en

Bildet viser den ferdige modellen til fokusgruppe en, Marianne og Håvard. Her har de formet og plassert alle organene som inngår i fordøyelsessystemet i sin ferdige modell. De har også skrevet navn på de ulike delene og bruker fagspråk når de referer til organene. Organene er plassert i riktig rekkefølge, men noen av dem har feil plassering i forhold til hva som er realistisk. Dette kan være et resultat av at elevene har laget organene litt store, noe som har ført til plassmangel. I modellen er magesekken plassert litt høyt opp på brystet på modellen med tynntarmen festet til. Elevene har laget modellen sin tredimensjonal. Bak tynntarmen har elevene lagt to nyrer med to urinledere som går ned til urinblæren på modellen. Dette viser også at elevene ser sammenhenger mellom fordøyelsessystemet og ekskresjonssystemet. Tykkertarmen på modellen er formet tykkere enn tynntarmen, og går ned til endetarmen som elevene har plassert utenfor modellen, noe som igjen kan tyde på plassmangel. Elevene har brukt forskjellige farger på nesten alle organene.



Figur 16. Elevprodukt fokusgruppe 1

4.4 Analyse av video: Fokusgruppe to

Analyse av video er hentet fra den syvende undervisningsøkten, hvor elevene skal konstruere egen fysisk modell av fordøyelsessystemet. Denne gruppen består av to elever, Julius og Ane. De sitter på et firemannsbord som de deler med en annen gruppe. Fra denne gruppen vil jeg presentere tre utdrag som viser interaksjon og modelleringsprosessen til gruppen. Jeg vil avslutningsvis presentere resultat fra analyse av elevproduktet. Julius har hodekamera.

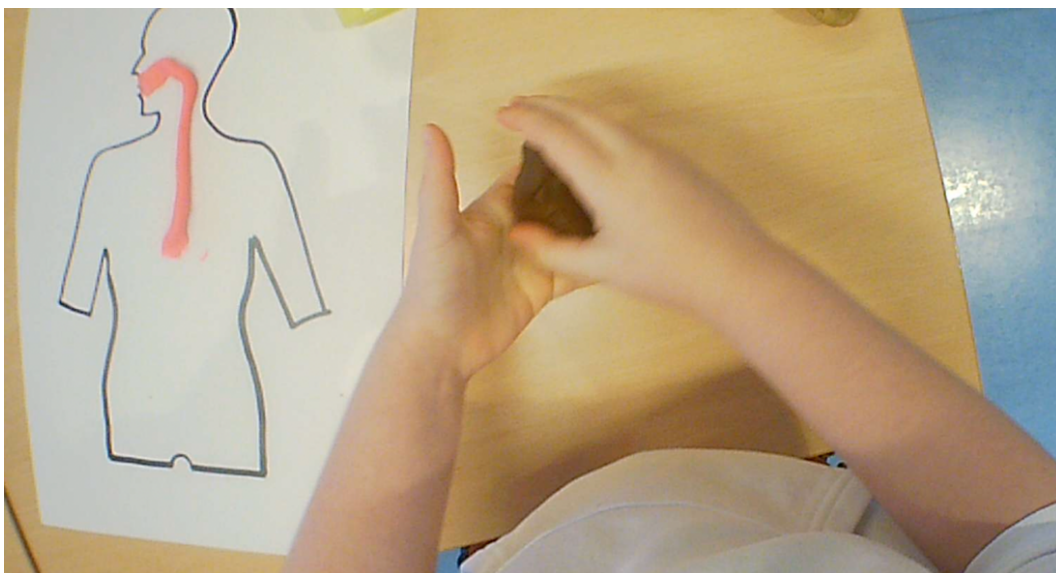
4.4.1 Interaksjon en: Fokus på fagspråk

Før denne interaksjonen fant sted har læreren presentert oppgaven for elevene, og delt ut mal av menneskekroppen til gruppene. Elevene skal lage sin egen fysiske modell av fordøyelsessystemet ved hjelp av materialet play-doh i ulike farger. Elevene har ingen andre hjelpemidler tilgjengelig.

Utdrag 5 – Fokus på fagspråk

- | | | |
|----|--------|---|
| 01 | Ane | Okey, da sett vi gang (...) Sjå, her har vi et spiserør! (Ane ruller en pølse med play doh) |
| 02 | Julius | Da kan æ bynj å lage tynntarmen da |
| 03 | Ane | (-) Ja, men vi må lage magen først |
| 04 | Julius | Sant. Magesekken! |
| 05 | Ane | Ja, så æ kan start med spiserøret (.) så kan æ bare lage en lang rekke med play doh (..)Det her va gøy |
| 06 | Julius | Ja, æ veit (...) |
| 07 | Ane | Sånn her (..) (Ane legger en lang pølse med play doh på modellen som skal representere spiserøret) Åj, litt lang kanskje? |
| 08 | Julius | Åjda. Du kan ta av litt da |
| 09 | Ane | (-) Ja, æ gjør sånn da (Ane tar opp pølsen og brekker av en bit slik at den blir litt kortere) |
| 10 | Julius | Ja (...) |

- 11 Julius Men, ska vi lag hjertet å sånn?
- 12 Ane Nei, æ tru vi kun ska lag fordøyelsessystemet (...) Sjer det her bra ut?
(Ane legger en på et kortere pølse med play doh på modellen som skal representere spiserøret)



Figur 17. Ane legger på spiserøret

- 13 Julius Ja
- 14 Ane (..) Vi treng itj å lag det så my mer komplisert enn det her. (Fortsetter å forme spiserøret på modellen) (..) Der e munnen (peker på munnen ved siden av der hun har plassert spiserøret i modellen) (...) Okei, ska æ lage en sekk da? En magesekk?
- 15 Julius Ja. Ka ska æ gjør da?
- 16 Ane Magesekken e liksom ikke helt rosa? Du kan start med tarmen?
- 17 Julius Ja, kæss ska æ lag tarmen da? (..) Ska æ lag tynntarmen eller?
- 18 Ane Ja.

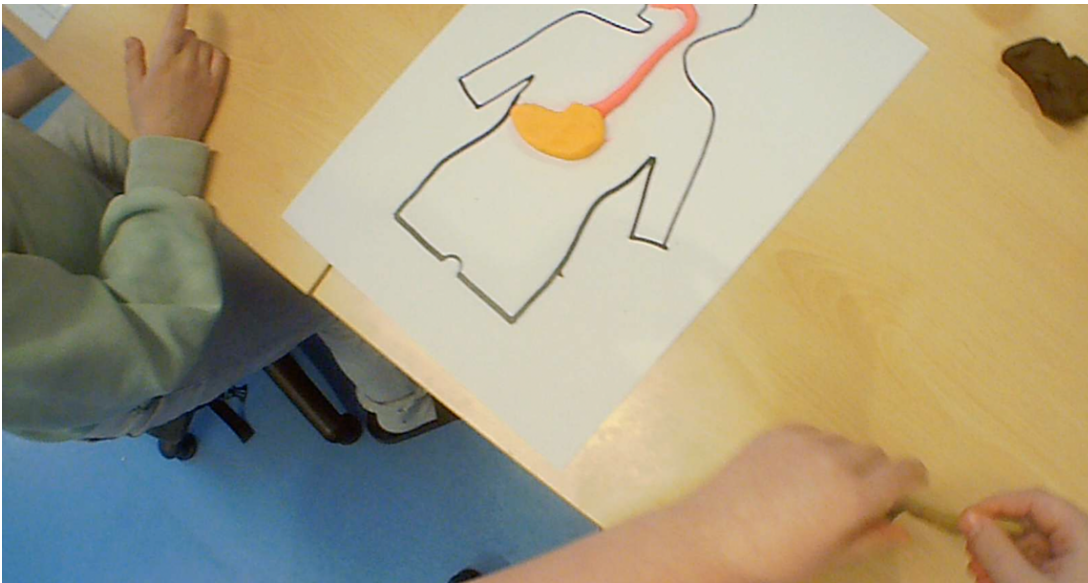
I dette utdraget har elevene på lik linje med den første fokusgruppen en samtale, hvor de diskuterer hva de skal starte med i modellen sin. Modellen og malen får elevene til å tenke på rekkefølgen av fordøyelsessystemets prosesser, hvor diskuterer hva de skal begynne med, hvilken form det skal ha og plassering. De blir enige om at Ane starter med spiserøret, mens Julius starter med tynntarmen. Slik som gruppe en diskuterer de form og lengde på spiserøret, hvor de må ta av en bit slik at spiserøret ikke blir for langt. Mens Ane jobber med spiserøret, jobber Julius lenge med å varme opp play-doh i hendene før han former tarmene. Julius kommer med en ny idé om å lage hjertet, men Ane foreslår å begrense modellen til kun fordøyelsessystemet. I interaksjonen er de nøye på å bruke fagspråk når de diskuterer. I samtalen bruker de hverdagspråk, før de korrigerer seg selv og bruker riktig begrep. Et eksempel på dette er når Ane spør Julius om hun skal starte med å lage en sekk, hvor hun umiddelbart retter seg selv og sier magesekk. Dette er en positiv utvikling i læringsprosessen, da bruk av riktige begreper er viktig for å forstå og formidle naturfaglige konsepter. Interaksjonen viser en vilje til å bruke riktig faguttrykk i diskusjon om fordøyelsessystemet. Denne gruppen er i motsetning til fokusgruppe en, litt roligere og småprater ikke like mye. De samarbeider likevel godt, og de uttrykker at oppgaven er morsom.

4.4.2 Interaksjon to: Form og rekkefølge

Siden forrige utdrag har elevene på fokusgruppe to fått den samme beskjeden som gruppe en, hvor læreren informerer om at de kun skal lage en modell av fordøyelsessystemet. Julius er ferdig med å forme en lang, tynn pølse som skal representere tynntarmen.

Utdrag 6. Form og rekkefølge

- | | | |
|----|--------|--|
| 01 | Ane | Gidde du å hjelp mæ med magen? |
| 02 | Julius | Ja, men kåss skal vi lag den da? |
| 03 | Ane | Bare en liten klump liksom (..) Sånn kanskje? (Ane legger en oransje klump på modellen som skal representere magesekken) |

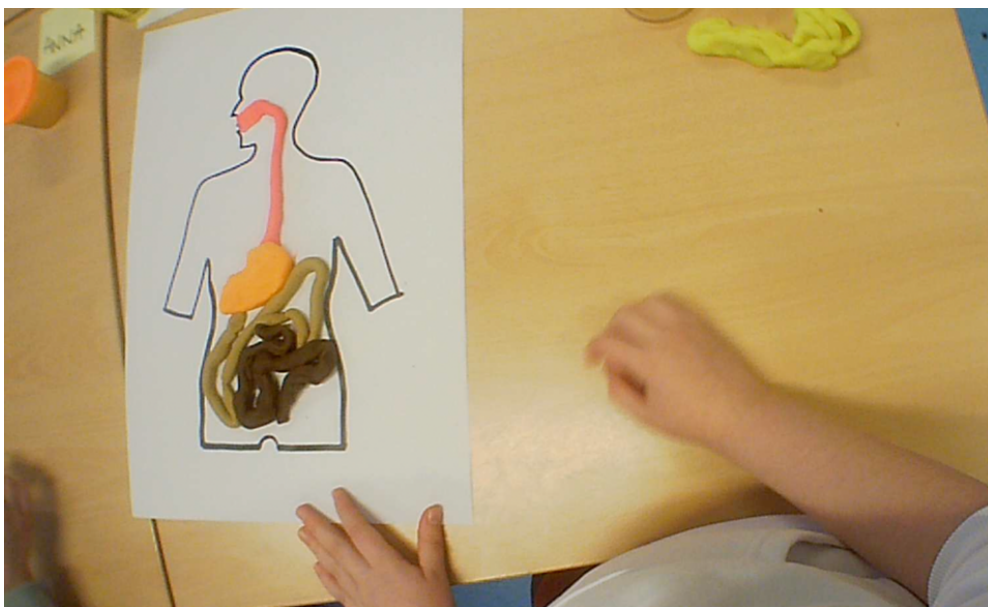


Figur 18. Ane plasserer magesekken

- 04 Julius Ja (..) Åsså ska vi bare hekt sammen med tarman?
- 05 Ane Ja (....) Ennj om vi starte med den der da kanskje? (Ane peker ved siden av magesekken)
- 06 Julius Ja, åsså går den bare rundt i en krøll (.)
- 07 Ane Det bli tynntarmen. Vent æ må spørr æ no (..) E tynntarmen den lange tynne (Ane søker kontakt med en lærer)
- 08 Julius (Julius avbryter Ane, og svarer på spørsmålet før læreren rekker å svare) (-) Tynntarmen e den lange.
- 09 Ane Åja, åsså e liksom tykktarmen den som fær ned te rompa?
- 10 Julius Ja (.) Åsså kjæm endetarmen.
- 11 Ane Åja!
- 12 Julius (Julius legger en lang tynn beige pølse med play-doh ned på modellen som skal representerer tynntarmen) Åsså må vi ha tykktarmen!
(Julius griper etter en ny klump med play-doh og starter å forme

tykktarmen) (...) Ska den vær litt sånn her da eller litt sånn krøllått å stor?

- 13 Ane Ja, kanskje litt tynnere?
- 14 Julius Litt tynnere? Ja, men det e jo tykktarmen.
- 15 Ane Ja, faktisk.



Figur 19. Modellen med tynntarm og tykktarm

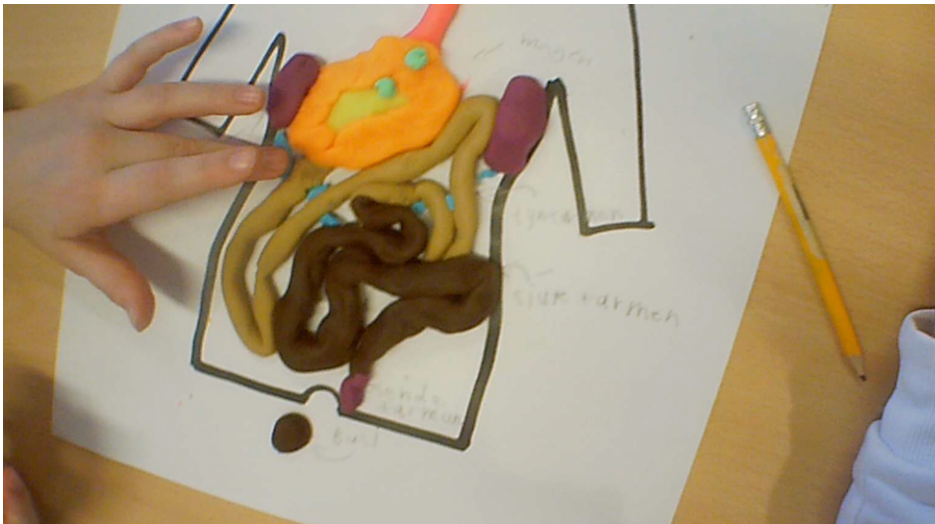
I dette utdraget har elevene fokus på formen til organene, hvor de diskuterer hvor tynn tykktarmen skal være. Ane tenker at denne kunne vært tynnere, men Julius insisterer på at den må være tykkere siden det er en tykktarm. På lik linje som på gruppe en bidrar modellen til faglige spørsmål, hvor Ane spør om hvilken tarm som kommer først av tynn og tykktarm. Her søker hun først svar fra læreren, men Julius vet svaret og hjelper henne. I samtalen kan vi se hvordan elevene samarbeider og hjelper hverandre, og hvordan Julius bidrar med kunnskap når Ane blir usikker. Dette viser at elevene samarbeider godt gjennom å utforske modellen sammen. Flere diskusjoner i dette utdraget dreier seg om rekkefølgen på organene. Dialogen mellom elevene viser at de har fokus på å forstå anatomen til fordøyelsessystemet og hvordan organene er plassert og koblet sammen. De bruker modellen som visuell hjelp til å forstå og kommunisere.

4.4.3 Interaksjon tre: Presentasjon av modellen

Siden forrige utdrag har elevene gjort ferdig modellen sin. De har fått på plass alle organene, skrevet inn navn på organene og en kort forklaring på malen de fikk utdelt. Dette utdraget viser hvordan de fremførte modellen sin til en annen gruppe. Her har elevene fokus på rekkefølgen av fordøyelsessystemets prosesser og organenes funksjon.

Utdrag 7. Fremføring

- 01 Julius Ja, her starte du på en måte reisa da (.) Du tygge maten åsså blandes det med spytt. Åsså fær maten nedover her, spiserøret. (Julius demonstrerer. Tar noe som skal representere mat og fører det fra munnen og nedover spiserøret) Spiserøret e veldig sterk så du kan til å med stå på hodet og maten villj fortsett gå nedover (..)
- 02 Ane Ja å magen der e det en veldig sterk syre (..) Som blandes, eller som maten da bli kvælt. Maten sammen med spyttet og magesyra kvæle dem bittesmå matbitan, åsså hellj den på det ganske leng helt det bli som en moduleire. Eller ja
- 03 Julius (-) En spyttått klump (..) Åsså kjæm vi te nyran. Eller vent forklart du det?
- 04 Ane (-) Eh, ja. Dem skylle da urin (..) Åsså fær det ned te (..) eller vi prøvd å lag sånn ting som føre det ned te blæra da. (Ane peker på to tynne rør som går fra nyrene og ned til magen på modellen)



Figur 20. Ane peker på nyrene

- 05 Julius Å tynntarmen den trekke ut alt det vi treng å ska ha i kroppen. Så maten går igjennom tynntarmen og den e lang sånn at den rekk å trekk ut det den treng.
- 06 Ane (Ane avbryter Julius) Med tarmtåttan?
- 07 Julius Hæ, va itj det i tykkarmen da?
- 08 Ane Åja, det kan henj. Æ veit itj æ.
- 09 Julius (Julius forsetter forklaringen sin) Åsså føre den det over te tykkarmen. Å der kjæm dem tarmtottan som trekke ut energi og næringa (..) Å endetarmen gjør det om te bæsj.

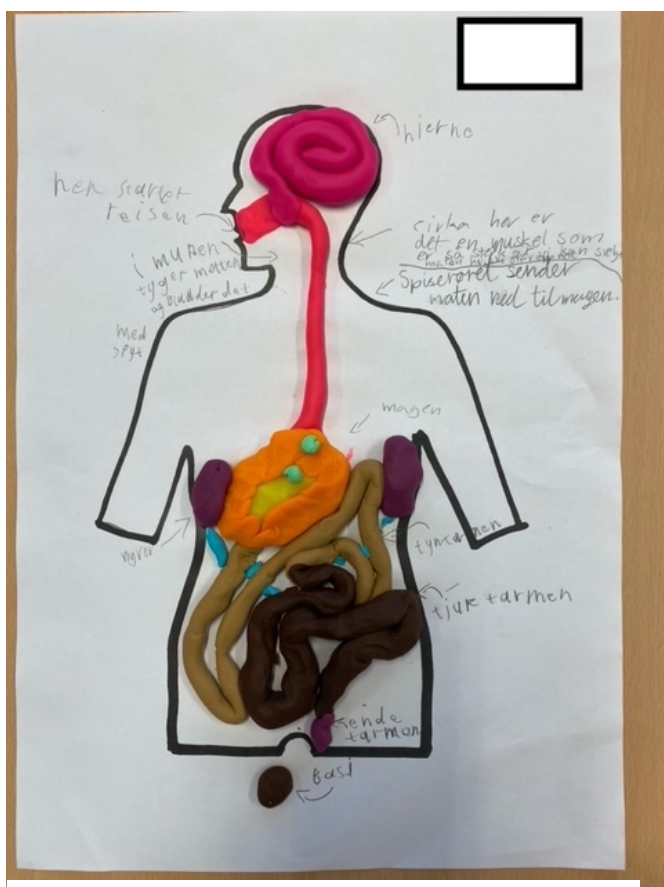
Julius starter en fremføring hvor han beskriver matens reise gjennom fordøyelsessystemet. Denne reisen starter i munnen og fortsetter nedover spiserøret. Her kommer han også med tilleggsm informasjon om at man kan stå på hodet mens man spiser, og maten vil likevel finne veien til magesekken. Denne informasjonen stammer fra aktiviteten elevene utførte i økt nummer fire, hvor de testet styrken i spiserøret ved å stå på hodet og spise mat. Ane tar over for Julius og forklarer hva som skjer i magen. Her forklarer hun at det finnes en sterk syre, som heter magesyre, og denne

«kveler» maten sammen med spyttet fra munnen. Denne prosessen tar tid, og til slutt er maten som «modulleire», eller som Julius skyter inn, en «spyttete klump». Å "kvele" maten med magesyren kan oppfattes som en metafor for at magesyren dreper bakteriene som finnes i maten. Slike metaforer og hverdagslig språk kan være en måte for elevene å forstå og huske informasjon, og man får knyttet det til noe som er visuelt. Også denne gruppen viser interesse for å beskrive "det som er inni" organene. Slik som tarmtotter, magesyre i magesekken, og sterke muskler i spiserøret som tvinger maten nedover. Dette viser at de går mer i dybden og utforsker detaljer knyttet til funksjonen til organene. Før denne undervisningsøkten har elevene jobbet med ulike representasjonsformer. Elevenes ordvalg og forklaringer kan avdekke hvilken representasjon eller aktivitet de har trukket kunnskapen fra. Når elevene forklarer hva som skjer i magesekken og tarmene, refererer de til maten som «en spyttete klump» eller «modulleire». De sier også at magesyren «kveler» maten. Denne forståelsen kan komme fra undervisnings økt fem, hvor elevene presset most mat, juice og vann gjennom en strømpebukse for å illustrere næringsopptaket i fordøyelsen. Her skulle juicen illustrere magesyre, og for bryte ned og drepe bakterier, måtte de presse og klemme på strømpebuksen. Dette viser at ulike representasjoner gir forskjellige muligheter for læring.

I dialogen snakker ikke elevene bare om fordøyelsessystemet, men også om nyrene og urinveiene. Når Ane peker på to tynne rør som går fra nyrene og ned under tarmene på modellen, viser hun forståelse for at det finnes en sammenheng mellom nyrene og fordøyelsessystemet. Urinblæren er ikke inkludert i modellen. Videre nevner også Julius at tynntarmen trekker ut alt som kroppen trenger. Her viser elevene til en sammenheng mellom fordøyelsessystemet og kroppens behov for næringsstoffer. På slutten av fremføringen blir elevene litt usikre når de diskuterer hvor tarmtottene ligger. Julius forteller at tynntarmen trekker ut næringen vi trenger fra maten, og at denne er lang slik at kroppen får god tid til denne prosessen. Her avbryter Ane og foreslår at det her tarmtottene ligger, i tynntarmen. Julius er usikker, og mener at tarmtottene ligger i tykktarmen. Diskusjonen om hva som skjer i tykktarmen kan antyde at elevene er klar over at det skjer flere prosesser i kroppen samtidig, og at disse prosessene er knyttet sammen. Avslutningsvis nevner de endetarmen som siste stasjon i fordøyelsessystemet. Denne mener de gjør om maten til bæsje.

4.4.4 Resultater av elevprodukt: Fokusgruppe to

Figuren nedenfor viser den ferdige modellen av fordøyelsessystemet til Ane og Julius. Gruppen har inkludert alle organene som inngår i systemet. Her har de også navngitt de ulike organene. De bruker både fagspråk og hverdagspråk når de skriver navn på organene, for eksempel "magen" i stedet for "magesekk". Ved noen av organene slik som munnen og spiserøret har de også skrevet en kort forklaring på hva som skjer. De har brukt ulike farger på organene. Tynntarmen har de formet tynnere enn tykktarmen. Dette var også noe de diskuterte i utdrag 2. Plasseringen av tarmene er posisjonert litt rotete. De er koblet sammen ved siden av magesekken i modellen. I tillegg til å ha med alle organene i fordøyelsessystemet, har elevene også tatt med en kobling til andre systemer i kroppen. Her har de plassert nyrene på hver sin side av magesekken, som viser koblingen til urinveissystemet. Dette kan tyde på at elevene har en forståelse for at systemene i kroppen er koblet sammen og påvirker hverandre. Elevene har også tatt med hjernen i sin ferdige modell, noe som indikerer forståelse av at kroppen er komplekst bestående av signaler mellom forskjellige systemer, og at fordøyelsessystemet ikke fungerer isolert fra resten av kroppen.



Figur 21. Elevprodukt fokusgruppe 2

5 Diskusjon

Fagfornyelsen i naturfag har som mål å utvikle elevens forståelse og evne til å utforske naturvitenskaplige temaer på en systematisk og vitenskapelig måte (Kunnskapsdepartementet, 2019a). Kjerneelementet «*naturvitenskaplige praksiser og tenkemåter*», skal bidra til å styrke og utvikle denne forståelsen. Dette kjerneelementet fremhever at eleven skal oppleve naturfag som et utforskende og praktisk fag. Kjerneelementet legger vekt på anvendelse av ulike metoder, inkludert bruk av representasjoner, digitale verktøy, visualiseringer og modeller (Kunnskapsdepartementet, 2019a). I denne studien har jeg forsket på hvilke muligheter representasjoner har for elevens forståelse om fordøyelsessystemet. Dette vil bli undersøkt gjennom diskusjon av de to forskningsspørsmålene for studien. Ved å se nærmere på disse spørsmålene, vil jeg svare på den overordnede problemstillingen som ligger til grunn for forskningen: «*Hvordan designe undervisning med fokus på modeller og ulike representasjonsformer som fremmer naturfaglig forståelse av fordøyelsessystemet?*».

Denne diskusjonen består av to delkapitler som fokuserer på forskningsspørsmålene for studien. Her vil jeg diskutere hvilken rolle representasjoner har for elevenes forståelse av fordøyelsessystemet. Analysen viser at representasjonsfokuseret undervisning bidro positivt til elevenes læring og forståelse av fordøyelsessystemet. Gjennom arbeid med ulike representasjonsformer, klarte elevene å identifisere sammenhenger og utvikle sitt fagspråk. Arbeidet med å lage egne modeller, utfordret elevene til å reflektere over organenes form, funksjon, plassering og rekkefølge. Gjennom representasjonsfokuseret undervisning viser analysen at utviklingen av elevenes forklaringer av fordøyelsessystemet, utvikler seg fra å være basert på dagligdagse erfaringer og språk, til å omfatte mer avansert bruk av naturvitenskaplige begreper og abstrakte forklaringer. Studien viser at man ved å designe undervisning, hvor elevene får utforsket og uttrykt seg gjennom ulike representasjonsformer, fremmer naturfaglig forståelse av fordøyelsessystemet. Studien understreker viktigheten av å inkludere modellering i undervisningen, hvor elevene får mulighet til å konstruere egne representasjoner for å utvide og demonstrere sin forståelse. Varierte oppgaver og aktiviteter, der elevaktivitet og diskusjon står i fokus, er avgjørende for å gi elevene mulighet til å undersøke fordøyelsessystemet fra ulike perspektiver.

5.1 Hvordan bidrar ulike representasjonsformer til læring og forståelse av fordøyelsessystemet?

I denne masteroppgaven har jeg gjennom en intervensjonsstudie designet et undervisningsopplegg med fokus på utforskende undervisning, og bruk av ulike representasjonsformer i naturfagundervisningen med fordøyelsessystemet som tema. Undervisningsopplegget bygger på REDE's prinsipper for representasjonsbasert undervisning, som gir råd til hvordan man kan designe gode undervisningsopplegg med representasjoner som pedagogisk verktøy i undervisningen (Knain, 2015; Tytler et al., 2013). I løpet av denne studien har jeg viet en tidsperiode på en og en halv måned til dette temaet, fordelt på åtte undervisningsøkter. Gjennom hele prosjektet har det vært en kontinuerlig vektlegging av å gjøre elevene kjent med ulike representasjonsformer i arbeidet med fordøyelsessystemet. Mine resultater fra studien indikerer at denne tilnærmingen bidro positivt til elevenes læring og forståelse av fordøyelsessystemet. Gjennom arbeid med ulike representasjonsformer, klarte elevene å identifisere sammenhenger og utvikle fagspråket sitt. Dette innebærer at de nå i økende grad bruker relevante begreper. I dette delkapittelet skal jeg diskutere hvordan bruk av ulike representasjonsformer i undervisningen støttet elevenes utvikling, og bidro til en bedre forståelse av fordøyelsessystemet. Mine funn viser at arbeid med ulike representasjoner stimulerte faglige spørsmål og førte til en dypere forståelse for fordøyelsessystemet. Min analyse viser hvordan elevenes arbeid med å lage egne fysiske modeller utfordret elevene til å reflektere over organenes form, funksjon, plassering og rekkefølge. Resultatene viser at prosessen med å konstruere egne modeller, bidro positivt til elevens kommunikasjonsevner ved å tilby muligheter for å uttrykke og dele forståelsen på en mer visuell og organisert måte.

Temaet fordøyelsessystemet var nytt for elevene da vi startet opp med studien. Dette resulterte i at de første undervisningsøktene var preget av elevenes forkunnskaper knyttet til hverdagslige erfaringer. Dette kommer tydelig frem på pre-testen som ble gjennomført i den første undervisningsøkten. I pre-testen fikk elevene både skrive og tegne for å svare på spørsmålene. Ifølge Kolstø (2021) er det grunnleggende at elever får oppgaver som utfordrer dem i å uttrykke hva de tenker gjennom tegning, tekst, regning eller tale. Dette er en forutsetning for å utvikle språket, som igjen vil bidra til en økt forståelse (Kolstø, 2021). I denne studien har elevene fått vist sin forståelse av fordøyelsessystemet gjennom å bruke representasjoner. Dette gir elevene en unik måte å vise hva de kan, og det gir læreren en indikasjon på hvor undervisningen kan forbedres. Det å legge til rette for at elevene kan uttrykke seg gjennom ulike representasjonsformer, kan bidra til å utvikle deres

naturvitenskaplige forståelse hvor de lærer å formidle ideer og tanker. Dette aspektet er avgjørende i naturvitenskapen (Tang et al., 2022).

Kolstø (2021) har i sine kommentarer til LISSI-prosjektet fremhevet ulike faser i en læringsprosess, som understreker betydningen av å bruke språket. I første omgang må elevene anvende sine forkunnskaper, hverdagspråk og tidligere erfaringer for å forsøke å løse oppgavene. Når elevene arbeider med oppgavene, vil de bli oppmerksomme på ulike faktorer, sammenhenger og mønstre (Kolstø, 2021). Noen elever vil kanskje ikke finne noen løsning. Gjennom interaksjon og diskusjon i klasserommet kan det skje en utveksling av kunnskap som gir alle elevene tilgang til observasjonene som er blitt gjort. Dette krever at elevene benytter det språket de behersker (Kolstø, 2021). I denne studien har jeg observert viktigheten av akkurat dette, hvor alle aktiviteter i undervisningen ble oppsummert i løpet av undervisningsøkten. Dette samsvarer med oppgavens sosiokulturelle læringssyn, hvor læring skjer i samhandling med andre (Skaalvik & Skaalvik, 2013). Gjennom arbeidet med temaet har elevene jobbet med mange ulike representasjoner og modeller av fordøyelsessystemet. Et gjennomgående fokus i undervisningsopplegget er diskusjon og evaluering av modellene vi har brukt i undervisningen. Her har elevene diskutert styrker og svakheter med de ulike representasjonene, samt konstruert sin egen fysiske modell av fordøyelsessystemet. Ved å reflektere over styrker og svakheter ved modellene og representasjonene vi har brukt, oppfordres elevene til å tenke kritisk og reflektere over begrensningene og styrkene. Dette bidrar til at elevene utvikler evnen til å tenke kritisk, samt utvikle evnen til å forstå, analysere og sammenligne (Andersen et al., 2020).

Ifølge Olander et al. (2018) støtter bruk av hverdagspråk og erfaringer elevenes progresjon i læringssituasjoner, og kan bidra til at det blir enklere for elevene å huske og implementere begreper (Olander et al., 2018). Dette viser også mine funn. I et forsøk på å gjøre temaet mer forståelig for elevene, ble de i starten av undervisningen introdusert for enkle representasjoner knyttet til hverdagslige erfaringer. Elevene ble introdusert til boken, «*Hvor blei det av drua?*» (Skår & Halvorsen, 2020). Denne boken inneholder hverdagslige forestillinger og metaforer knyttet til de ulike organene og funksjonene de har kroppen. Et eksempel fra boken er når vi i historien møter musa. Den forteller oss at noe blir mindre og mindre. Dette skal illustrere maten som blir delt opp i biter i magesekken. Denne tilnærmingen gjorde det enklere for elevene å huske og forstå oppgavene til spesifikke organer i fordøyelsessystemet. Ved å gi elevene et kjent utgangspunkt, ble det lettere for elevene å

implementere og bruke begreper. Etter å ha jobbet med enkle representasjoner og modeller av fordøyelsessystemet, ble elevene introdusert til mer komplekse, både digitale og fysiske. Begge nødvendige for at elevene skulle få en dypere forståelse av fordøyelsessystemet. Det ble også gjennomført et forsøk som skulle illustrere næringsopptaket i tarmene ved hjelp av en strømpebukse, vann og most mat. Dette ga unik innsikt om næringsopptaket i fordøyelsessystemet på en måte de andre representasjonene ikke kunne illustrere. Dette er en aktivitet som falt i smak hos elevene, noe som resulterte i at alle var motiverte for å gjennomføre og diskutere oppgaven i ettertid. Dette samsvarer med funnene i LISSI-prosjektet, som sier at praktiske aktiviteter engasjerer elevene i læringsprosessen, fører til mer faglig samtale og motiverer elevene (Olufsen et al., 2021). Gjennom utforskende og kropporientert undervisning testet elevene musklene i spiserøret ved å stå på hodet, og prøve å svelge mat for å se hva som skjedde. Dette ga dem en forståelse av spiserøret, samt viste dem anvendt kunnskap i en ny sammenheng. Ved å integrere ulike representasjonsformer i undervisningen, fikk elevene se og utforske fordøyelsessystemet fra nye interessante perspektiver.

Ainsworth (2006) skriver at bruk av ulike representasjoner i undervisningen påvirker elevenes læring positivt. Arbeid med forskjellige modeller og representasjonsformer bidrar til å avdekke og klargjøre viktige sammenhenger. Dette gir elevene gode forutsetninger til å utvikle en dypere forståelse av komplekse fenomener og de underliggende mekanismene (Ainsworth, 2006; Givry & Roth, 2006). Mine funn støtter dette. Den varierte undervisningen med fokus på bruk av ulike representasjoner har styrket elevenes forståelse i fordøyelsessystemet på forskjellige måter. I denne studien kan elevenes ordvalg og forklaringer avdekke hvilken representasjon eller aktivitet de baserer kunnskapen sin på. I undervisningsøkt syv, etter elevene var ferdige med å konstruere sin egen fysiske modell av fordøyelsessystemet, fikk de i oppgave i å forklare modellen sin. Når elevene forklarte hva som skjer i magesekken og tarmene, refererte de til maten som, «en spyttete klump» eller modelleire. De sa at magesyren «kveler» maten. Denne forståelsen kan spores tilbake til undervisningsøkt fem, der elevene presset most mat, juice og vann gjennom en strømpebukse for å illustrere næringsopptaket i fordøyelsen. Her symboliserte juicen magesyre, og for å bryte ned og drepe bakterier i maten, måtte vi presse og klemme på strømpebuksen. Når elevene skulle forklare hva som skjer i spiserøret, kom mange elever med tilleggsmateriale om at man kan stå på hodet mens man spiser, og maten vil likevel nå magesekken. Denne informasjonen stammer fra aktiviteten elevene utførte i undervisningsøkt nummer fire, hvor de testet styrken til spiserøret ved å stå på hodet og svelge mat. Disse funnene viser at elevenes forståelse av fordøyelsessystemet ikke er basert på en bestemt

aktivitet eller representasjon, men at de trekker kunnskap fra ulike deler av undervisningsopplegget. Den varierte undervisningen med fokus på bruk av ulike representasjoner har styrket elevenes forståelse i fordøyelsessystemet på forskjellige måter. Dette understreker viktigheten av å inkludere en mangfoldig tilnærming med ulike representasjoner og aktiviteter i undervisningen om fordøyelsessystemet.

Tang et. al (2022) forsker på hvilke muligheter representasjonsformen fysiske objekter har, og peker fire unike egenskaper disse har til å fremme forståelse i naturfagundervisningen. Disse egenskapene sier noe om fysiske objekters evne til å demonstrere forståelse, og til å skape konkrete hendelser (Tang et al., 2022). Fysiske objekter kan brukes til å demonstrere bevis, og kan igjennom sine tredimensjonale egenskaper visualisere komplekse fenomener i rommet. Den siste egenskapen refererer til at fysiske objekter er reelle og håndfaste, og kan utforskes med sansene, berøres og manipuleres. Gjennom de unike egenskapene fysiske objekter har, kan elevene studere og utforske naturfaglige fenomener på en helhetlig måte (Tang et al., 2022). Mine funn samsvarer med dette og viser at fysiske objekter er særlig effektive i arbeidet med fordøyelsessystemet. I økten hvor elevene står på hodet og svelger mat, får elevene et konkret bevis på at musklene i spiserøret likevel fører maten til magesekken. Ved å lage en fysisk modell av fordøyelsessystemet med play-doh, visualiserer elevene et komplekst system, og tar aktivt stilling til form, funksjon og plassering av organene. Modellen med sine tredimensjonale egenskaper tvinger elevene å visualisere organenes form i rommet. Den plastiske og formbare egenskapen til play-doh blir essensiell, når elevene former og plasserer organene. Eksperimentet hvor elevene presser most mat gjennom en strømpbukse viser hvordan fysiske objekter kan manipuleres til å demonstrere og skape forståelse. Ved å inkludere fysiske objekter i undervisningen fremmes forståelse og engasjement, og det gir elevene konkrete erfaringer.

Resultater fra Olander et. Al (2018) studie om elevers forståelse av menneskekroppen indikerer at gjennom arbeid med modeller og varierte representasjonsformer, utviklet elevenes forståelse seg fra en mekanisk modell til en mer helhetlig og abstrakt forståelse av menneskekroppen (Olander et al., 2018). Min analyse viser også dette. Gjennom arbeidet med å lage en fysisk modell av play-doh fikk elevene innsikt i fordøyelsessystemet som system, blant annet ved at de måtte ta stilling til rekkefølge, plassering, form og funksjon. Arbeidet med modellen utfordret ikke bare elevenes forståelse av fordøyelsessystemet, men stimulerte også deres evne til å reflektere over kroppens

struktur. Diskusjon av rekkefølge og plassering av organene førte til en naturlig utforskning av hvor og i hvilken rekkefølge maten går igjennom fordøyelsessystemet. Når de arbeidet med å konstruere modellen måtte de ta stilling til hvor organene skulle plasseres og hvilken form organene skulle ha. Dette var nødvendig da de aktivt måtte plassere og fysisk forme hvert organ med play-doh. Når elevene hadde formet og plassert organene i modellen, identifiserte de nye elementer som måtte bli med i modellen, slik som magesyre og tarmtotter. Elevenes interesse for å gjenskape indre strukturer i organene, viste at de gikk mer i dybden og utforsket detaljer knyttet til funksjonen til organene. Analysen viser at arbeidet med modellen trigget faglige spørsmål, og tvang elevene til å ta stilling til mange problemstillinger. Gjennom arbeid med modellen måtte elevene ta mange valg om hva som kom først, hvordan det så ut, hva skulle være innerst og hva skulle være ytterst. Uten modellen som visuell støtte, ville det ha vært mindre sannsynlig at elevene hadde engasjert seg i denne typen diskusjoner og refleksjoner rundt fordøyelsessystemet. Arbeidet med å forme fordøyelsessystemet med play-doh bidro til å utvikle en dypere og mer abstrakt forståelse av fordøyelsessystemet. Det å konstruere egen fysisk modell ga rom for kreativitet, noe som hadde en positiv innvirkning på elevenes engasjement. Disse faktorene understreker viktigheten av å inkludere modellering i undervisningen om fordøyelsessystemet. Dette gir elevene praktisk erfaring med å skape egne representasjoner.

Mine funn viser at arbeid med å lage egen fysisk modell av play-doh, bidro positivt til elevers kommunikasjonsevner ved å tilby muligheter til å uttrykke og dele forståelsen på en mer visuell og organisert måte. Et bredere spekter av kommunikasjonsmuligheter vil igjen gi en positiv innvirkning på forståelsen av temaet elevene kollektivt jobber med. Denne oppgaven bygger på Lev Vygotsky's sosiokulturelle læringssyn som var opptatt av samspillet mellom individet og omgivelsene. Han mente at læring skjedde i samhandling og diskusjon med hverandre, (Skaalvik & Skaalvik, 2013) og av alle de medierende middelet vi kan ta i bruk, altså verktøy eller redskaper vi benytter oss av i læringssituasjoner, er språket det viktigste medierende middelet i følge Vygotsky (Vygotsky, 2001). Når elevene samarbeidet med å lage egen modell, ble de nødt til å planlegge og engasjere seg i prosessen. Dette førte naturligvis til spørsmål og diskusjoner. Arbeid med modellering gir også gode muligheter for visuell kommunikasjon, der elever som har vansker med å uttrykke seg muntlig eller skriftlig får muligheten til å kommunisere på andre måter. Ved slutten av undervisningsøkten hvor elevene konstruerte egen modell, ble elevene utfordret i å presentere og forklare modellen til læreren og medelever. Dette gir trening i å formidle og presentere kunnskap. Givery & Roth (2006)

argumenterer for at bruk av representasjoner i undervisningen påvirker elevenes begrepsdannelse. Dette bekreftes også i mine funn (Givry & Roth, 2006). Visualiseringen gjør abstrakte fenomener mer forståelig og tilgjengelig for elevene, samtidig som de får muligheten til å kommunisere rundt arbeidet sitt. Når elevene jobbet med ulike representasjoner og konstruerte egne modeller i undervisningen, fungerte disse som støtte for bruk av fagspråk. Elevene snakket seg gjennom prosessene i fordøyelsessystemet ved å først bruke hverdagspråk, for deretter å korrigere seg selv med faglige begreper. Dette styrker begrepsdannelsen til elevene. Givry & Roth mener at et begrep er summen av dets representasjoner (Givry & Roth, 2006). Min tilnærming i denne studien samsvarer med denne ideen. Mine funn viser at begreper lettere forstås og læres når de blir presentert gjennom ulike representasjoner.

Gjennom mine studier kan jeg relatere mine observasjoner til funnene i LISSI-prosjektet, som påpeker at det blir begrenset tid til faglig forståelse i undervisningstimer med praktiske aktiviteter. Olufsen et al (2021) påpeker at det er for lite tid viet til å koble aktivitetene som blir gjort i klasserommet til faglig forståelse (Olufsen et al., 2021). Imidlertid mener jeg at utforskende undervisning i arbeid med forklarende modeller og ulike representasjonsformer kan bidra til å effektivisere bruken av tid for å øke faglig forståelse og innsikt. Dette kommer også frem i boken *Dybdelæring i naturfag* (2019) (Pajchel et al., 2019). Der står det at bruken av modeller og ulike representasjoner i naturfagundervisningen kan brukes for å forenkle komplekse fenomener, dette gjør at tiden vi bruker på å lære å forstå disse kan reduseres, og kan brukes på andre områder. Ved å få det faglige innholdet fremstilt visuelt kan det også være lettere for elevene å huske (Pajchel et al., 2019).

5.2 Hva kjennetegner utviklingen av elevers forklaring av fordøyelsessystemet gjennom arbeid med representasjonsfokuset undervisning?

I dette delkapitlet skal jeg diskutere hva som kjennetegner utviklingen av elevenes forklaring av fordøyelsessystemet gjennom arbeid med representasjonsfokuset undervisning. Det innebærer å kartlegge elevenes forestillinger av fordøyelsessystemet, før og etter undervisningen de har fått gjennom studien. Mine funn viser at utviklingen av elevenes forklaring av fordøyelsessystemet går fra å være preget av hverdagslige erfaringer og til en mer abstrakt og naturvitenskaplig forklaring med økt bruk av fagbegreper. Her vil jeg diskutere hvordan elevers hverdagslige erfaringer og

forkunnskaper kan være en ressurs i arbeidet med representasjoner for å utvikle forståelse av naturvitenskaplige konsepter og hvordan bruk av visuelle representasjoner i undervisningen bidro som et verktøy for å gjøre fagbegrep mer tilgjengelige. Jeg diskuterer også vanlige misoppfatninger og andre feilaktige ideer elevene kan ha om temaet.

Elevenes forklaringer om fordøyelsessystemet før undervisningen viser at elevene hadde en naiv forståelse av fordøyelsessystemet. I pre-testen som ble gjennomført i starten av undervisningsopplegget ser vi at elevenes forklaring om fordøyelsessystemet er preget av hverdagslige forestillinger, hvor elevene forbinder fordøyelsessystemet med at man spiser, så kommer det ut igjen. Eleven illustrerer dette ved å bruke mye tid på å tegne representasjoner som ikke direkte har noe med selve fordøyelsessystemet å gjøre, men av mennesker som sitter på do og av ulike rørsystem. I mange av tegningene har elevene illustrert fordøyelsessystemet som et langt rør, og flere beskriver magen som en sortering og – forbrenningsmaskin, uten å inkludere noen av prosessene som foregår i fordøyelsessystemet. Disse forklaringene kan stamme fra hverdagslige erfaringer hvor sortering og forbrenning er begreper elevene har kjennskap til i og utenfor skolen. For eksempel kan de ha lært om avfallssortering hjemme, og forbrenning kan de knytte til erfaringer med bål, grilling eller koking av mat. Det å koble sortering, koking, smelting eller brenning med fordøyelsessystemet viser seg å være vanlige misoppfatninger knyttet til fordøyelsessystemet (Cakici, 2005; Çuçin et al., 2020). Å sammenligne fordøyelsessystemet med prosesser som sortering og forbrenning kan betraktes som en måte å bruke metaforer. Lakeoff & Johnson`s (1980) definisjon på metaforer er, *«metaforer er essensen I å forstå og oppleve en ting i lys av en annen»*. Å bruke metaforer som verktøy i læring av naturvitenskapelige tema, kan hjelpe elevene koble ny kunnskap til noe de kjenner fra før på en mer intuitiv måte (Lakeoff & Johnson, 1980).

Når elevene knytter fordøyelsessystemets til prosesser de er kjent med fra hverdagen kan disse erfaringene hjelpe eleven med å lage mentale modeller for å forstå hvordan ulike system fungerer. Dette kan forøvrig i noen tilfeller føre til misoppfatninger og forvirring mellom begrepene (Çuçin et al., 2020). Misoppfatninger er i følge Brekke (2002) ikke tilfeldige feil elevene gjør i arbeid med oppgaver, men feil med en bestemt tenkning bak (Brekke, 2002). Studier utført av Çuçin (2020) og Cakici (2005) har vist at dersom elevene bruker hverdagslig språk i arbeidet med vitenskapelige fenomener, kan det skape forvirring mellom begrepene. Disse studiene viser at at sosiale påvirkninger og hverdagslig språk har en betydelig innvirkning på hvordan elever lærer om

fordøyelsen (Cakici, 2005; Çuçin et al., 2020). Dette ser jeg også i min forskning, men heller at disse faktorene spiller en positiv rolle på læringsutbytte. Olanders studie (2018) viser at det å inkludere hverdagslige erfaringer og språk i undervisningen kan ha en positiv effekt på elevenes læring og forståelse (Olander et al., 2018). I mange av undervisningsøktene ble jeg gjort oppmerksom på at elevene lagde sine egne begreper. «Sluttarm» isteden for «endetarm», og «sekk» isteden for «magesekk». Mine funn indikerer at selv om disse begrepene ikke var korrekte, hjalp det elevene med å kommunisere med hverandre og det ble enklere for elevene å huske stoffet. Det var også interessant å se at elevene korrigerer seg selv etter hvert som de fikk mer kunnskap gjennom undervisningen.

Analysen av elevers ideer om fordøyelsessystemet gjennomført i klassen, indikere at undervisningsopplegget har støttet en utvikling fra hverdagslig til abstrakt og naturvitenskapelig forståelse av temaet. Elevenes forkunnskaper og tidligere erfaringer er aktivt tatt i bruk i undervisningen, og kan på mange måter brukes som byggeklosser for videre forståelse av temaet. Det å bruke hverdagslige erfaringer og språk i oppstarten av et nytt tema, er ifølge Kolstø (2021) en positiv start på en læringsprosess, da språket gir grunnlag for videre læring. Kolstø hevder at et mål med undervisningen, er at eleven skal tenke årsak og sammenhenger (Kolstø, 2021). Forklaring om at vi spiser mat og går på do er en start på dette. Når vi spiser, starter vi en prosess som gjør at kroppen bryter ned maten, absorberer det den trenger og fjerner avfall. Ved å knytte en erfaring elevene er kjent med inn i nye tema, har elevene noe å jobbe videre med. Ved å identifisere disse forkunnskapene, kan læreren tilpasse undervisningen ved å utfordre og bygge videre på elevenes forståelse. Dette samsvarer med det sosiokulturelle læringsperspektivet, hvor læring oppstår blant annet gjennom å bygge på eksisterende kunnskap (Vygotsky, 2001).

I studien til Kallery og Psillos (2001) ble bruken av antropomorfisering funnet i forklaringer førskolelærere ga yngre barn om naturvitenskaplige fenomener. Selv om denne studien ble gjennomført på førskoleelever, kan man anta at antropomorfisering blir brukt i undervisning av også eldre elever, spesielt dersom de faglige kunnskapene ikke er tilstrekkelige hos læreren, eller som et verktøy for å forenkle komplekse fenomener og prosesser (Kallery & Psillos, 2001). Undersøkelsen til Taber og Watts (1996) viser at bruken av antropomorfisme kan være både en fordel og ulempe i undervisningen, men viser til at dersom det blir brukt metaforisk kan det fungere som støtte i læringssituasjoner (Taber & Watts, 1996; Øyehaug & Holt, 2019). I denne studien har noen av elevene

gitt fordøyelsen antropomorfe egenskaper, altså gitt noe ikke-menneskelig, menneskelige egenskaper i et forsøk på å forstå og forklare. Et eksempel på dette finner vi i pre-testen til Ane, hvor hun forklarer at magen sorterer maten den vil ha, og sender den dårlige maten ned til rumpa. I mangel på kunnskap bruker Ane i sin pre-test antropomorfisering til å forklare hvordan fordøyelsen fungerer.

Etter gjennomføringen av undervisningsopplegget om fordøyelsessystemet, som fokuserte på bruk av ulike representasjonsformer, ble det observert en betydelig forbedring i elevens forståelse og forklaringer rundt temaet. Elevene ga mer detaljerte forklaringer om fordøyelsessystemets prosesser, med en tydelig forståelse av rekkefølgen av disse. Dette er viktige faktorer for å få et helhetlig bilde av systemets funksjon og samspill. Dette samsvarer med Ainsworth (2006) at dersom man får forklart informasjon på flere måter, øker sjansen for å huske og forstå innholdet på en mer effektiv måte (Ainsworth, 2006). Bruken av begreper økte betydelig etter undervisningsopplegget, noe som viser at elevene har klart å bygge en kognitiv bro mellom det hverdagslige språket og det vitenskapelige språket. Ved å benytte ulike visuelle representasjonsformer og modeller i undervisningen, blir begrepene synlige og mer tilgjengelig for elevene. Dette aspektet i kombinasjon med fokus på elevaktivitet, viser at kommunikasjon og det visuelle ved modellene og representasjonsformene, bidrar til at elevene lærer begreper. Dette stemmer overens med studien til Olander et al. (2018), som viser at bruk av hverdagspråk i arbeid med ulike representasjonsformer støtter elevenes progresjon mot en mer naturvitenskapelig forståelse. Ved å bruke hverdagspråket aktivt i arbeidet med modeller, blir det enklere for elevene å implementere vitenskapelige begreper (Olander et al., 2018). På denne måten kan bruk av hverdagspråk være et utgangspunkt for å lære elevene vitenskapelige begreper, da det hjelper elevene med å koble den nye kunnskapen til eksisterende kunnskap og erfaringer de har fra tidligere. Dette kan potensialt forbedre forståelsen og hjelpe elevene med å huske begrepene bedre, og dermed gjøre det lettere for dem å anvende disse begrepene i nye situasjoner eller sammenhenger (Olander et al., 2018).

Elevenes evne til å tegne eller lage egen modell av fordøyelsessystemet ble tydelig forbedret etter representasjonsfokuset i undervisningen. Det var en klar utvikling fra hverdagslige fremstillinger i pre-testen, til mer naturvitenskapelige og nøyaktige fremstillinger av fordøyelsessystemet i post-testen, samt i den siste undervisningsøkten hvor de laget egne fysiske modeller. Her har elevene nå mer fokus på rekkefølgen på fordøyelsessystemets prosesser, funksjon, plassering og form når de skal

visualisere fordøyelsessystemet, kontra dobesøk og hverdagslige tegninger. Elevene prater seg igjennom modellen hvor de stadig kommer på nye elementer som må være med. Dette viser at den fysiske modellen tvinger elevene til å tenke igjennom hva som skal bli med, og reflektere over de ulike delene av fordøyelsessystemet. På denne måten fungerer modellen som støtte for elevenes læring. Desto lengre inn i modelleringsprosessen elevene kommer, desto tydeligere blir funksjonene til organene. Ved å jobbe med modellen, identifiserer elevene nye elementer som må bli med i modellen, slik som magesyre og tarmtotter. Elevenes interesse for å lage "det som er inni" organene, viser at de går mer i dybden og utforsker detaljer knyttet til funksjonen til organene. Dette viser at arbeidet med modeller har åpnet for muligheten til å utforske mer komplekse temaer, og at elevene har utviklet en dypere forståelse for fordøyelsessystemet. Çuçin et al. (2020) mener at en forståelse i fordøyelsessystemet kan hjelpe elevene se sammenhenger med andre systemer og organer i kroppen (Çuçin et al., 2020). Jeg er enig i dette synspunktet, spesielt når det kombineres med arbeid med modeller og ulike representasjonsformer. Flexibilitet i representasjoner og modeller tillater elevene å utforske kroppens systemer på forskjellige måter. Dette kan hjelpe elevene se sammenhenger. Mine funn indikere dette. I modellene elevene laget av fordøyelsessystemet, ble det observert at elevene så sammenhenger på tvers av andre system i kroppen, slik som nervesystemet og ekskresjonssystemet. Disse systemene ble inkludert i modellene til mange av elevene. Ved å jobbe med materialet play-doh kunne elevene lage modellene sine i et tredimensjonalt perspektiv. Flere av gruppene gjorde dette når de inkluderte ekskresjon systemet i modellen sin.

I denne studien har jeg hatt fokus på å jobbe med ulike representasjoner på en utforskende måte. Ved at elevene bygger på tidligere erfaringer og forkunnskaper, er de blitt aktive deltagere i å forme undervisningens retning. Dette mener jeg har hjulpet dem med å utvikle evnen til å tenke selvstendig og se ting fra ulike perspektiver. Dette støttes av tidligere forskning om utforskende undervisning (Crawford, 2014; Teig et al., 2021). I nye tema hvor elevene ikke har hatt undervisning tidligere er det naturlig å jobbe videre på tidligere hypoteser og erfaringer. Dette har ført til gode naturfaglige diskusjoner og økt læringsutbytte i klassen

6 Konklusjon

I denne masteroppgaven har jeg gjennom en intervensjonsstudie samarbeidet med en lærer, og utarbeidet et undervisningsopplegg med fokus på ulike representasjonsformer i arbeidet med temaet fordøyelsessystemet. Undervisningsopplegget bygger på REDE`s prinsipper for representasjonsfokuset undervisning, og har en utforskende tilnærming. Dette kapittelet vil inneholde en oppsummering av hvilke muligheter representasjonsfokuset undervisning har for elevenes forståelse av fordøyelsessystemet, og en konklusjon på hvordan man kan designe undervisning med fokus på modeller, og ulike representasjonsformer som fremmer naturfaglig forståelse av fordøyelsessystemet.

6.1 Hvilke muligheter representasjonsfokuset undervisning har for elevenes forståelse av fordøyelsessystemet

Mine funn viser at undervisning med bruk av ulike representasjonsformer bidro positivt til elevenes læring og forståelse av fordøyelsessystemet. Bruken av ulike representasjoner stimulerte faglige spørsmål, og elevenes forståelse av fordøyelsessystemet utviklet seg fra å være preget av hverdagslige erfaringer, til en mer abstrakt forståelse av fordøyelsessystemet. Arbeid med å lage egne fysiske modeller med play-doh utfordret elevene til å reflektere over organenes form, funksjon, plassering og rekkefølge. Resultatene indikerer at prosessen med å skape egne modeller bidro positivt til elevers kommunikasjonsevner, ved å tilby muligheter for å uttrykke og dele forståelsen på en mer visuell og organisert måte. Ved å jobbe med forskjellige representasjonsformer klarer elevene å identifisere viktige sammenhenger, og gir gode forutsetninger for å utvikle det faglige språket.

I denne studien har jeg undersøkt hva som kjennetegner elevenes forklaringer av fordøyelsessystemet gjennom representasjonsfokuset undervisning. Denne studien viser at elevene hadde mange ideer knyttet til fordøyelsessystemet før undervisningen ble gjennomført, men at disse var mangelfulle og deres forklaringer var preget av hverdagslige erfaringer og hverdagsspråk. Elevene knyttet fordøyelsessystemet i stor grad til prosesser de er kjent med fra tidligere, som do-besøk, matlaging, forbrenning og sortering. Etter å ha gjennomført undervisningsopplegget, ble det observert en betydelig forbedring av elevenes forklaringer av fordøyelsessystemet. Funnene viser at elevene evner å se sammenhenger mellom ulike kroppssystemer, og klarer å visualisere

fordøyelsessystemet på en mer nøyaktig måte enn før undervisningsopplegget ble gjennomført. Elevene hadde også i mye større grad kontroll på rekkefølgen på de ulike prosessene, og organenes funksjon i fordøyelsessystemet. Elevenes interesse for å utforske og forklare det som ikke er observerbart med organene, viser at de går mer i dybden og utforsker detaljer knyttet til funksjonen til organene. Dette antyder at arbeidet med modeller har åpnet for muligheten til å utforske mer komplekse temaer, og at elevene har utviklet en dypere og mer abstrakt forståelse for fordøyelsessystemet. Elevenes progresjon er blitt målt gjennom pre og post-tester, analyse av video og elevprodukt, som viser at undervisningen har gitt gode resultater.

6.2 Hvordan designe undervisning med fokus på modeller og ulike representasjonsformer som fremmer naturfaglig forståelse av fordøyelsessystemet

I denne studien har jeg undersøkt hvordan undervisning med fokus på modeller og ulike representasjonsformer, kan designes for å fremme naturfaglig forståelse av fordøyelsessystemet. Studien ble gjennomført i en femte klasse, og strakte seg over en og en halv måned. I løpet av denne tiden ble det gjennomført åtte undervisningsøkter med fokus på bruk av ulike representasjoner og modeller i undervisningen. I studien har jeg analysert hvordan dette påvirker elevenes læring, engasjement og forståelse av fordøyelsessystemet. Elevenes læring og forståelse har blitt kontinuerlig vurdert gjennom representasjoner. Her har elevene brukt representasjoner for å demonstrere og vise sin forståelse av fordøyelsessystemet. Pre og post-tester, elevprodukter og videodata av elevenes modelleringsprosess, viser at undervisningen har gitt gode resultater på elevenes forståelse av fordøyelsessystemet. Studiens undervisningsopplegg er inspirert av naturfagsenterets opplegg, «kroppen som system» (Skår & Halvorsen, 2020). Jeg har utvidet og forbedret opplegget gjennom å inkludere flere representasjoner og aktiviteter. Disse bidrar til å gjøre undervisningen mer variert og utforskende for elevene. Noen av representasjonene jeg har inkludert er tekst, tegning, fysiske modeller av kroppen, digital modell og praktisk arbeid. Jeg har også inkludert at elevene skal lage egen fysisk modell av fordøyelsessystemet ved hjelp av play-doh. Denne aktiviteten ble en sentral del i studien, som virkelig trigget elevenes engasjement og refleksjon rundt temaet.

Denne studien er en intervensjonstudie, hvor jeg i samarbeid med læreren har blitt enige om tema og mål for undervisningen. Jeg fikk frie tøyler til å designe undervisningsopplegget som ble gjennomført for studien. Undervisningen som ble designet bygger på REDE og Tytler et. al (2013) sine prinsipper for representasjonsbasert undervisning, som viser til syv råd man kan følge i arbeidet med å designe undervisning (Knain, 2015; Tytler et al., 2013). Gjennom observasjon av representasjonfokuset undervisning med fordøyelsessystemet som tema, har jeg kommet frem til noen virkemidler undervisningen bør inneholde for å fremme naturfaglig forståelse.

Fordøyelsessystemet er et komplekst system som består av mange prosesser. Mine funn viser at bruk av varierte representasjonsformer i undervisningen om fordøyelsessystemet gir gode forutsetninger for å utvikle naturfaglig forståelse for temaet. I denne studien ble elevene kjent med fordøyelsessystemet gjennom ulike representasjonsformer og modeller. Samtale og diskusjon rundt representasjonene som blir brukt i undervisningen er viktig. Gjennom undervisningen bør man oppmuntre elevene til å sammenligne representasjonene de bruker, slik at de blir bevisst på at ulike representasjoner, har ulike muligheter for læring. Det å la elevene få konstruere egne representasjoner bidrar til å forsterke læringsprosessen, da elevene får øving i å demonstrere og utvide kunnskapen sin. Visualiseringen gjør abstrakte fenomener mer forståelige og tilgjengelig for elevene, samtidig som de får muligheten til å kommunisere rundt arbeidet sitt. Når elevene jobber med ulike representasjoner og konstruerte egne modeller i undervisningen, fungerer disse som støtte for bruk av fagspråk. Spesielt viser fysiske modeller unike egenskaper for læring i naturfag, og bør inkluderes. Ved å inkludere fysiske objekter i undervisningen fremmes engasjement, og det gir elevene konkrete erfaringer. Representasjonsfokuset undervisning bør være utforskende og engasjerende for elevene. Det er viktig å tenke igjennom rekkefølgen av oppgaver og representasjoner man presenterer for elevene. I denne studien utvikler representasjonene seg gradvis fra hverdagslige til å bli mer komplekse. Når man arbeider med representasjonsfokuset undervisning, er det viktig å gi elevene nok tid til å utforske representasjonene. Ved å strukturere undervisningsopplegget rundt prinsippene til REDE, har man noen tydelige retningslinjer man kan følge i arbeidet med å utarbeide undervisningen.

Opplegget fra naturfagsenteret inspirerte meg til å designe dette undervisningsopplegget. Med mine erfaringer fra studien vil jeg gi noen anbefalinger som vil forbedre opplegget. Det originale undervisningsopplegget fra naturfagsenteret inneholder tre undervisningsøkter, hvor min studie ble

utvidet til åtte undervisningsøkter. Tidsklemma i skolen kan gjøre det vanskelig å dedikere så omfattende tid til ett enkelt tema. Denne studien kan bidra til å avdekke hvilken kombinasjon av representasjonsformer som gir størst effekt. Jeg inkluderte flere representasjonsformer og praktiske oppgaver i denne studien. Min erfaring er at elevene har stor nytte av å konstruere egne representasjoner. Spesielt bruk av fysiske representasjoner gir gode forutsetninger til forståelse, da de har unike egenskaper til å fremme forståelse i naturfag. Det er derfor fordelaktig å inkludere praktisk arbeid, hvor elevene får demonstrert sin forståelse av fordøyelsessystemet. På bakgrunn av disse anbefalingene vil jeg fra min studie anbefale å inkludere fysisk modell av play-doh, utføre eksperiment med most mat og strømpbukse, og den kroppsorienterte læringsaktiviteten hvor elevene står på hodet og prøver å svelge mat. Sistnevnte aktivitet tar liten tid å gjennomføre, men er utforskende og skaper mye engasjement blant elevene.

6.3 Implikasjoner og forslag til videre forskning

Basert på mine funn viser resultatene at bruk av varierte representasjonsformer i naturfagundervisningen kan forsterke elevenes læring og forståelse. Dette peker på betydningen av å inkludere slike tilnærminger i undervisningen. Det er derfor viktig at lærere er klar over hvilke muligheter ulike representasjonsformer har, og at det blir fokus på dette i lærerutdanningen. For å kunne implementere god representasjonsfokuseret undervisning, er man avhengig av å ha tilgang til lærerressurser. Implikasjon gjelder da også utviklere av læremidler og undervisningsressurser.

Forslag til videre forskning er knyttet til modeller som begrep. Gjennom spørsmål nummer tre i pre og post-testene ønsket jeg å kartlegge hva som kjennetegnet elevenes forståelse av begrepet modeller. Observasjoner i undervisningen viser at elevene er flinke til å diskutere styrker og svakheter med ulike modeller, samt å reflektere rundt sin egen modelleringsprosess. Et sentralt aspekt ved å utvikle modelleringskompetanse hos elever, er å lære dem om styrkene og svakhetene ved de modellene de bruker, samt gi dem kunnskap om hvorfor vi benytter modeller, og at disse gir oss innblikk i den naturvitenskaplige praksisen (Schwarz et al., 2009). I undervisningsøkten hvor elevene skulle konstruere sin egen fysiske modell, diskuterte elevene i fokusgruppe 1 fargevalg. Marianne mente at organene i modellen ikke trengte å være nøyaktige i forhold til virkeligheten, mens Håvard ønsker å få dem til å se ut som organene de skulle representerer. Dette kan indikere at elevene forstår at en modell ikke er en nøyaktig kopi av virkeligheten, men en forenklet representasjon. I denne oppgaven har jeg definert modeller som nøye utformede visuelle representasjoner som hjelper oss

å forstå eller forklare ulike deler av en prosess eller mekanisme (Schwarz et al., 2009). I pre og post-testen ønsket jeg å kartlegge elevenes forståelse av modeller før og etter undervisningen. Gitt at dette er studie gjennomført på 5.trinn, må min definisjon av hva som kjennetegner en god forklaring på hva modeller er, tilpasses elevenes alder og kognitive nivå. I denne studien er en god forklaring bestemt ut ifra undervisningen elevene har fått, og inkluderer disse aspektene: «*Modeller hjelper oss med å forstå verden rundt oss, forenkler og hjelper oss med å lære hvordan noe fungerer, og det finnes ulike typer modeller*». Resultatene viser at elevene i mye større grad er i stand til å svare på spørsmålet i post-testen sammenlignet med pre-testen. Mange av elevene har fått med de fleste av aspektene som kjennetegner god modelleringskompetanse, likevel har forklaringene i pre og post-testene noen mangler, og mange av svarene er vage. På bakgrunn av dette vil jeg hevde at elevene er flinkere til å jobbe med å lage modeller enn å reflektere rundt hva en modell er. For å støtte elevenes refleksjoner rundt hva modeller er, må dette ha et sterkere fokus i undervisningen hos læreren, som må jobbe med å snakke om modeller eksplisitt. Dette kunne vært spennende og forske videre på, men det falt utenfor rammen av prosjektet.

7 Referanser/litteraturliste

- Ainsworth, S. (2006). DeFT: A conceptual framework for considering learning with multiple representations. *Learning and Instruction*, 16(183-198).
<https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2006.03.001>
- Akaygun, S. (2016). Is the oxygen atom static or dynamic? Effect of generating animations on students' mental models of atomic structure. *Chemistry Education Research and Practice*, 17(4), 788-807. <https://pubs.rsc.org/en/content/getauthorversionpdf/c6rp00067c>
- Andersen, P. U., Brandt, H., Krogh, L. B., Sillasen, M., & Daugbjerg, P. (2020). Udvikling af Modelleringskompetence i læreruddannelsen. *MONA - matematik- Og Naturfagsdidaktik*, 2, 65-83. <https://tidsskrift.dk/mona/issue/view/8779/1155>
- Anker, T. (2020). *Analyse i praksis*. Cappelen Damm Akademisk.
- Aubert, V. (1991). *Det skjulte samfunn*. Universitetsforlaget AS 1985.
https://www.nb.no/items/URN:NBN:no-nb_digibok_2007071200016?page=3&searchText=metode
- Bell, B. A. (2010). Pretest-Posttest Design. In N. J. Salkind (Ed.), *Encyclopedia of Research Design*. SAGE Publications, Inc. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4135/9781412961288.n331>
- Belzen, A. U. z., Driel, J. v., & Krüger, D. (2019). Introducing a Framework for Modeling Competence. In A. U. z. Belzen, J. v. Driel, & D. Krüger (Eds.), *Towards a Competence-Based View on Models and Modeling in Science Education* (Vol. 12, pp. 3-21). Springer.
- Blikstad-Balas, M., & Dalland, C. P. (2022). Forskningsdesign - hva må du tenke på når du skal planlegge et forskningsprosjekt? In E. Andersson-Bakken & C. P. Dalland (Eds.), *Metoder i klasseromsforskning* (2 ed.). Universitetsforlaget.
- Brekke, G. (2002). *Introduksjon til diagnostisk undervisning i matematikk*. Læringscentret.
- Cakici, Y. (2005). Exploring Turkish upper primary level pupils' understanding of digestion. *International Journal of Science Education*, 27(1), 79-100. <https://doi.org/https://doi-org.ezproxy1.usn.no/10.1080/0950069032000052036>
- Canoy, K. M. (2020, 07.12.2020). *Digestive System Demo- Do it at Home Experiment*. YouTube.
<https://www.youtube.com/watch?v=u9XVMiQq-n4>
- Cardak, O. (2015). Student Science Teachers' Ideas of the Digestive System. *Journal of education and Training Studies*, 3 (5), 127-133. <https://doi.org/10.11114/jets.v3i5.912>
- Crawford, B. A. (2014). From Inquiry to Scientific Practices in the Science Classroom. In N. G. Lederman & S. K. Abell (Eds.), *Handbook of Research on Science Education* (pp. 515-541). Routledge.

- Çuçin, A., Özgür, S., & Cabbar, G. n. r. (2020). Comparison of Misconceptions about Human Digestive System of Turkish, Albanian and Bosnian 12th Grade High School Students. *World Journal of Education*, 10 (3), 148-159. <https://doi.org/10.5430/wje.v10n3p148>
- Dalland, C. P., Bjørnstad, E., & Andersson-Bakken, e. (2022). Observasjon som metode i barnehage og klasseromsforskning. In E. Andersson-Bakken & C. P. Dalland (Eds.), *Metoder i klasseromsforskning* (2 ed., pp. 125-152). Universitetsforlaget.
- Dalland, O. (2020). *Metode og oppgaveskriving* (7 ed.). Gyldendal.
- Fiskum, K., & Korsanger, M. (2017). *5E-modellen i utforskende undervisning*. Naturfagsenteret. Retrieved 09.08.2017 from <https://www.naturfag.no/artikkel/vis.html?tid=2049135>
- Furberg, A., Kluge, A., & Ludvigsen, S. (2013). Student sensemaking with science diagrams in a computer-based setting. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 8, 41-64. <https://doi.org/https://doi-org.ezproxy2.usn.no/10.1007/s11412-013-9165-4>
- Gabel, D. (1999). Improving Teaching and Learning through Chemistry Education Research: A Look to the Future. *Journal of chemical education*, 76 (4), 548-554. <https://doi.org/10.1021/ed076p548>
- Gilbert, J. K. (2013). Representations and models. In R. Tytler, V. Prain, P. Hubber, & B. Waldrip (Eds.), *Constructing Representations to Learn in Science* (pp. 67-82). Brill.
- Givry, D., & Roth, W.-M. (2006). Toward a New Conception of Conceptions: Interplay of talk, Gestures and Structures in The Setting. *Journal Of Research In Science Teaching*, 43(1086-1109). <https://doi.org/10.1002/tea.20139>
- Hattie, J. A. c. (2013). *Synlig læring - et sammendrag av mer enn 800 metaanalyser av skoleprestasjoner*. Cappelen Damm Akademisk.
- Haugan, K., & Holand, A. M. (2021). Lærerstudenters misoppfatninger og læring om kjemiske reaksjoner. *Nordina: Nordic studies in science education*, 17 (1), 79-96. <https://doi.org/10.5617/NORDINA.8134>
- Hubber, P., & Tytler, R. (2013). Models and learning science. In R. Tytler, V. Prain, P. Hubber, & B. Waldrip (Eds.), *Constructing Representations to Learn in Science* (pp. 109-133). Brill.
- Kallery, M., & Psillos, D. (2001). Pre-school Teachers `content Knowledge in Science: Their understanding of elementary science concepts and of issues raised by children's questions *International Journal of Early Years Education*, 9(3), 165-179. <https://doi.org/https://doi.org/10.1080/09669760120086929>
- Knain, E. (2015, 04.05.22). *Representasjon og deltagelse i naturfag (REDE)*. Universitetet I Oslo. <https://www.uv.uio.no/ils/forskning/prosjekter/rede/index.html>

- Knain, E., & Kolstø, S. D. (Eds.). (2019). *Utforskende arbeidsmåter - en oversikt* (2 ed.). Universitetsforlaget.
- Kolstø, S. D. (2021). Kommentarer til bokens resultater og diskusjoner. In M. Ødegaard, M. Kjærnsli, & M. Kersting (Eds.), *Tettere på naturfag i klasserommet - resultater fra videostudien LISS* (pp. 225-247). Fagbokforlaget.
- Korsager, M., & Fiskum, K. (2017). *5E-modellen i utforskende undervisning*. Retrieved 16.09.21 from <https://www.naturfag.no/artikkel/vis.html?tid=2049135>
- Kress, G. (2010). *Multimodality: A social semiotic approach to contemporary communication*. Routledge.
- Kunnskapsdepartementet. (2019a). *Fagets relevans og sentrale verdier* (NAT01-04). <https://data.udir.no/kl06/v201906/laereplaner-lk20/NAT01-04.pdf?lang=nob>
- Kunnskapsdepartementet. (2019b). *Læreplan i naturfag* (NAT01-04). <https://data.udir.no/kl06/v201906/laereplaner-lk20/NAT01-04.pdf?lang=nob>
- [Record #2368 is using a reference type undefined in this output style.]
- Lakeoff, G., & Johnson, M. (1980). *Metaphors We Live By*. The University of Chicago Press.
- Lunde, M. L. S., Sæleset, J., kjærnsli, M., kersting, M., Karlsen, S., Olufsen, M., & Ødegaard, m. (2021). Forskningsdesign og metode. In M. Ødegaard, M. Kjærnsli, & M. Kersting (Eds.), *Tettere på naturfag i klasserommet - Resultater fra videostudien LISS* (pp. 35-41). Fagbokforlaget.
- Nyeng, F. (2021). *Nøkkelbegreper i forskningsmetode og vitenskapsteori* (4 ed.). Fagbokforlaget.
- Olander, C., Wickman, P.-O., Tytler, R., & Ingerman, Å. (2018). Representations as mediation between purposes as junior secondary science students learn about the human body. *International Journal of Science Education*, 40(2). <https://doi.org/https://doi-org.ezproxy1.usn.no/10.1080/09500693.2017.1407464>
- Olufsen, M., Lunde, M. L. S., & Kjærnsli, M. (2021). Praktiske aktiviteter i naturfag - Muligheter for økt elevaktivitet og faglig fordykning? In M. Ødegaard, M. Kjærnsli, & M. Kersting (Eds.), *Tettere på naturfag i klasseommet - Resultater fra videostudien LISS* (pp. 87-106). Fagbokforlaget.
- Pajchel, K., Ramton, A. M. T. S., & Sollid, P. Ø. D. (2019). Modeller og modellering i naturfag. In A. Holt, A. B. Øyehaug, & L. O. Voll (Eds.), *Dybdelæring i naturfag* (pp. 142-171). Universitetsforlaget.
- Ringnes, V., & Hannisdal, M. (2014). *Kjemi i skolen* (3 ed.). Cappelen Damm Akademisk.

- Ryoo, K., & Linn, M. C. (2012). Can dynamic visualizations improve middle school students' understanding of energy in photosynthesis? *Journal Of Research In Science Teaching*, 49(2). <https://doi.org/https://doi-org.ezproxy2.usn.no/10.1002/tea.21003>
- Schwarz, C. V., Reiser, B. J., Davis, E. A., Kenyon, L., Acher, A., Fortus, D., Shwartz, Y., Hug, B., & Krajcik, J. (2009). Developing a Learning Progression for Scientific Modeling: Making Scientific Modeling Accessible and Meaningful for Learners. *Journal Of Research In Science Teaching*, 46(6), 632-654. <https://doi.org/DOI> 10.1002/tea.20311
- Sjøberg, M., Furberg, A., & Knain, E. (2022). Undergraduate biology students' model-based reasoning in the laboratory: Exploring the role of drawings, talk and gestures. *Science Education*, 1-25. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/sce.21765>
- Skaalvik, E. M., & Skaalvik, S. (2013). *Skolen som læringsarena - selvoppfatning, motivasjon, læring og livsmestring* (2 ed.). Universitetsforlaget.
- Skår, A. R., & Halvorsen, L. K. (2020, 27. mai 2020). *Kroppen som system*. Naturfagsenteret. <https://www.naturfag.no/undervisningsprogram/vis.html?tid=2248339>
- Taber, K. S., & Watts, D. 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/http://dx.doi.org/10.1080/0950069960180505>
- Tang, K.-S., Jeppesson, F., Danielsson, K., & Nestlog, E. B. (2022). Affordances of physical objects as a material mode of representation: A social semiotics perspective of hands-on meaning-making. *International Journal of Science Education*, 44:2(179-200). <https://doi.org/10.1080/09500693.2021.2021313>
- Teig, N., Bergem, K., Nilsen, T., & Senden, B. (2021). Gir utforskende arbeidsmåter i naturfag bedre læringsutbytte? In T. Nilsen & H. Kaarstein (Eds.), *Med blikket mot naturfag - Nye analyser av TIMSS 2019-data og trender 2015-2019* (pp. 46-72). Universitetsforlaget. <https://doi.org/https://doi.org/10.18261/9788215045108-2021-03>
- Tjora, A. (2021). *Kvalitative forskningsmetoder - i praksis* (4 ed.). Gyldendal Akademisk.
- Tytler, R., Prain, V., Hubber, P., & Waldrip, B. (2013). *Constructing Representations to Learn in Science*. Sense Publisher.
- Vygotsky, L. (Ed.). (2001). *Tenkning og tale*. Gyldendal akademisk.
- Wittek, L. (2016). Arven etter Vygotsky. In J. H. Stray & L. Wittek (Eds.), *Pedagogikk - En grunnbok* (2 ed., pp. 286-300). Cappelen Damm Akademisk.
- Ødegaard, M., Kjærnsli, M., Kersting, M., Karlsen, S., Lunde, M. L. S., Olufsen, M., & Sæleaset, J. (2021). Diskusjon - Tettere på naturfag i klasserommet. In M. Ødegaard, M. Kjærnsli, & M. Kersting (Eds.), *Tettere på naturfag i klasserommet - Resultater fra videostudien LISSI* (pp. 209-222). Fagbokforlaget.

- Øgreid, A. K. (2021). Intervensjonsbegrepet i fire kvalitative forskningsdesign. In E. Anderssonbakken & C. P. Dalland (Eds.), *Metoder i klasseromsforskning* (2 ed., pp. 209-237). Universitetsforlaget.
- Øyehaug, A. B., & Holt, A. (2019). Kreative fortellinger i naturfag. In L. O. Voll, A. B. Øyehaug, & A. Holt (Eds.), *Dybdelæring i naturfag* (pp. 113-141). Universitetsforlaget.
- Özsevgeç, L. C., Artun, H. s., & Ünal, M. (2012). The effects of Swedish knife Model on students`understanding of the digestive system. *Asia-Pacific on Science Learning and Teaching*, 12(2). https://www.eduhk.hk/apfslt/download/v13_issue2_files/artun.pdf

8 Oversikt over tabeller og figurer

Tabell 1. Oversikt over intervensjon og datainnsamling

Figur 1. plassering av kamera i klasserommet

Tabell 2. Oversikt over datamaterialet

Tabell 3. Forklaring av symbol

Figur 2. Pre-test 1

Figur 3. pre-test 2

Tabell 4. Oversikt over kjennetegn på pre og post-test

Figur 4. Ane pre-test

Figur 5. Ane post-test

Figur 6. Marianne pre-test

Figur 7. Marianne post-test

Figur 8. Julius pre-test

Figur 9. Julius post-test

Figur 10. Håvard pre-test

Figur 11. Håvard post-test

Figur 12. Håvard måler spiserøret

Figur 13. Plassering av magesekk, tynntarm og tykktarm

Figur 14. Marianne plasserer nyrene

Figur 15. Plassering av endetarmen

Figur 16. Elevprodukt fokusgruppe 1

Figur 17. Ane legger på spiserøret

Figur 18. Ane plasserer magesekken

Figur 19. Modellen med tynntarm og tykktarm

Figur 20. Ane peker på nyrene

Figur 21. Elevprodukt fokusgruppe 2

9 Vedlegg

Vedlegg 1: Samtykkeskjema til foreldre og foresatte

Forespørsel om deltakelse i forskningsprosjektet: *«Modellering gjennom arbeid med ulike representasjonsformer i naturfag»*

Formål

I fagfornyelsen 2020 kom naturvitenskaplige praksiser og tenkemåter inn som et kjerneelement i naturfag. Som en viktig del av dette, har modeller og modellering fått en økt plass i den nye læreplanen. F.eks er det å kunne lage, tolke og vurdere modeller et kompetansemål for 10 trinn, og arbeid med ulike representasjonsformer går igjen i de grunnleggende ferdighetene for faget. Det å forstå og tolke ulike representasjoner er en viktig del av den naturfaglige allmenndannelsen.

Målet med prosjektet er å få innsikt i muligheter og utfordringer med arbeid med modeller og ulike representasjonsformer som tegning, tekst, fysiske og digitale modeller i naturfagsundervisningen. I prosjektet skal forskere samarbeide med naturfaglærere i skolen for å utvikle og prøve ut undervisning med fokus på modeller. For å få innsikt i utfordringene og mulighetene i arbeid med modeller vil det bli benyttet videokamera inkludert hodekamera på noen elever som samtykker til dette. Det vil også kunne bli samlet inn ulike elevprodukter som tegninger, modeller og tekster.

Hvem er ansvarlig for forskningsprosjektet?

Universitetet i Sørøst-Norge er ansvarlig for prosjektet

Hvorfor får ditt barn spørsmål om å delta?

Grunnen til at ditt barn får spørsmål om å delta, er at barnet elev i en klasse på en skole der et slikt samarbeid med lærere vil foregå.

Hva innebærer det å delta i prosjektet?

Prosjektet vil foregå i vanlig undervisning der en eller flere undervisningstimer vil bli videofilmet. Dersom dere samtykker til å delta i prosjektet, samtykker dere til at barnet blir filmet.

Det er frivillig å delta

Det er frivillig å delta i prosjektet. Dersom du ikke ønsker at ditt barn skal delta, vil alle elever fortsatt være tilstede i undervisningen, men vi vil sørge for at ditt barn ikke blir filmet. Hvis dere velger å delta, kan barnet likevel når som helst trekke samtykket tilbake uten å oppgi noen grunn. Alle personopplysninger vil da bli slettet. Det vil ikke ha noen negative konsekvenser for ditt barn hvis dere ikke ønsker at barnet skal delta eller senere velger å trekke dere.

Personvern – hvordan vi oppbevarer og bruker opplysninger om ditt barn.

Vi vil bare bruke opplysninger om ditt barn til formålene vi har fortalt om i dette skrevet. Vi behandler opplysningene konfidensielt og i samsvar med personvernregelverket. Kun forskere på prosjektet vil kunne ha tilgang til opptak. Navneliste og personopplysninger vil bli kontinuerlig anonymisert. Deltakere vil ikke kunne gjenkjennes i publikasjoner fra forskningen. Det kan være aktuelt å bruke enkelte videosnutter også i lærerutdanning, men du kan velge å ikke samtykke til dette som et eget punkt.

Hva skjer med opplysningene når vi avslutter forskningsprosjektet?

Opptak slettes og opplysninger anonymiseres senest når prosjektet avsluttes 30.06.26.

Hva gir oss rett til å behandle personopplysninger om ditt barn?

Vi behandler opplysninger om ditt barn basert på deres samtykke.

På oppdrag fra Universitetet i Sørøst-Norge har NSD – Norsk senter for forskningsdata AS vurdert at behandlingen av personopplysninger i dette prosjektet er i samsvar med personvernregelverket.

Deres rettigheter

Så lenge ditt barn kan identifiseres i datamaterialet, har dere rett til å få:

- Innsyn i hvilke opplysninger vi behandler om ditt barn, og få utlevert en kopi av opplysningene
- Å få rettet opplysninger om ditt barn som er feil eller misvisende
- Å få slettet personopplysninger om ditt barn
- Å sende klage til datatilsynet om behandlingen av personopplysninger om ditt barn

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

- Førsteamanuensis ved Universitetet i Sørøst-Norge Mari Sjøberg, [REDACTED]
- Masterstudent ved Universitetet i Sørøst-Norge Janne Stølhaug, [REDACTED]

Vårt personvernombud: Paal Are Solberg, personvernombud@usn.no

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

- NSD-Norsk senter for forskningsdata AS på epost (Personverntjenester@nsd.no) eller på telefon: 55 58 21 17

Med vennlig hilsen

Mari Sjøberg & Janne Stølhaug

Samtykkeerklæring

Jeg har mottatt og forstått informasjonen om prosjektet «Modellering gjennom arbeid med ulike representasjonsformer i naturfag», og har fått anledning til å stille spørsmål. Jeg samtykker til at mitt barn får:

- delta i opptak av video som kan benyttes til forskning
- delta i opptak av video som kan benyttes i lærerutdanning

Jeg samtykker til at opplysninger om mitt barn behandles frem til prosjektet er avsluttet

(Signert av foresatt, dato)

Forespørsel om deltakelse i forskningsprosjektet: *«Modellering gjennom arbeid med ulike representasjonsformer i naturfag»*

Formål

I fagfornyelsen 2020 kom naturvitenskaplige praksiser og tenkemåter inn som et kjerneelement i naturfag. Som en viktig del av dette, har modeller og modellering fått en økt plass i den nye læreplanen. F.eks. er det å kunne lage, tolke og vurdere modeller et kompetansemål for 10 trinn, og arbeid med ulike representasjonsformer går igjen i de grunnleggende ferdighetene for faget. Det å forstå og tolke ulike representasjoner er en viktig del av den naturfaglige allmenndannelsen.

Målet med prosjektet er å få innsikt i muligheter og utfordringer med arbeid med modeller og ulike representasjonsformer som tegning, tekst, fysiske og digitale modeller i naturfagsundervisningen. I prosjektet skal forskere samarbeide med naturfaglærere i skolen for å utvikle og prøve ut undervisning med fokus på modeller. For å få innsikt i utfordringene og mulighetene i arbeid med modeller vil det bli benyttet videokamera inkludert hodekamera på noen elever som samtykker til dette. Det vil også kunne bli samlet inn ulike elevprodukter som tegninger, modeller og tekster.

Hvem er ansvarlig for forskningsprosjektet?

Universitetet i Sørøst-Norge er ansvarlig for prosjektet

Hva innebærer det å delta i prosjektet?

Prosjektet vil bestå av 8 undervisningsøkter, der en eller flere undervisningstimer vil bli videofilmet. Det vil bli samlet inn elevprodukter.]

Det er frivillig å delta

Det er frivillig å delta i prosjektet. Hvis du velger å delta, kan du likevel når som helst trekke samtykket tilbake uten å oppgi noen grunn. Alle opptak som da gjelder deg, vil bli slettet.

Personvern – hvordan vi oppbevarer og bruker opplysninger om ditt barn.

Vi vil bare bruke opplysninger om deg til formålene vi har fortalt om i dette skrevet. Vi behandler opplysningene konfidensielt og i samsvar med personvernregelverket. Kun forskere på prosjektet vil kunne ha tilgang til opptak. Navneliste og personopplysninger vil bli kontinuerlig anonymisert. Deltakere vil ikke kunne gjenkjennes i publikasjoner fra forskningen. Det kan være aktuelt å bruke enkelte videosnutter også i lærerutdanning, men du kan velge å ikke samtykke til dette som et eget punkt.

Hva skjer med opplysningene når vi avslutter forskningsprosjektet?

Opptak slettes og opplysninger anonymiseres senest når prosjektet avsluttes 30.06.26.

Hva gir oss rett til å behandle personopplysninger om ditt barn?

Vi behandler opplysninger om deg basert på deres samtykke.

På oppdrag fra Universitetet i Sørøst-Norge har NSD – Norsk senter for forskningsdata AS vurdert at behandlingen av personopplysninger i dette prosjektet er i samsvar med personvernregelverket.

Deres rettigheter

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

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

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

- Førsteamanuensis ved Universitetet i Sørøst-Norge Mari Sjøberg, [REDACTED]
- Masterstudent ved Universitetet i Sørøst-Norge Janne Stølhaug, [REDACTED]

Vårt personvernombud: Paal Are Solberg, personvernombud@usn.no

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

- NSD-Norsk senter for forskningsdata AS på epost (Personverntjenester@nsd.no) eller på telefon: 55 58 21 17

Med vennlig hilsen
Janne Stølhaug

Samtykkeerklæring

Jeg har mottatt og forstått informasjonen om prosjektet «Modellering gjennom arbeid med ulike representasjonsformer i naturfag», og har fått anledning til å stille spørsmål. Jeg samtykker til:

- delta i opptak av video som kan benyttes til forskning
- delta i opptak av video som kan benyttes i lærerutdanning

Jeg samtykker til at opplysninger om meg behandles frem til prosjektet er avsluttet

(Signert av lærer, dato)

[Meldeskjema](#) / [Modellering gjennom arbeid med ulike representasjonsformer](#) / Vurdering

Vurdering av behandling av personopplysninger

Referansenummer
907386**Vurderingstype**
Standard**Dato**
26.09.2022**Tittel**

Modellering gjennom arbeid med ulike representasjonsformer

Behandlingsansvarlig institusjon

Universitetet i Sørøst-Norge / Fakultet for humaniora, idrett- og utdanningsvitenskap / Institutt for matematikk og naturfag

Prosjektansvarlig

Mari Sjøberg

Prosjektperiode

01.09.2022 - 30.06.2026

Kategorier personopplysninger

Alminnelige

Lovlig grunnlag

Samtykke (Personvernforordningen art. 6 nr. 1 bokstav a)

Behandlingen av personopplysningene er lovlig så fremt den gjennomføres som oppgitt i meldeskjemaet. Det lovlige grunnlaget gjelder til 30.06.2026.

[Meldeskjema](#)**Kommentar**

OM VURDERINGEN

Personverntjenester har en avtale med institusjonen du forsker eller studerer ved. Denne avtalen innebærer at vi skal gi deg råd slik at behandlingen av personopplysninger i prosjektet ditt er lovlig etter personvernregelverket.

Personverntjenester har nå vurdert den planlagte behandlingen av personopplysninger. Vår vurdering er at behandlingen er lovlig, hvis den gjennomføres slik den er beskrevet i meldeskjemaet med dialog og vedlegg.

VIKTIG INFORMASJON TIL DEG

Du må lagre, sende og sikre dataene i tråd med retningslinjene til din institusjon. Dette betyr at du må bruke leverandører for spørreskjema, skylagring, videosamtale o.l. som institusjonen din har avtale med. Vi gir generelle råd rundt dette, men det er institusjonens egne retningslinjer for informasjonssikkerhet som gjelder.

TYPE OPPLYSNINGER OG VARIGHET

Prosjektet vil behandle alminnelige kategorier av personopplysninger frem til 30.06.2026.

LOVLIG GRUNNLAG

Prosjektet vil innhente samtykke fra foresatte til behandlingen av personopplysninger om barna. Vår vurdering er at prosjektet legger opp til et samtykke i samsvar med kravene i art. 4 og 7, ved at det er en frivillig, spesifikk, informert og utvetydig bekreftelse som kan dokumenteres, og som den registrerte/foresatte kan trekke tilbake.

Lovlig grunnlag for behandlingen vil dermed være foresattes samtykke, jf. personvernforordningen art. 6 nr. 1 bokstav a.

PERSONVERNPRINSIPPER

Personverntjenester vurderer at den planlagte behandlingen av personopplysninger vil følge prinsippene i personvernforordningen om:

lovlighet, rettferdighet og åpenhet (art. 5.1 a), ved at foresatte får tilfredsstillende informasjon om og samtykker til behandlingen

formålsbegrensning (art. 5.1 b), ved at personopplysninger samles inn for spesifikke, uttrykkelig angitte og berettigede formål, og ikke viderebehandles til nye uforenlige formål

dataminimering (art. 5.1 c), ved at det kun behandles opplysninger som er adekvate, relevante og nødvendige for formålet med prosjektet

lagringsbegrensning (art. 5.1 e), ved at personopplysningene ikke lagres lengre enn nødvendig for å oppfylle formålet

DE REGISTRERTES RETTIGHETER

Personverntjenester vurderer at informasjonen om behandlingen som de registrerte og deres foresatte vil motta oppfyller lovens krav til form og innhold, jf. art. 12.1 og art. 13.

Så lenge de registrerte kan identifiseres i datamaterialet vil de ha følgende rettigheter: innsyn (art. 15), retting (art. 16), sletting (art. 17), begrensning (art. 18) og dataportabilitet (art. 20).

Vi minner om at hvis en registrert/foresatt tar kontakt om sine/barnets rettigheter, har behandlingsansvarlig institusjon plikt til å svare innen en måned.

FØLG DIN INSTITUSJONS RETNINGSLINJER

Personverntjenester legger til grunn at behandlingen oppfyller kravene i personvernforordningen om riktighet (art. 5.1 d), integritet og konfidensialitet (art. 5.1 f) og sikkerhet (art. 32).

Ved bruk av databehandler (spørreskjemaleverandør, skylagring, videosamtale o.l.) må behandlingen oppfylle kravene til bruk av databehandler, jf. art 28 og 29. Bruk leverandører som din institusjon har avtale med.

For å forsikre dere om at kravene oppfylles, må dere følge interne retningslinjer og eventuelt rådføre dere med behandlingsansvarlig institusjon.

MELD VESENTLIGE ENDRINGER

Dersom det skjer vesentlige endringer i behandlingen av personopplysninger, kan det være nødvendig å melde dette til oss ved å oppdatere meldeskjemaet. Før du melder inn en endring, oppfordrer vi deg til å lese om hvilke type endringer det er nødvendig å melde:

<https://www.nsd.no/personverntjenester/fyll-ut-meldeskjema-for-personopplysninger/melde-endringer-i-meldeskjema>. Du må vente på svar fra oss før endringen gjennomføres.

OPPFØLGING AV PROSJEKTET

Personverntjenester vil følge opp underveis (hvert annet år) og ved planlagt avslutning for å avklare om behandlingen av personopplysningene er avsluttet/pågår i tråd med den behandlingen som er dokumentert.

Kontaktperson hos oss: Anne Lene L. Nymoen

Lykke til med prosjektet!

Vedlegg 4. REDE`S prinsipper for representasjonsfokusert undervisning (Knain, 2015)

1. Hent fram de sentrale faglige begrepene og teoriene under planleggingen av undervisningen. Det er utgangspunktet for å identifisere de sentrale representasjonene som elevene skal arbeide med. Bruk representasjoner i vurderingen, underveis og til slutt.
2. Lag en egnet rekkefølge av oppgaver og aktiviteter som gjør at elevene kan uttrykke og utforske egne ideer, utvide dem til nye situasjoner og integrere dem.
Aktivitetssekvenser bør oppleves som meningsfulle og interessante.
3. Fokuser eksplisitt på form og funksjon for ulike representasjoner, og tydeliggjør hvordan ulike elementer i representasjonen forholder seg til erfaring, fenomener og begreper.
Da oppmuntres elevene til å legge vekt på sammenhengen mellom en representasjon og det den skal representere.
4. Sørg for at elevene får øvelse i å lage egne representasjoner for å utvide og vise egen forståelse.
5. Oppmuntre elevene og støtt dem i å bruke flere ulike representasjoner og å se sammenheng mellom representasjoner. Elevene skal bli bevisst på at ulike representasjonsformer har ulike muligheter, og at det trengs flere representasjoner for å forklare et fenomen.
6. Gi elevene rom til å diskutere egne representasjoner i forhold til lærerens representasjoner (eller andre autoritative kilder). Elevene må øves i å vurdere kvaliteten på og relevansen av egne representasjoner.
7. Pek på likhetstrekk mellom forskeres og elevenes bruk av representasjoner.