



LUP-Fakultet for lærerutdanning og pedagogikk

**Erik Høgberget**

## **Masteroppgave**

**Kvalitativ studie av lærerkompetanse og  
alternative forestillinger innenfor  
partikkelmodellen**

**A qualitative study of teacher competence and  
alternative conceptions within the particle  
model**

**Grunnskolelærer trinn 5-10**

**2023**

# Forord

Etter 5 år som student på høghskolen i innlandet avsluttes min studietid nå i en masteroppgave. Selv om jeg alltid har visst at jeg skulle bli lærer, var planen min å arbeide innenfor noe annet først. Derfor er det nok flere inkludert meg selv som be sjokkert når jeg søkte lærerutdanning rett etter videregående. Når jeg startet på lærerutdanningen min virket det å skrive en masteroppgave som en fjern ting langt unna, men tiden har gått fort, for plutselig var 8 semester over og jeg skulle nå starte å forske på egenhånd.

Arbeidet med masteroppgaven har vært tidkrevende, krevende og lærerikt. Et stort antall forskningsartikler er lest, informanter er plukket ut og intervjuer gjennomført og senere transkribert, data analysert, skjemaer er utarbeidet og sendt inn. Dette har gitt meg en lærerutdanning som de fleste lærerne jeg kjenner til ikke har. Selv om masterarbeidet har vært lærerikt, har jeg også løpet av studieløpet på Hamar vokst som person.

Jeg ønsker å takke familie og venner som har hjulpet til underveis og vært viktige støttespillere. Min veileder Thomas Frågåt har vært sentral under hele prosessen og jeg ønsker å takke han for innsatsen han ar lagt ned i arbeidet med denne masteroppgaven. Jeg vil også rette en stor takk til informantene som har deltatt i studien min, uten de ville det ikke vært mulig å skrive denne masteroppgaven.

Jeg ser nå frem til å begynne min lærerkarriere i et godt lærerfelleskap med en mastergrad i bakhånd. Målet nå blir å være en god lærer for elevene mine og å kunne være med på å gjøre en forskjell i skolen.

Erik Høgberget

## Norsk sammendrag

I denne oppgaven belyses det hvilken lærerkompetanse lærere mener de trenger for å undervise i fysikk, og hvordan lærere kan benytte denne kompetansen i arbeidet med å forebygge, avdekke og rette opp alternative forestillinger i undervisning med bruk av partikkelmodellen på 5.-7.trinn. Datagrunnlaget består av transkriberte lydopptak fra fire individuelle semistrukturerte intervju med naturfaglærere med ulik undervisningserfaring og utdanning. Dataene er analysert ved hjelp av tematisk analyse. Lærerne i studien reflekterte rundt nødvendig kompetanse for å undervise i fysikk på 5.-7.trinn, og hvordan denne kompetansen kan benyttes i arbeidet med alternative forestillinger om partikkelmodellen, ut fra faktorene fagkompetanse, generell didaktisk kompetanse og fagdidaktisk kompetanse, som Shulman (1986, s. 8) introduserte som viktige elementer i lærerkompetanse. I forbindelse med fagkompetanse ble det poengtert at den må være høyere enn elevene sin. Dette kan hjelpe læreren i arbeidet med å rette opp i alternative forestillinger. Av generell didaktisk kompetanse må lærere variere undervisningen, for å kunne avdekke alternative forestillinger og tilpasse undervisningen når man skal rette opp i alternative forestillinger. Av fagdidaktisk kompetanse trengs det kompetanse i modeller, representasjoner, utforskende arbeid og undervisning i tråd med NoS-prinsipper, og dette er aktuelt både som forebyggende, og når man skal rette opp i alternative forestillinger. Diskusjonen avdekker et behov for videre forskning i hvordan man skal avdekke alternative forestillinger, og studier som kartlegger fagkompetanse og hvordan man kan øke denne hos lærere. Dette fordi det i denne studien indikeres at lærerne har mangelfull fagkompetanse, slik som i studien til Greensfeld og Gross (2020, s. 9 & 12).

## **Sammendrag engelsk (Abstract)**

In this task, the teacher competence that teachers believe they need to teach physics is illuminated, as well as how teachers can utilize this competence in their work to prevent, identify, and correct alternative conceptions in teaching using the particle model in grades 5-7. The data consists of transcribed audio recordings from four individual semi-structured interviews with science teachers of varying teaching experience and education. The data was analyzed using thematic analysis. The teachers in the study reflected on the necessary competence for teaching physics in grades 5-7 and how this competence can be used in addressing alternative conceptions of the particle model, based on the factors of subject matter content knowledge, general pedagogical competence, and pedagogical content knowledge, which Shulman (1986, p. 8) introduced as important elements of teacher competence. In relation to content knowledge, it was emphasized that it must be higher than that of the students. This can help the teacher in addressing alternative conceptions. Regarding general pedagogical competence, teachers must vary their instruction to uncover alternative conceptions and adapt their teaching when addressing alternative conceptions. In terms of pedagogical content knowledge, competence in models, representations, exploratory work, and teaching in accordance with nature of science (NoS) principles is necessary, both as a preventive measure and when addressing alternative conceptions. The discussion reveals a need for further research on how to uncover alternative conceptions and studies that assess subject matter competence and how it can be enhanced among teachers. This is because this study indicates that teachers have insufficient subject matter competence, as seen in the study by Greensfeld and Gross (2020, p. 9 & 12).

# Innholdsfortegnelse

<b>Forord</b> .....	<b>2</b>
<b>Sammendrag</b> .....	<b>3</b>
<b>Sammendrag engelsk (Abstract)</b> .....	<b>7</b>
<b>Figurliste</b> .....	<b>4</b>
<b>1. Innledning</b> .....	<b>8</b>
1.1 Studiens formål.....	8
1.2 Studiens bakgrunn .....	8
1.3 Valg av problemstilling og forskningsspørsmål .....	10
1.4 Oppgavens oppbygning .....	10
1.5 Hva er fysikk?.....	11
1.6 Fysikk- En del av faget naturfag.....	12
1.7 Fysikk i læreplanen.....	14
1.8 Partikkelmodellen i læreplanen .....	14
1.9 Modeller.....	15
1.10 Begrepet kompetanse.....	17
1.11 Krav til formell kompetanse hos læreren.....	17
1.12 TIMMS undersøkelser .....	18
<b>2. Teori</b> .....	<b>19</b>
2.1 CK.....	19
2.2 Generell pedagogisk kompetanse .....	20
2.3 PCK.....	21
2.4 BRMP modell PCK .....	24
2.5 Alternative forestillinger.....	25
2.6 Partikkelmodellen .....	27
2.7 Alternative forestillinger i partikkelmodellen .....	29
2.8 Tidligere forskning .....	29
<b>3. Metode</b> .....	<b>34</b>
3.1 Kvalitative forskningsmetoder.....	34
3.2 Intervju som metode .....	35
3.3 Intervjuguide.....	37
3.4 Utvalget.....	38
3.5 Opptak av intervju .....	40
3.6 Transkribering av intervju .....	40
3.7 Analyse av data.....	41
3.8 Relabilitet og validitet.....	44

3.9 Forskningsetiske hensyn .....	47
<b>4.Resultat</b> .....	<b>49</b>
4.1 Lærernes forståelse av partikkelmodellen .....	49
4.2 Undervisning med partikkelmodellen.....	50
4.3 Fagkompetanse .....	52
4.4 Generell didaktisk kompetanse .....	54
4.5 Fagdagdidaktisk kompetanse.....	54
4.6 Innehar lærerne den kompetansen de ønsker.....	56
4.7 Hvilke alternative forestillinger har lærerne opplevd.....	57
4.8 Fagkompetanse og arbeid med alternative forestillinger.....	58
4.9 Generelle pedagogiske ferdigheter og arbeid med alternative forestillinger.....	59
4.10 Fagdidaktisk kompetanse og arbeid med alternative forestillinger .....	60
4.11 Alternative forestillinger.....	61
<b>5.Diskusjon</b> .....	<b>63</b>
5.1 Lærers syn på fagkompetanse .....	63
5.2 Lærernes syn på generelle pedagogiske ferdigheter .....	64
5.3 Lærernes syn på fagdidaktisk kompetanse .....	65
5.4 Krav til formell kompetanse hos lærere i naturfag .....	68
5.5 Innehar lærerne den kompetansen de ønsker.....	69
5.6 Alternative forestillinger innenfor partikkelmodellen .....	69
5.7 Lærernes kunnskap om partikkelmodellen .....	72
5.8 Modeller og læringsteori.....	73
5.9 Variasjon blant lærerne.....	74
5.10 Bruk av lærerkompetanse i arbeidet med alternative forestillinger.....	75
5.11 Scaffolding.....	78
5.12 BMRP Modell PCK .....	78
<b>6.Konklusjon</b> .....	<b>80</b>
6.1 Oppsummering .....	80
6.2 Implikasjoner for videre forskning .....	81
<b>Litteraturliste</b> .....	<b>83</b>
<b>Vedlegg 1-Intervjuguide</b> .....	<b>88</b>

## Figurliste

**Figur 1:** Fremstilling av forholdet mellom CK, generell didaktisk kompetanse og PCK..... 22

**Figur 2:** Oversikt over temaene og kategoriene i den tematiske analysen..... 43

# 1. Innledning

## 1.1 Studiens formål

I denne studien ønsker jeg å undersøke naturfagslæreres meninger om lærerkompetanse innenfor fagfeltet fysikk og temaet alternative forestillinger innenfor partikkelmodellen på 5-7.trinn i grunnskolen. Å besitte kunnskap om lærerkompetanse, og det å kunne reflektere over og vurdere denne, vil kunne være nyttig for lærere som arbeider ute i skolen og for kommende lærere. Perspektiver fra forskning knyttet til lærerkompetanse kan bli benyttet i utformingen av ulike lærerutdanninger, videreutdanning av lærere ute i skoler og i utviklingsprosjekter på skoler. I tillegg kan den enkelte lærer benytte seg av det i sin utvikling av undervisning og egen lærerkompetanse.

Jeg har valgt å basere studien på kvalitative data som jeg har innhentet fra semistrukturerte intervju med fire naturfagslærere med forskjellig erfaring, kompetanse og utdanning. Det finnes lite forskning utført på dette teamet i grunnskolen, men det er gjennomført en del forskning i den videregående opplæringen. Denne studiens hensikt er derfor å se på hvordan lærerkompetanse på 5.-7.trinn kan benyttes i arbeidet med å forebygge, avdekke og rette opp i alternative forestillinger innenfor partikkelmodellen.

## 1.2 Bakgrunn

I løpet av utdanningsløpet for å bli grunnskolelærer for elever på 5.-10.trinn skal det leveres en FoU-oppgave i hvert av de to hovedfagene man velger (Høgskolen i Innlandet, u.å). I oppstartfasen for min FoU-oppgave i naturfag ble jeg introdusert for temaet lærerkompetanse i naturfag. Dette var et tema som for meg var veldig interessant, men siden en FoU-oppgave har lite omfang, kom jeg ikke helt ned i dybden på dette temaet, slik jeg ønsket. Jeg ønsket derfor i min masteravhandling å bygge videre på dette temaet for å kunne fordype meg i temaet. FoU-oppgaven min omhandlet fagområdet biologi, og for å få et naturlig skille og se om tankene rundt pedagogical content knowledge (PCK) varierer innenfor de ulike fagområdene i naturfag, ønsker jeg derfor i denne oppgaven å se nærmere på fagområdet fysikk. Ved at naturfag i grunnskolen er et sammensatt fag, vil man kunne dra noen linjer mellom fysikk og biologi.



Fysikk kan inneholde andre aktiviteter og meninger knyttet til PCK og kan derfor være ulikt. En annen viktig faktor er at mye av forskningen som finnes i dag, er gjennomført på eldre elever enn 5.-7.trinn, og at denne masteroppgaven kan derfor være med på å gi ny kunnskap på dette fagfeltet. Med tanke på at lærerkompetanse er et stort fagfelt, blir oppgaven spisset inn mot alternative forestillinger innenfor partikkelmodellen. Dette fordi at denne masteroppgaven sitt omfang ikke er stort nok til å kunne dekke alternative forestillinger innenfor hele fysikkfeltet. Denne studiens hensikt er derfor å se på hvordan lærerkompetanse kan benyttes i arbeidet med å forebygge, avdekke og rette opp i alternative forestillinger.

Tenker jeg tilbake på egen skolegang, kan jeg huske at det var store forskjeller mellom ulike læreres lærerkompetanse med tanke på hvordan de underviste. Noen lærere var mest opptatt av at det var et viktig fagstoff man skulle gjennom, mens andre la mer vekt på hvordan man kunne komme fram til fagstoffet på en slik måte at læringsutbytte ble størst. I korte trekk fokuserte noen mest på innholdet som skulle lærers, mens andre fokuserte mere på hvordan eleven skulle lære seg å tilegne seg kunnskap. Noen lærere vektla både innholdet og hvordan vi som elever skulle tilegne oss fagstoffet. Som elev opplevde jeg at lærere hadde ulike personlighetstrekk og meninger. Utfra dette tenker jeg at lærere kan ha ulike oppfatninger av hva lærerkompetanse innebærer innenfor fagfeltet fysikk på mellomtrinnet.

Hvis læreren påpekte noe som ikke stemte i klasserommet, ble dette ofte kommentert og rettet opp i. Det kunne være at læreren underviste på en slik måte at flesteparten satt igjen med ett riktig bilde, men at en eller flere elever satt igjen med et bilde som ikke stemte. Som elev i klasserommet kunne man merke seg at det var utfordrende å avdekke og arbeide med et slikt ukorrekt bilde for både læreren og eleven selv. I løpet av egen skolegang merket jeg at elever som oppfattet ting annerledes ikke alltid var interessert i å dele dette og at tankene deres derfor ble værende hos disse elevene. Selv om ikke alle elever ønsket å rette opp i sine egne alternative forestillinger, var det mange som hadde et stort ønske om og iver etter å rette opp i dette hvis man merket selv eller ved hjelp av en lærer at man hadde en alternativ forestilling. Denne iveren etter å rette opp i alternative forestillinger som finnes hos en del elever, kan det tenkes finnes hos naturfagslærere ute i skolen også, og at det vil derfor være interessant å undersøke hvordan de arbeider med dette.

I St. 30 fra Utdannings- og forskningsdepartementet (2004, s. 94) fremgår det at «av alle ressurser i skolen er lærerens kompetanse den faktoren som påvirker elevenes prestasjoner mest». En studie på hva som inngår i lærerkompetanse er derfor relevant for at lærere skal kunne benytte seg av elementene her til å kunne videreutvikle sin egen lærerkompetanse, for å gi elevene et høyest mulig læringsutbytte. Ved at lærerkompetanse er den faktoren som påvirker elevenes prestasjoner mest, vil det derfor kunne være interessant å se hvordan man kan benytte seg av den i arbeidet med alternative forestillinger.

### **1.3 Valg av problemstilling og forskningsspørsmål**

Denne masteroppgaven tar sikte på å belyse problemstillingen «Hva trenger man av kompetanse for å kunne undervise i fysikk på mellomtrinnet, og hvordan kan denne kompetansen benyttes i arbeidet med alternative forestillinger innenfor partikkelmodellen?»

Med tanke på at problemstillingen er ganske åpen, er det behov for å avgrense den ved hjelp av noen mer konkrete forskningsspørsmål. Dette fører til at det er mulig å analysere resultatene og drøfte dette opp mot relevant forskning og teori. De tre forskningsspørsmålene som er valgt ut er:

Forskingsspørsmål 1: Hva mener naturfaglærere at de trenger av fysikkkompetanse for å undervise i naturfag på 5.-7. trinn?

Forskingsspørsmål 2: Hvordan reflekterer lærere rundt nødvendig fagdidaktiskkompetanse for å undervise i fysikk på 5.-7. trinn?

Forskingsspørsmål 3: Hvordan arbeider lærere med alternative forestillinger i partikkelmodellen på 5.-7.trinn?

### **1.4 Oppgavens oppbygning**

I oppgavens innledning vil oppgavens rammer, begreper og problemområdet bli presentert. Teoridelen vil bestå av kapitlene teoretisk rammeverk og tidligere forskning. Grunnlaget for

teoridelen er forskningsartikler og bøker som er relevante for problemstillingen og forskningsspørsmålene, og som er overførbare til denne oppgaven. Metodekapittelet omhandler hvilke metoder som er brukt til datainnsamling og analyse av dataene. I tillegg inneholder dette kapitlet kritiske refleksjoner rundt metoden knyttet til styrker, svakheter, reliabilitet, validitet og forskningsetiske prinsipper. Dette bygger på valg jeg har tatt i forbindelse med datainnsamling og analyse av data, for å kunne belyse problemstilling og besvare forskningsspørsmål. I resultatandelen presenteres funn fra datainnsamling, og er bestående av tekst og utdrag fra intervjuene og viser tendenser hos lærerne som deltar i studien. I diskusjonsdelen drøftes resultatene opp mot teori for å kunne belyse problemstilling og forskningsspørsmål. I det avsluttende kapitlet som er konklusjonen, trekkes det fram interessante funn og det drøftes implikasjoner dette kan ha for praksisfeltet og videre forskning på fagfeltet. I referanselisten oppgis kildene som er benyttet i denne avhandlingen. Siste del av oppgaven er vedlegg av intervjuguide.

## **1.5 Hva er fysikk?**

Angell et al (2011, s. 10) skriver at man kanskje kan sammenligne fysikk med naturen man finner rundt oss. Dette fordi fysikk kan virke som et fagfelt som er mangfoldig, kaotisk og uoversiktlig. Siden fysikk inneholder naturen rundt oss, vil det si at fysikk inneholder både døde og levende elementer. Det bygger på den materielle verden og inkluderer den menneskeskapt biten av teknologien. Ett grunnleggende kjennetegn ved fysikk er at spørsmål om naturen ofte ender i fysikk. Et eksempel på dette kan være «hvorfors har ikke trær blader på høsten?». En forklaring på dette er fordi blader inneholder sevje, og sevje består i hovedsak av vann. Når temperaturen faller under 0 °C, vil vannet fryse. Her kommer partikkelmodellen og stoffenes egenskaper inn. Kort oppsummert her kan man si at i fysikk kan man gå fra det enkle og over til det mer komplekse.

Selv om man ikke alltid har svar som forklarer alt, er fysikken ganske ordnet ved at den består av ulike lover. Lovene kan beskrives som grunnprinsipper i fysikken. Et eksempel på dette er loven om energibevaring som beskriver hva som skjer med energi. Fysikk handler om de minste delene som elementærpartikler, og til de store systemer som universet. I fysikk jobber man ofte med temaer der helheten består av ulike deler. Et eksempel på dette er snøkrystaller. De består

av vannmolekyler. Her kan det være lett å forstå molekylets oppbygning og egenskaper. Vannmolekyler påvirkes i tillegg til dette av andre faktorer som temperatur, og dermed kommer det nye lover inn (Angell et al, 2011, s. 10-11).

## **1.6 Fysikk- En del av faget naturfag**

Elevene i den norske skolen møter fysikk som en integrert del av faget naturfag fra første trinn, og til med første trinn i den videregående opplæringen. På andre og tredje trinn i den videregående opplæringen har eleven mulighet til å velge fordypningsfag avhengig av studieretning, og her er det mulig å velge fysikk. På grunn av lærernes kompetanse, spesielt i lavere klassetrinn, er ikke fysiske emner like synlige i læreplanen som de øvrige temaene i naturfagplanen (Angel et al, 2004, s. 685-686).

Naturfag er et fag som skal være verdifullt, relevant og nyttig for elevene. Dette er deres møte med naturvitenskapen i skolen. Naturfag inneholder flere fagfelt. Blant annet fysikk, kjemi, biologi, geofag og teknologi (Nilsen et al, 2021, s. 210). Naturfag som fag i skolen er et tverrfaglig fag ved at naturfag er et «samlefag», som vil si at temaer fra andre fagområder vil være en del av undervisningen i naturfag. Naturfag gir elevene muligheten til å opparbeide seg modellforståelse og ferdigheter for å benytte seg av modeller, noe som gjør at elevene kan bruke modellforståelsen og ferdigheten for å kunne representere fenomener på ulike vis (Nilsen et al, 2021, s. 218).

Gjeldende læreplan styrer innholdet i naturfagundervisningen i skolen. I noen læreplaner vil det kunne være rom for tolkning, og den enkelte lærer former undervisningen etter dette. Læreplanene fornyes jevnlig, men det vil være relevant for naturfaglærere å kjenne til de sentrale byggesteinene i naturfag i form av naturfagets egenart. I tillegg skal naturfag samspille med de andre fagene for å gi elevene grunnlag for å leve i et samfunns som er under stadig utvikling der elevene skal være borgere som bidrar. Derfor må innholdet være i tråd med samfunnets behov for kompetanse. For at naturfag skal være samfunnsnyttig, må blant annet de to perspektivene nytteperspektivet og dannelsesperspektivet være representert. Nytteperspektivet omhandler at kunnskap er et verktøy for å oppnå mål eller fordeler. Kunnskap

i naturfag er nødvendig for å mestre hverdagslivet og som forberedelse til utdanning og ulike yrker. Dannelseperspektivet handler om at kunnskap har en verdi i seg selv. Denne kunnskapen er viktig for å holde seg oppdatert og for å kunne delta aktivt som samfunnsborger (Voll et al, 2019, s. 59-60).

For at eleven skal oppnå mestring innenfor fysikk og de andre elementene i naturfag, er naturfagets egenart sentral. Naturfagets egenart bygger på begreper som utforskende arbeid, vitenskapelig tankegang, kritisk tenking, forståelse av begreper, fagspråk, argumentasjon, modeller og representasjoner. Læring oppstår i læringssituasjoner som bygger på disse komponentene (Nilsen et al, 2021, s. 218).

NoS er en forkortelse for «nature of science» og i norsk sammenheng benyttes begrepet for naturfagets egenart. NoS omfavner tre deler. Den første er at vitenskap er en kunnskapsmengde og omfatter for eksempel lover. Den andre er hvordan kunnskapen utvikles. Den tredje er «Hva er vitenskap?» og omhandler det å skille vitenskap fra ikke vitenskap. Undervisning i tråd med prinsipper innenfor NoS, skaper mer effektiv undervisning for elevene enn mer tradisjonell undervisning. Dette fordi undervisning i tråd med NoS sine prinsipper legger opp til mer refleksjon i forbindelse med forsøk, enn det tradisjonell undervisning gjør. Et eksempel på dette er hvis en gruppe med elever gjennomfører et forsøk, så kan det være at en lærer som underviser mer tradisjonelt vil formidle at noen har gjort noe galt, mens en lærer som underviser i tråd med NoS sine prinsipper, vil heller legge opp til en refleksjon om hva som kan være årsaken til forskjellige resultater i klassen (Lederman & Lederman, 2019, s. 1-3). Dette vil si at hvis undervisning i fysikk skal være i tråd med NoS, kan den ikke bare dreie som om kunnskap som elevene skal lære. Elevene må arbeide med hvordan kunnskap blir til i form av forskning, og hvordan forskningen blir benyttet og godtatt.

Det er viktig at elevene får arbeide med naturfag på en utforskende måte. Dette gjelder ikke kun for naturfaget, men også i andre fag, videre studier og i arbeidslivet. Utforskende arbeid gir elevene en kompetanse som gjør at de kan reflektere rundt vitenskap. Utforskende arbeid kan knyttes til naturfaglig arbeid i form av forberedelse til forsøk i forbindelse med hypotesearbeid

og innhenting av informasjon. Eller i gjennomføringsfasen i forbindelse med planlegging og gjennomføring av forsøket, eller i etterarbeidet med bruk av resultatene. Det kan også benyttes i evalueringen av forsøket i form av å utvikle forklaringer, modeller og ved å delta i diskurser. Kommunikasjon er en viktig nøkkel i utforskende arbeid. Med tanke på hvordan samfunnet er bygd opp med media og hvordan kunnskap produseres, er det viktig at elevene lærer seg å tenke kritisk. Like viktig som at elevene arbeider utforskende, er det viktig at de kan tenke kritisk ovenfor ny empiri og andre elever sine påstander og forslag. Ved å sammen reflektere etter å ha gjennomført utforskende arbeid, kan man oppnå dette ved at forslag forbedres og ved at kvaliteten til argumenter vurderes. I stedet for å vinne en debatt kan man arbeide mot å finne hvilke argumenter og konklusjoner som har best støtte (Nilsen et al, 2021, s. 214-215).

### **1.7 Fysikk i læreplanen**

I læreplanen til naturfag bygges det på fysikk i flere ledd. I delen «Fagets relevans og sentrale verdier» kommer fysikk fram gjennom «Naturfag er et sentralt fag for å beskrive og forstå hvordan vår fysiske verden er bygget opp». Under kjerneelementet «Energi og materie» blir fysikk presentert ved at «Elevene skal forstå hvordan vi bruker sentrale teorier, lover og modeller for, og begreper om, energi, stoffer og partikler for å forklare vår fysiske verden». Fysikk kan også kobles inn under det tverrfaglige tema demokrati og medborgerskap under arbeidet med å «skille vitenskapelig basert kunnskap og ikke vitenskapelig basert kunnskap. Den grunnleggende ferdigheten å regne i naturfag er ofte en del av fagområdet fysikk, og et eksempel på dette er at ferdigheten benyttes ved formelregning (Utdanningsdirektoratet, 2020a, s. 2-5). Temaer innenfor fysikk blir også spesifikt nevnt i kompetansemål. Et eksempel på dette er kompetansemålet «Utforske elektriske og magnetiske krefter gjennom forsøk og samtale om hvordan vi utnytter elektrisk energi i dagliglivet» som gjelder for elever etter 7.trinn (Utdanningsdirektoratet, 2020a, s. 8).

### **1.8 Partikkelmodellen i læreplanen**

Partikkelmodellen bygger på at «all materie i universet er laget av svært små partikler», og dette kan benyttes for å forklare ulike egenskaper ved stoffer og fenomener (Bell et al, 2015, s. 20). I læreplanen fra 2020 i naturfag etter 7. trinn nevnes partikkelmodellen direkte i

kompetansemålet «bruke partikkelmodellen til å forklare faseoverganger og egenskapene til faste stoffer, væsker og gasser» (Utdanningsdirektoratet, 2020a, s. 8). Det kan også være relevant å arbeide med partikkelmodellen i kompetansemålene «utforske faseoverganger og kjemiske reaksjoner og beskrive hva som kjennetegner dem» ved å benytte partikkelmodellen til å beskrive kjennetegnene og «bruke og vurdere modeller som representerer fenomener man ikke kan observere direkte, og «gjøre rede for hvorfor det brukes modeller i naturfag» (Utdanningsdirektoratet, 2020a, s. 8), siden partikkelmodellen er en modell, uten at partikkelmodellen nevnes direkte her. I tillegg kan det arbeides med partikkelmodellen i enda bredere kompetansemål som «stille spørsmål og lage hypoteser om naturfaglige fenomener, identifisere variabler og samle data for å finne svar», «gi eksempler på hvordan naturvitenskapelig kunnskap er utviklet og utvikler seg» og «gi eksempler på hvordan tradisjonell kunnskap har bidratt og bidrar til naturvitenskapelig kunnskap» (Utdanningsdirektoratet, 2020a, s. 8). Dette ved å gjennomføre forsøk eller for og etterarbeid til forsøk, der partikkelmodellen kan benyttes som forklaring for det man ønsker å undersøke.

## **1.9 Modeller**

Som naturfagslærer kan man benytte seg av modeller hvis man ønsker å forenkle eller beskrive ulike objekter, ideer, hendelser, prosesser eller strukturen i systemer. Modeller kan være tegninger, fysiske tredimensjonale modeller, matematiske formler og indre forestillinger. Naturfaglæreren sin oppgave i arbeid med modeller er å være en brobygger mellom modellen og det fenomenet modellen ønsker å beskrive. Modeller er ofte forenklinger, og får derfor ofte fram noen bestemte sider ved et fenomen, men ikke alltid alle. Det er derfor viktig at det arbeides med å vurdere ulike styrker og svakheter hos modellen. En ting som kan være utfordrende å få fram i en modell, er størrelsesforhold. En annen ting er hvordan noe beveger seg (Pajchel et al, 2019, s. 142-143).

I arbeid med modeller kan elever være med å produsere modeller, dette kalles modellering. Dette kan gjøres med for eksempel tegning, kulepinnemodell, ulike gjenstander eller matematisk. Ved å sette søkelys på en modell for et fenomen og rekonstruere denne etterpå, vil det faglige omfanget reduseres. Dette gjør at tidsbruken reduseres, og det skapes mer tid til for eksempel problemløsning. Ved å benytte modellering i undervisningen, vil elevene få et større

eierskap til naturvitenskaplige fenomener, siden elevene kan anvende kunnskapen på flere områder. Modellering vil kunne styrke elevenes evne til å fortolke og kritisk analysere naturvitenskaplige data og påstander. I tillegg vil elevene få en bedre forståelse av naturfagets egenart. Modeller i naturvitenskap benyttes ofte som viktige redskaper i utviklingen av naturvitenskaplige teorier. Derfor vil arbeid med modellering og modeller, gi elevene meningsfullt arbeid i undervisningen. For at elever skal få erfaring med, kunnskap om og kompetanse i modellering og modeller, er det essensielt at læreren selv innehar denne kompetansen og kunnskapen (Pajchel et al, 2019, s. 143-145). Alle modeller har fordeler og ulemper. Dette siden det benyttes ulike erfaringer for å utvikle dem for ulike teorier. Det kan derfor være aktuelt å benytte seg av flere modeller (Bell et al, 2015, s. 19).

Kind et al (2017, s. 39-42) trekker fram at ifølge sosiokulturell læringsteori skal elevene lære seg passende kunnskap og resonnement for å delta i modelleringsaktiviteter. Derfor bør representasjoner gjøres mer eksplisitt i undervisningen og elevene bør se og oppleve rollen som representasjoner i naturvitenskapelig resonnement og argumentasjon. Et viktig verktøy for å kunne oppnå dette, er støttestrukturer. Ved å lære opp lærere i bruk av representasjoner i klasserommet i stedet for tradisjonell undervisning, vil man kunne se igjen denne bruken av representasjoner hos elevene. En slik opplæring vil føre til at mange lærere utvikler sin egen modellering, eller tilpasser tidligere undervisningsmaterieell for å passe med ideen om å presentere fysikk som modeller, som igjen vil kunne øke elevenes forståelse av modeller. Elever med høy kompetanse i naturfag vil ha bedre forutsetninger for å forstå representasjoner og modellering bedre. I undervisning bør det legges vekt på å få elevene til å konstruere argumenter for hvorfor enkelte modeller foretrekkes ovenfor andre modeller.

En annen tilnærming enn sosiokulturell læringsteori, er behaviorismen. Behavioristisk læringssyn bygger på at kunnskapen finnes utenfor eleven, og at eleven lærer ved hjelp av å endre atferd ved å bli stimulert på ulike måter utenfra. For å oppnå dette må kunnskapen deles opp i trinn der små kunnskapsbiter introduseres trinnvis for elevene. Opprinnelig bygger behaviorismen på at kun det observerbare er interessant for elevene (Jensen & Aas, 2011, s. 45-55).



## **1.10 Begrepet kompetanse**

I overordnet del 2.2 i læreplan (2020b) defineres begrepet kompetanse som det å kunne tilegne seg og anvende kunnskaper og ferdigheter til å mestre utfordringer og løse oppgaver i kjente og ukjente sammenhenger og situasjoner. Kompetanse innebærer forståelse og evne til refleksjon og kritisk tenkning. Kunnskap defineres videre som evnen til å kjenne til og forstå fakta, begreper, teorier, ideer og sammenhenger. Ferdigheter kobles opp mot problemløsning og utføring av oppgaver. Dette gjelder motoriske, praktiske, kognitive, sosiale, kreative og språklige ferdigheter. Etisk vurderingsevne og utvikling av holdninger står sentralt i refleksjon og kritisk tenkning. For at elever skal få den opplæringen de trenger og for å gjennomføre utdanningen sin, er relevant lærerkompetanse en viktig nøkkel. Både uformell og formell kompetanse inngår i lærerkompetanse. Det listes opp fem kjennetegn knyttet til lærerkompetanse. Disse er lærerens kompetanse, lærerens yrkeserfaring (hvilken og lengde), lærers relasjon til næringslivet, om læreren har hatt hospitering i bedrift og læreren sin motivasjon, interesse og ferdigheter med opplæring av ungdom (Utdanningsdirektoratet, 2016, s. 1) Ralawati og Yunus (2018, s.1) trekker begrepet kompetanse videre til lærere og deres kompetanse. Lærerkompetanse er en kombinasjon av kunnskap, ferdigheter, holdninger og verdier og personlige egenskaper. Dette gir læreren mulighet til å handle profesjonelt og hensiktsmessig i ulike situasjoner. I denne oppgaven forstås begrepet kompetanse som det å kunne anvende og tilegne seg kunnskap, ferdigheter, holdninger og verdier og personlige egenskaper for å kunne løse kjente og ukjente oppgaver.

## **1.11 Krav til formell kompetanse hos læreren**

Lærerutdanning eller annen godkjent relevant utdanning er et krav hvis man skal jobbe som lærer i en fast stilling i grunnskolen. I tillegg har noen fag krav om et visst antall studiepoeng for å være kvalifisert som lærer. For å undervise i naturfag på 5.-7.trinn er det ikke krav om studiepoeng utover lærerutdanningen (Utdanningsdirektoratet, 2022, s. 38). Fra 2015-2016 og fram til i dag har andelen kvalifiserte lærere i grunnskolen økt (Utdanningsdirektoratet, 2022, s. 39).

## 1.12 TIMMS undersøkelser

TIMMS er en undersøkelse som gjennomføres hvert fjerde år der hensikten er å kartlegge hvilke faktorer som skaper læring, følge med på utvikling av matematisk- og naturfagkompetanse hos elevene. Undersøkelsen gjennomføres i ulike land, og man kan derfor sammenligne seg med andre land med andre former for utdanningssystemer. Dette ved å se på hvilke resultater andre land oppnår, og hvordan de underviser sine elever. For TIMMS undersøkelsen velges et representativt utvalg som består av omtrent 7% av populasjonen til de utvalgte klassetrinnene, som er 5. og 9.trinn (Karstein et al, 2020, s. 6).

Ser man på resultatene fra TIMSS 2015 opp mot 2019 ser man en liten nedgang hos de norske elevene på barnetrinnet i emnet fysikk, selv om denne ikke er signifikant. Både de finske og svenske elevene ligger over de norske. I naturfag på barnetrinnet ser man at de norske elevene ligger litt under de finske, omtrent likt som de svenske og litt over de danske (Karstein et al, 2020, s. 28-29).

Ser man på kompetansenivået hos elevene på barnetrinnet i naturfag, ser man en liten signifikant forskjell fra 2015 til 2019. Den største andelen elever ligger på middels høyt eller høyt nivå og en liten andel på lavt nivå. Det er en liten nedgang på middels høyt nivå, og en liten oppgang på lavt og høyt nivå (Karstein et al, 2020, s.31). Derfor vil en masteroppgave som tar utgangspunkt i lærerens kunnskap om undervisning i fysikk være relevant, siden denne kan være med på å bedre fysikk prestasjonene hos elever i fremtiden. I tillegg kan denne avhandlingen være med på å snu den lite signifikante tendensen med at det er en liten økning av elever på lavt kompetansenivå (Karstein et al, 2020, s. 31). Dette fordi denne studien kan bidra med å støtte opp forskingen på dette fagfeltet, og dermed være en kilde for lærere ute i skolen som kan benytte seg av dette når de utformer undervisning for elevene. Forskningen kan også benyttes i utformingen av lærerutdanningene som igjen vil kunne være med på å prege undervisningen til kommende naturfaglærere i skolen.

## 2. Teori

### 2.1 CK

En annen faktor for lærerens kompetanse som blir foreslått av Shulman (1986, s. 8), er content knowledge. Når vi snakker om begrepet content knowledge i norsk sammenheng, benytter vi oss ofte av begrepet fagkunnskap eller fagkompetanse. Shulman (1986, s. 8) skriver at CK dreier seg om læreplankunnskap, og det at lærere må kjenne til hva som er forsket på tidligere, og hva som kan forskes på i fremtiden. I forskjellige fagområder finnes det forskjellige oppfatninger knyttet til strukturen av kunnskap. For å skape et korrekt bilde av fagkunnskap, kreves det at man går dypere enn faktakunnskap og konsepter av et domene det kreves forståelse av strukturen i fagområdet. Som lærer må man ikke bare forstå at noe er sånn som det er, men man må også forstå hvorfor det er slik og ulike begrunnelser og standpunkt for at det er slik. CK kan sees på som en akademisk kunnskap som innehas av lærere, mens som kan avvike fra forskere.

Sett i sammenheng med PCK har det blitt forsket relativt lite på CK (Greensfeld & Gross, 2020, s. 9). Greensfeld og Gross (2020, s. 2) skriver at CK kan deles inn i to dimensjoner. Den første er deklarativ kunnskap som omhandler kunnskap om fakta og begreper. Den andre er prosedyrekunnskap som omfatter kunnskap om metoder og strategier. CK fremmer lærernes praksis fordi det skaper mer effektivitet i utarbeidelsen av undervisningsstrategier som igjen hjelper elevene. Dermed er det viktig at læreren har et høyt nivå av CK for kunne utarbeide læringsløyper, passende arbeidsmetoder og modeller.

Menon og Sadler (2016, s. 652-653) skriver at mange naturfaglærere har en utdanning der de har vært gjennom formelle naturfagskurs der god undervisningspraksis ikke har vært gjeldende. Dette kan føre til dårligere tro på egen kompetanse. Dette kombinert med eventuell dårlig forberedelse av innholdet til undervisningen, begrenser egenskapene til å drive med undervisning av naturfag. Det viser seg for lærere at jo mer utdanning de har av høy kvalitet, gir en bedre kompetanse om innholdet i naturfagundervisningen. Mangel på kompetanse om innholdet i naturfag, er av de viktigste faktorene hos lærere med lav selvtillit knyttet til undervisning i naturfag (Menon & Sadler, 2016, s. 664).

## 2.2 Generell pedagogisk kompetanse

Shulman (1986, s. 8) nevner også kategorien generell pedagogisk kunnskap som innebærer all pedagogisk kompetanse som ikke kan kobles direkte til naturfagets egenart. En god lærer har ansvar for å oppfylle elevenes læringsbehov gjennom undervisning uten å ekskludere noen. Tilpassing og kontekstualisering er viktige nøkler for å oppnå dette. Dette krever at læreren vurderer elevenes motivasjon, evner, interesser og læringsstil. God undervisning kan være vanskelig å definere. Et verktøy for å skape god undervisning er undervisningsmetodene læreren benytter for å fremme innholdet i undervisningen. Her finnes det mange metoder læreren kan benytte seg av. Samfunnet i dag krever elever som er fleksible, kreative og proaktive for å kunne løse problemer, ta gode beslutninger, tenke kritisk, formidle ideer og jobbe effektivt i samarbeid med andre. Dette betyr at undervisningsmetodene må være elevsentrerte. Elever er ikke i stand til å kunne utføre alle oppgaver på egenhånd, dette fordi de lærer av hverandre og av å dele kunnskap med andre elever (Geletu, 2022, s. 2-4).

Kurina et al (2020, s. 5) skriver at den pedagogiske kompetansen er knyttet til det å mestre pedagogiske ferdigheter. Det kan være hensiktsmessig å benytte seg av «scaffolding». Begrepet «scaffolding» i norsk betydning betyr støttestrukturer som bygges opp for elevene. Dette kan gjøres ved at undervisningen deles opp i moduler som gjennomføres trinnvis. I slikt arbeid tildeles elevene lettfattelige instruksjoner underveis i arbeidet. Dette kan gjøres både verbalt og skriftlig, og inneholder eksempler forklaring som er nødvendige for at elevene skal kunne fullføre arbeidet. Læreren er sentral i hele arbeidsprosessen og kan lede elevene til en løsning eller eventuelt gi elevene løsningen, hvis de ikke kommer i mål. Støttestrukturer kan benyttes for å skape samarbeid mellom elevene slik at de kan fullføre arbeid, de ikke ville klart å fullføre på egenhånd. Videre kan det være aktuelt å benytte seg av brobygging. Dette går ut på å koble forkunnskapene elevene har opparbeidet seg mot ny kunnskap. Lærerens oppgave her er å organisere og kunnskapen og forståelsen hos elevene. Bell et al (2015, s. 19) støtter opp om denne ideen, og skriver at for å oppnå progresjon trenger elevene hensiktsmessige aktiviteter med støtte.

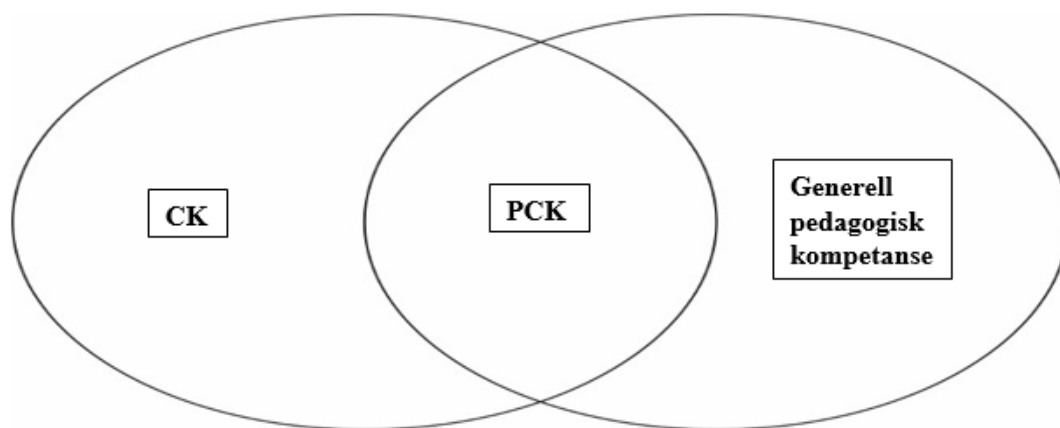
I pedagogisk arbeid kommuniserer elevene med hverandre og læreren. Gulzhahan et al (2013, s. 883) skriver at læreren setter opp situasjoner i klasserommet som elevene kan møte ute i det

virkelige liv. Bruk av slike situasjoner i undervisningen krever kommunikasjon. Lærere vil derfor ta en rolle i klasserommet som en mer lyttende person, siden den setter opp en situasjon der målet er å forbedre elevenes prestasjoner. Rollen til læreren vil da gå ut på å observere, for det er elevene som kommuniserer seg imellom. Dette skaper et klasserom der elevene får mer tillit og ansvar for læringen, mens læreren fungerer som en veileder. Denne formen for undervisning gir elevene kommunikativ språkopplæring.

### **2.3 PCK**

Shulman (1986, s. 8) foreslo at lærernes faglige kunnskap består av ulike deler. PCK er en av disse delene. Videre står det at PCK kan sees på som møtet mellom CK og generell pedagogikk. (Shulman, 1986, s. 9). Loughran et al (2004) skriver at man ved å benytte seg av hva Shulman skriver, vil man som lærer trenge å ha et høyt nivå av PCK, for å kunne gjennomføre god undervisning. PCK kan sees på som en akademisk konstruksjon for en spennende idé. PCK bygger på tanken om at undervisning krever mer enn å levere fagkunnskap til elever. Kunnskapen som en lærer utvikler over tid ved hjelp av undervisning for å skape forståelse hos elever, kan kategoriseres som PCK. PCK kan derfor inneholde noe forskjellig innhold fra lærer til lærer, eller fagområde til fagområde. Selv om PCK vil kunne ha forskjellig innhold fra lærer til lærer, vil det alltid være en hjørnestein i lærernes kompetanse (Loughran et al, 2012, s. 7).

Det vanlig å fremstille forholdet mellom CK, generell didaktisk kompetanse og PCK ved hjelp av venndiagram. Dette skaper en visuell fremstilling som viser at PCK er bestående av elementer fra både CK og generell didaktisk kompetanse, ved at man finner PCK i overlappet mellom CK og generell didaktisk kompetanse.



Figur 1: Fremstilling av forholdet mellom CK, generell didaktisk kompetanse og PCK.

I studien til Ødegaard et al (2021, s.102) i forbindelse med Lissiprojektet benytter de kategori som bygger på hvordan læreren presenterer det naturfaglige fagstoffet i timen. Fokus er om fagstoffet presenteres korrekt og forståelig for elevene. Presentasjon av fagstoff er basert på Shulmans (1986, s.8) sitt PCK begrep, og inkluderer kunnskap om gode representasjoner og hva som gjør temaet lett eller vanskelig. Presentasjon av fagstoff omfatter lærerens evne til å formidle fagstoff gjennom hensiktsmessige forklaringer, eksempler, illustrasjoner, modeller og analogier. Det er denne norske oversettelsen av Shulman (1986) som benyttes i de i min studie.

Kind (2011, s.2-3) skriver at selv om det finnes mange gode lærere i realfag med spesialisert kunnskap innenfor sitt fagfelt, sikrer ikke dette effektiv undervisning. En årsak til dette kunne være at selv om de kan fagkunnskapen godt, underviser de ikke med metoder som aktivt hjelper elevene med å utvikle forståelse. Fagkunnskap er kun ett element som må være en del av undervisning i tillegg til pedagogiske ferdigheter. PCK representerer en kunnskap, som i noen tilfeller kan være skjult, som lærere benytter seg av i undervisningsprosessen. Tidligere har det vært ulike oppfatninger av PCK. Dette betyr at det ikke er noen overordnet enighet om hva som inngår, og at lærere derfor kan ha ulike meninger om hva som skaper god undervisning. I dag benyttes PCK som et begrep for å styrke lærere ute i skolen og utdanningen av lærere. PCK er et godt rammeverk for utvikling i skolen, men det kan være utfordrende å finne ut av hva det består og hvordan det bør benyttes.

Lærere mottar ikke bare kunnskap som andre skaper for å undervise, men produserer selv egen kunnskap for undervisning gjennom egen erfaring (Nilsson & Vikström, 2015, s.20). Lee og Luft (2008, s. 3) skriver at kunnskapen man som lærer tilegner gjennom praksis, er spesialisert på linje med andre praksisyrker, slik som for eksempel medisin. PCK for lærere handler om kompetanse som kan bygges opp på erfaringer og ferdigheter gjennom undervisning i klasserommet. Det er bestående av kunnskap, konsepter, tro og verdier. Ved at kompetansen på et disse feltene økes, vil den generelle forståelsen av PCK økes hos lærerne. PCK kan kategoriseres som evnen til å integrere disse komponentene i undervisning. Lærere som akkurat er ferdigutdannet og ikke arbeidet som lærer ennå, vil derfor kunne ha en mer generell kunnskap knyttet til PCK enn spesialisert kunnskap knyttet til PCK. De vil kunne ha kunnskap om mål, innhold og elever fra begynnelsen, men fortsatt være i utvikling med tanke på de andre komponentene. I motsetning til lærere som har arbeidet en del i skolen, og derfor kan ha utviklet seg mer. Lærere som har arbeidet lenge i skolen, vil også hele tiden ha muligheten til å kunne utvikle sin PCK.

Nilsson og Vikström (2015, s. 7-8) skriver at en læringsstudie er en metode som lærere kan benytte seg av, for å utvikle egen kompetanse ved å forske på egen praksis. Forskning på egen praksis kan være med på å endre lærerens PCK. Lærerne bør hele tiden etterstrebe å utvikle seg som lærere for dette er en av de viktigste faktorene som er med på å bidra til læring hos elevene. PCK er del av det daglige arbeidet til læreren, og man kan antyde at det omfatter både teori og erfaring fra pågående undervisning. En metode for å kunne utvikle lærernes PCK er ved hjelp av læringsstudie. I læringsstudier indentifiserer man og reflekterer rundt elevenes læring. Man reflekterer over nødvendige forutsetninger for å lære et bestemt innhold og hvordan man skal møte dette i en læringssituasjon. Viktige momenter i en læringsstudie er læringsobjektet som er det som elevene skal lære ut fra målene, elevenes forkunnskaper og oppfatninger. Videre gjennomfører en annen lærer reviderte opplegg med sin klasse, før enda en lærer gjennomfører ett videre revidert opplegg med sin klasse. Dette bygger grunnlag for analyse. utfordringer med dette kan være knyttet til ulike delingskulturer og tillitt til andre lærere. Dette er en sirkulær prosess, noe som betyr at den gjentas til ønsket oppnådd resultat.

Nilsson og Vikström (2015, s.6) skriver at et viktig hjelpemiddel for lærernes PCK er å benytte seg av variasjonsteori. Variasjonsteorien bygger på at hvis elever skal oppnå læring må innholdet i undervisningen bygges videre på og elevene må introduseres for ulike eksempler. Tradisjonelt sett har lærere ofte benyttet seg av flere eksempler av samme begrep for å fremme en generell forståelse blant elevene. Dette strider ved variasjonsteorien, fordi den sier at man ikke bare kan fokusere på flere eksempler av samme begrep alene, men at man også må fokusere på forskjeller og ulikheter av mellom ulike begreper. Et eksempel på dette kan være at elevene kan få en forståelse av masse hos ulike stoffer og at ulike stoffer kan opptre i forskjellige aggregattilstander, men samtidig ha en oppfatning om at stoff mister masse når de skifter tilstand, siden de ikke klarer å koble dette sammen.

Det som skjer i klasserommet, bør gjenspeile det tiltenkte læringsobjektet. Dette bør skje ved at mønstre og relasjoner pekes på og forklares. Læringsobjektet kobles til evnene det forventes at elevene skal utvikle, og hva de trenger å lære. Lærerne må ha innsikt i de ulike måtene elevene ser og håndterer, eller skal lære seg å håndtere de ulike læringsobjektene på. For å oppnå dette må læreren selv ha en innsikt i hvordan man skal håndtere læringsobjektene som skal inngå i undervisningen. Dette for å kunne hjelpe elevene slik at de er i stand til å håndtere de på gode måter (Nilsson & Vikström, 2015, s.20).

## **2.4 BMRP Modell PCK**

Zulfikar et al (2021, s. 631) skriver at «Blended model of reflective PCK» er en modell som ble utformet for at lærere skal ha muligheten til å gjenkjenne sine feil i egen undervisning, sett fra et PCK perspektiv. Modellen bygger på aksjonslæring. Nøkkelordet i modellen er bevissthet, og bygger på at lærerne skal være bevisst på hvordan de gjennomfører sin undervisning, og det å kunne videreutvikle denne. Det å kunne analysere sine feil og ta lærdom av dette og utvikle undervisningen, er viktig del av jobben som lærer. Som lærer benytter man i denne modellens refleksjoner for å vurdere egen PCK. Refleksjon rundt de ulike PCK aspektene i egen undervisning, kan benyttes for å forberede ulike aspekter av undervisningen hos den enkelte lærer. I en slik prosess bør man alltid skrive ned refleksjonene. De skriftlige refleksjonene kan i ettertid benyttes for å måle om det har oppstått endringer i undervisningen. Til prosessen der



selvrefleksjon oppstår, er det utviklet et sett med spørsmål som kan benyttes for å reflektere og en mal med poengsum for å kunne analysere.

I arbeidet med BMRP setter lærerne inn situasjoner fra klasserommet etter endt undervisning i modellen. Ved hjelp av modellen kan de da gjenkjenne feil. Videre oppfordres lærerne til å utforske problemet eller problemene gjennom PCK aspekter i WMCLM-trinn. WMCLM-trinn innebærer å tolke kontekst, reflektere i, eller over handlingen og deretter undersøke alternative løsninger. Videre benytter lærerne sin kompetanse om læringsmål og vurdering i klasserommet. Etter at lærerne har tilstrekkelig informasjon om den nåværende situasjonen og mulige alternative løsninger, må lærerne begynne planleggingen av neste fase. Denne fasen er å gjennomføre undervisning som bygger på den nye løsningen. Skulle ikke dette fungere, anbefales det at lærerne starter arbeidet med modellen på nytt. BMRP er en modell som bygger på en uendelig læringsprosess for lærerne. Modellen fremmer en lærer som opplever en selvprosess og tilrettelagt prosess ved at de lærer av egne refleksjoner i en tankeprosess der de ser framover mot ny undervisning. Dette er med på å øke bevisstheten rundt sin egen PCK. Lærere kan se om deres PCK har blitt bedre ved å ved å se på evaluering fra andre læreres perspektiver (Zulfikar et al, 2021, s. 633-634).

## **2.5 Alternative forestillinger**

Hannisdal og Ringnes (2019, s. 29) skriver at hvis en elev har opparbeidet seg en forestilling av innholdet som ikke stemmer med det som er akseptert vitenskap, kan dette bygge på at eleven har en alternativ forestilling om naturvitenskaplige fenomener. Hvis den alternative forestillingen har oppstått i forbindelse med undervisning, blir den kalt misoppfatning. En misoppfatning deles ofte av flere elever. Skulle eleven ha en feilaktig forestilling som er dannet før undervisningen, kalles den for en hverdagsforestilling. Hverdagsforestillinger om partikler på mikronivå er ofte ikke så vanlig, siden elever ofte har liten erfaring med dette før undervisning. Det er viktig at læreren har kunnskap om alternative forestillinger, slik at læreren kan forhindre, avdekke og rette opp i alternative forestillinger. Et eksempel på en alternativ forestilling, er at kobber er et metall med rødbrun farge og at kobberpartikkelene derfor har samme farge. Denne forestillingen bygger på at stoffet har samme egenskaper på mikro- og makronivå. Dette stemmer ikke fordi det gjennom forskning er blitt vist at egenskaper på

makronivå ikke kan overføres direkte til mikronivå. Og at egenskaper som farge kommer av organiseringen av partiklene i stoffet og hvilke partikler som inngår i stoffet.

Gomez-Zwiep (2008, s. 8) skriver at lærere generelt er klare over at det finnes misoppfatninger, men at det er utfordrende å definere hva en misoppfatning er. Enkelte lærere kjenner til begrepet, men har utfordringer med å reflektere rundt eller gi eksempler på misoppfatninger fra undervisningen. Lærere har en tendens til å definere en misoppfatning som en feilaktig antagelse basert på at elevene har for lite informasjon om fenomenet. I tillegg kan noen alternative forestillinger oppstå ved at elever blir påvirket utenfor skolen gjennom for eksempel media. Noen lærere kan ignorere alternative forestillinger som er bygget utenfor skolen. Lærere arbeider ofte med å oppdage alternative forestillinger i prosessen der elevene skal aktivere forkunnskaper.

Vitenskapelige teorier bygger på en skapelse fra menneskets sinn, noe som er ideer og konsepter som prøver å danne et bilde av virkeligheten, og for å etablere forbindelser om det man kan sanse. Imidlertid kan elever utvikle forestillinger som er i konflikt med akseptert vitenskap. Der er stor sannsynlighet for at disse forestillingen vil kunne endre seg. Alternative forestillinger kan også bygge på naiv tro, underliggende feilkilder, personlige eller private modeller av virkeligheten, bruk av fornuften eller vitenskap for barn. Ofte er alternative forestillinger bundet til begreper som har særegne tolkninger og i temaer som har en unøyaktig vitenskapelig definisjon. Imidlertid kan det være utfordrende å undervise barn som har en forestilling som strider med akseptert vitenskap (Ronen, 2017, s. 20-21).

Når elever søker etter mening, samhandler de med verden rundt seg, og de vil derfor benytte seg av egne erfaringer for å teste eksisterende informasjon. Selv om en elev benytter seg av erfaringer den har bygd opp for å teste ut naturvitenskaplige fenomener, er det ikke sikkert at dette skaper et korrekt bilde av det naturvitenskaplige fenomenet, siden eleven kan ha bygd seg opp erfaringer på feil grunnlag (Thompson & Logue, 2006, s. 553). Hvis man ikke har en fullstendig forståelse, er det lett å trekke feil konklusjoner ut fra en modell. Dette er en prosess det er vanskelig å unngå. Derfor er det behov for at man avdekker slike feilaktige forestillinger.

Uten ha kompetanse innenfor alternative forestillinger, vil det være liten sannsynlighet for å kunne utvikle korrekte oppfatninger av akseptert vitenskap. Alternative forestillinger knyttet til fysikk kan ofte bygge på at fysikk faget inneholder en del elementer som er vanskelig å oppfatte og erfare (Gönen, 2008, s. 79).

Ronen (2017, s. 142-144) antyder at lærere ofte er uvitende om at elevene kan ha en alternativ forestilling. I tillegg er det slik at mange lærere ikke benytter seg av kunnskap knyttet til alternative forestillinger, selv om de har oppdaget at en elev har det. Som lærer er det viktig at man hele tiden vurderer elevens forståelse. Dette gjelder både før, under og etter undervisningen, for at man skal kunne legge opp undervisningen etter elevens behov. Selv om dette er et konsept som gjelder for all undervisning, er det spesielt viktig å ha dette i bakhodet når man underviser i temaer det lett kan dukke opp alternative forestillinger i. Hvis man som lærer gjør dette, er det viktig at man har god kunnskap om hvordan man gir tilbakemeldinger til elevene og hvordan de blir tatt imot. Videre skrives det at det finnes mange måter å arbeide på for å forebygge, avdekke og rette opp i alternative forestillinger, men det trekkes særlig fram det å benytte seg av arbeid der elevene får gjennomføre eksperimenter, hvis man skal rette opp i en alternativ forestilling hos elevene. Under slikt arbeid må ikke elevene bare gjennomføre eksperimentet. Elevene må også få muligheten til å formulere spørsmål til observasjonene sine, diskutere observasjonene med både medelever og lærere og får planlegge videre undersøkelser. Det er også viktig at vurderingsformen samsvarer med hvordan arbeidet er lagt opp. For at en lærer skal kunne identifisere en alternativ forestilling, er det viktig at læreren har gode identifiserings strategier (Thompson & Logue, 2006, S. 554).

## **2.6 Partikkelmodellen**

Partikkelmodellen er et resultat av en didaktisk overføring av læreres undervisning og lærebøkers innhold. I tillegg er bruken av begrepet partikler i dagliglivet tatt med. Det kan være utfordrende å akseptere partikkelmodellen på bakgrunn av sunn fornuft og tidligere kunnskaper om materialer (Albanese & Vicentini, 1997, s. 254-255). Partikkelmodellen sin hensikt er ikke bare å beskrive fenomenet, men bygger på at alt materiale er bygd opp av partikler (Albanese & Vicentini, 1997, s. 257).

I naturvitenskapen ligger det en forestilling om at alle stoffer består av partikler, og at det kun er et tomt mellomrom mellom disse. Partikler kan ha ulik størrelse, form eller masse avhengig av hva slags stoff det er. Vi tenker oss partikkelen som en kule. Partikkel benyttes som en samlebetegnelse på atomer, molekyler og ioner (Hannisdal & Ringnes, 2019, s. 26). Tidlig i skoleløpet lærer elevene at alt materiale er bygget opp av partikler. De lærer blant annet at et atom er satt sammen av partikler. Disse atomene kan igjen inngå i kompliserte molekyler. Partikkelmodellen kan benyttes til å forklare ulike fenomener i fysikk og kjemi (Pajchel et al, 2019, s. 143). Partiklene er i bevegelse, og temperaturen vil være uttrykk for bevegelsen til partiklene. Høy temperatur betyr høy bevegelsesenergi, og fører til større vibrasjon og rotasjon, eller økt rettlinjert gjennomsnittsfart. Partikkelmodellen på mikronivå kan benyttes til å forklare dagligdagse hendelser som spredning av matlukt, eller mer naturvitenskapelige fenomen som elektronenes bevegelse i elektriske kretser. For mange er denne tankegangen uvant og elever vil derfor kunne ha problemer med å forstå denne tankegangen (Hannisdal & Ringnes, 2019, s. 26-27).

Partikkelmodellen kan benyttes for å beskrive og forklare viktige fenomener. Den kan blant annet benyttes til å vise hva som skjer ved faseoverganger, når stoff løses opp i væske og hvordan materiale blir bevart når det endrer form. Elever er ofte kjent med vann, is og damp, men kan ha oppfattet det på en annen måte, enn det som er vitenskapelig akseptert. For eksempel kan elever tro at vannet må varmes opp for å fordampe ved at det må en veldig høy temperatur til for at alle stoffer skal kunne fordampe, eller at den må koke for å fordampe (Smith & Plumley 2016, s. 11). Tradisjonelt sett er ofte partikkelmodellen benyttet til undervisning på mellomtrinnet og av enda eldre elever. Ofte benyttes det begreper som atomer og molekyler, og konkreter av disse i denne undervisningen. Det kan også benyttes datasimuleringer i denne undervisningen (Smith & Plumley 2016, s. 13-14).

Bell et al (2015, s. 14-15 & 20) trekker frem 14 «Big ideas» som alle elever burde hatt muligheten til å lære ved slutten av den obligatoriske opplæringen. Den første er «All materie i universet er laget av svært små atomer». Materie er alt man møter i hverdagen med masse og eksempler er luft og vann. Materie kan finnes i de tre formene fast, flytende og gass. Her trekkes det fram at uansett om noe er levende eller ikke, er det bestående av partikler. Egenskapene til

forskjellige materialer forklares ut fra atferden og strukturen til atomene. Atomer er grunnleggende byggesteiner i alt, og består av en kjerne som inneholder nøytroner og protoner, og er omgitt av elektroner. I kjemiske reaksjoner omorganiseres atomer for å danne nye stoffer. Motsatte elektriske ladninger til protoner og elektroner har en tiltrekningskraft som gjør at atomer kan holde sammen og danne nye forbindelser. Det deles inn i 4 ulike nivåer for progresjon. For eksempel knyttes kunnskapen om ladninger til atomer til det høyeste nivået, mens kunnskapen om at alt stoff består av materie til det laveste nivået.

## **2.7 Alternative forestillinger i partikkelmodellen**

En vanlig alternativ forestilling innenfor partikkelmodellen, er at elever tenker at materiale er kontinuerlig i stedet for å være sammensatt av partikler. Gasser er et godt eksempel på dette, og særlig hva luft er. Elever kan også ha alternative forestillinger knyttet til vekt. De kan ofte forbinde vekt med hvor tungt noe føles opp mot andre gjenstander. Dette kan føre til at elevene tenker at gjenstander som de ikke kan føle tyngden til, ikke har en tyngde. Elever kan også oppfatte at partikler finnes i stoffer, i stedet for at alle stoffer er bestående av partikler (Smith & Plumley, 2016, s. 8). Elever kan tro at partikler er innebygd i stoffet, noe som strider mot at det er et tomrom mellom partiklene. For eksempel kan elever tro at det finnes luft eller vann i dette tomrommet, eller de kan tro at det er en spesiell type luft, eller andre ting mellom partiklene. Elever kan også ha vanskelig for å forstå at partiklene beveger seg med en konstant tilfeldig bevegelse (Smith & Plumley, 2016, s. 10).

## **2.8 Tidligere forskning**

Det er mangelfullt med relevant forskning på dette fagfeltet knyttet til undervisning av elever på 5.-7.trinn, derfor tar denne studien med tidligere forskning knyttet til undervisning av andre alderstrinn, og forskning knyttet til lærerstudenter. Dette kan også være med på å berike studien, ved å se om dette samsvarer eller om det er ulikheter. I studien «Pre-service science teachers' and in-service physics teachers' views on the knowledge and skills of a good teacher» (Frågå et al, 2021, s.281) er hensikten å undersøke hva slags kompetanse en god lærer i fysikk har. Studien bygger på svar fra s lærere i den videregående skolen og lærerstudenter på både første og siste året. Artikkelen er relevant siden den tar opp læreres mening om lærerkompetanse i

fysikk, selv om den er gjennomført med tanke på høyere alderstrinn. Dette siden det finnes lite relevant forskning knyttet til undervisningen av elever på 5.-7.trinn.

Studien er gjennomført kvalitativt, og benytter skriftlig spørreskjema som metode. Deltakere i studien er fysikklærere og lektorstudenter innenfor ulike realfag. 212 lærere og 180 studenter svarte på spørreskjemaet. I tillegg ble det gjennomført 7 oppfølgingsintervju (Frågåat, et al, 2021, s. 281).

Lærerstudentene på første året trakk fram pedagogisk kunnskap oftest. Dette ble etterfulgt av fagkunnskap. Under intervjuene svarte tre av fire studenter fagkunnskap først, mens den siste nevnte kommunikasjonsferdigheter først. Pedagogikk ble kategorisert som kunnskap eller ferdighet. Pedagogiske ferdigheter ble trukket fram dobbelt så ofte som pedagogisk kunnskap hos studentene på førsteåret (Frågåat, et al, 2021, s. 284). Blant studentene på siste året på lærerstudiet ble fagkunnskap og pedagogisk kunnskap trukket fram omtrent like hyppig. Personlighetstrekk ble mindre vektlagt av denne gruppen (Frågåat, et al, 2021, s. 285).

Blant lærerne som allerede underviser skolen ble fagkunnskap nevnt hyppigst, og mange svarte det først. Alle de tre intervjuede lærerne nevnte fagkunnskap først på samme spørsmål. Når det kom til personlige trekk kom det fram at enkelte personer passet læreryrket bedre enn andre. Det kom også fram at alle kan lære å bli en god lærer, dette samsvarer med oppfatningen til lærerstudentene. Lærerne ute i skolen trakk også fram faktorer som kollegaer, skolestruktur og undervisningsmateriell på skolen som faktorer for å være en og lærer (Frågåat, et al, 2021, s. 285-286).

Frågåat et al (2021, s.288) peker på at en mulig årsak til at fagkunnskap vektlegges høyt, er fordi fysikk faget er i stor utvikling hele tiden, og at det å være oppdatert på dette vil være en stor del av jobben til en fysikklærer. Det at respondentene ikke tydeliggjør at PCK er sammenheng mellom fagkunnskap pedagogisk kunnskap kan være at de trenger mer erfaring med å jobbe opp mot PCK i deres arbeid med undervisning.

Sjøberg et al (2020, s.55-56) har gjennomført en lignende studie som omhandler hvordan biologilærere mener de er forberedt på ulike aspekter ved undervisning i biologi etter fullført utdanning. Denne studien benytter også spørreskjema som hovedmetode, og gruppeintervju i etterkant av spørreskjemaet. Selv om studien er gjennomført med tanke på høyere alderstrinn er den relevant siden den tar opp læreres mening om kompetanse. Naturfag i skolen er også et sammensatt fag, noe som også gjør den relevant selv om hovedfokuset her er på biologi og ikke fysikk.

I spørreskjemaet skulle lærerne krysse av på en 6-punkts likertskala, der svarene var delt opp i liten grad (1-2), i middels grad (3-4) og i stor grad (5-6). Et spørsmål handlet om fagstoff, og dette omhandlet faglig trygghet. Her svarte 76,5% i stor grad, 17,5% i middelsgrad og kun 5,8% i liten grad. Om den didaktiske kunnskapen ble det stilt spørsmål om arbeid på laboratorium, feltarbeid, variasjon, rapportskrivning, forarbeid med undervisningsopplegg, elevers refleksjon, om undervisningen knyttes opp mot samfunnsaktuelle tema, gjennomføring av undervisning, vurdering av elever, eksamensforberedelser og læreplaner. Lærerne svarte jevnt likt på alle spørsmålene: 10-20% svarte liten grad, 40-60% middels grad og 30-50% stor grad. På spørsmål om bruk av nettressurser, svarte 30,9% liten grad, 46,5% middels grad og 22,6% stor grad (Sjøberg et al., 2020, s. 59).

I Rozenszajn og Yarden (2014, s. 4-5) ble forholdet mellom didaktiske ferdigheter og fagkunnskap undersøkt hos realfagslærere i et utviklingsprogram for lærere i matematikk og biologi i videregående utdanning. Studien benyttet intervju som metode og det ble gjennomført 29 intervju.

Biologilærere i studien fremhevet høy fagkunnskap som en viktig faktor for god undervisning. Dette fordi det skapte økt tillit hos elevene, og man kunne gi bedre forklaringer i undervisningen. Alle intervjukandidatene trakk fram kunnskap om innholdet først, med unntak av en som pekte på undervisningsferdigheter først. Didaktiske ferdigheter ble pekt på som det mest essensielle. 94% av respondentene trakk fram didaktiske ferdigheter, og alle trakk fram fagkunnskap. Fagkunnskap ble trukket fram av respondentene grunnet at biologi er et fag som

er i stadig utvikling. Andre faktorer som ble trukket fram var personligheten til læreren (81%), meningsfull læring (63%), relevans (31%) og elevens personlighet (19%) (Rozenszajn & Yarden, 2014, s. 6-9).

Studien til Greensfeld og Gross (2020, s. 1) omhandler viktigheten av å vurdere lærernes kunnskap om innholdet (CK), og den er en av svært få internasjonale studier som direkte måler naturfaglæreres CK. Deltakerne i studien var 423 israelske lærere (Greensfeld & Gross, 2020, s. 4). Resultatene fra studien pekte på at det fantes misoppfatninger hos lærerne (Greensfeld & Gross, 2020, s. 9). Studien konkluderte med at lærere har et lavt nivå av fagkunnskap, og at det antas at man bør være bekymret på grunn av dette (Greensfeld & Gross, 2020, s. 12).

I studien til Thompson og Logue (2006, S. 558-559) ble seks elever i alderen 6 til 15 år intervjuet. I denne studien inngår det et eksempel knyttet til vekt og flyteevne som er overførbart til partikkelmodellen. Det ble oppdaget at elevene i studien hadde færre alternative forestillinger enn forventet. Elevene hadde opparbeidet seg erfaring som ga noenlunde korrekte forestillinger. Derimot så man det at spørsmål fra læreren underveis kunne påvirke elevene slik at de ble forvirret. I tillegg kunne elevene bli påvirket av foreldrene og media. Det å identifisere hvor den alternative forestillingen stammet fra kunne imidlertid være utfordrende. Blant de yngste elevene så man det at alternative forestillinger ofte kunne bygge på egne erfaringer. Studien konkluderer med at det finnes lite forskning på hvordan man på en god måte skal rette opp i alternative forestillinger hos elever, men at det lettere å rette de opp jo tidligere elevene er i utdanningsløpet, siden de da har mindre sannsynlighet for å være påvirket av tidligere feilaktige forestillinger, og at de har et større ønske om å lære seg det som er riktig. Hos de litt eldre elevene kunne det være en frykt for å vise at de hadde feilaktige oppfatninger og at de kan være mer påvirket av andre enn læreren.

I studien til Angell et al (2012, s. 113-115) belyses implementering av modellering i fysikk. I studien ble det gjennomført ulike workshops. 13 lærere fra disse svarte på et spørreskjema og 6 lærere deltok på semistrukturerte intervjuer. Disse lærerne var knyttet til den videregående opplæringen. Studien konkluderer med at hvis man skal fremme modellering i fysikk, kan man



ikke bare fokusere på undervisningsmateriell, men også synet på naturvitenskapens art og på fysikklæringen som ligger til grunn for lærerens praksis. Lærere i skolen ser på modellering som like viktig som konseptuell kunnskap. Alle lærerne som deltok i studien, trakk fram modellering i deres begrunnelse av hva som bør inngå i undervisning i fysikk. Studien fant også at fysikkundervisning ofte bærer preg av å være tradisjonell, og kan sees på som en kunnskapsmengde som skal læres. Dette skjer ofte ved at lærere presenterer nye teorier og lover ved forelesing og blir etterfulgt av praktiske eksperimenterer, der dette testes og bekreftes eller avkreftes. Modellering blir derfor sett på som viktig, fordi der får elevene muligheten til å reflektere over naturvitenskapens art og det blir ansett som et nyttig læringsverktøy for elevene. Lærerne i studien bekreftet i klasseromsobservasjonene under workshopene, at modellering er en attraktiv måte for lærere å undervise på (Angell et al, 2012, s. 119-121).

«Using Multiple Representations to Promote Grade 11 Students' Scientific Understanding of the Particle Theory of Matter» er en studie der Adadan (2013, s. 1084) undersøker bruken av flere representasjoner i forståelsen av partikkelmodellen, ved hjelp av spørreskjema både før, underveis og etter undervisning av to klasser. Studien har bakgrunn i at elever ofte kan ha alternative forestillinger i partikkelmodellen, og at bruk av flere representasjoner er i samsvar med naturfagets egenart, og kan fange elevens oppmerksomhet og støtte deres forståelse av innholdet (Adadan, 2013, s. 1081-1082). Funn fra studien antyder at elevene hadde en lav forståelse før undervisningen startet, men at undervisning ved hjelp av flere representasjoner var med på å øke denne forståelsen. En alternativ forestilling som ble avdekket før undervisningen, var at det fantes luft mellom partikler. Dette er en forestilling som bygger på hverdagsoppfatninger elevene har utviklet før de møter til undervisning. Videre konkluderes det med at representasjoner alene ikke er nok til å kunne bygge opp en forståelse av tomrommet mellom partikler. Den endelige konklusjonen blir derfor at bruk av flere representasjoner i undervisning er et viktig verktøy for å oppnå høyt læringsutbytte hos elevene, men at det må kombineres med andre faktorer som forelesing (Adadan, 2013, s. 1100-1101).

## 3. Metode

### 3.1 Kvalitative forskningsmetoder

I denne studien ønsker jeg å undersøke lærernes egne meninger, og for å få en dypere innsikt i meningene, er kvalitativ metode valgt. Grunntrekk ved kvalitative metoder er at de er fleksible og lite formaliserte, og er formålstjenlige for å studere personlige trekk og sosiale kontekster. De gir innsikt i «det indre liv» med tanker og følelser. Dette omfatter blant annet holdninger til seg selv og andre, samt arbeidsoppgaver og utfordringer (Befring, 2020 s. 92 og Befring 2016 s.38.) Kvalitative metoder egner seg godt til å forstå meningene til lærerne, deres intensjoner, deres involvering og engasjement (Befring, 2020, s. 94), slik som er formålet i denne studien. Forskning som gjennomføres med kvalitativ tilnærming vektlegger deltageres premisser (Jacobsen, 2022, s. 141).

Dataene i kvalitative studier stammer fra ord eller tekst om virkeligheten (Postholm & Jacobsen, 2021, s. 89). Kvalitative forskningsmetoder blir benyttet ved nåtidsorienterte empiriske undersøkelser. Data innhentes ved at forskeren benytter seg av direkte observasjoner eller personlige intervjuer (Befring 2016 s.39), slik som i denne studien. Data i kvalitativ metode registreres som tekst eller taleopptak, der taleopptak transkriberes før analysering og tolking av data starter (Befring, 2020, s. 93).

Kvalitative metoder har forankring i fenomenologisk tenking (Befring, 2020, s. 93). Filosofen Edmund Husserl (1859-1938) står bak fenomenologien. Fenomenologien handler om bevissthet hos mennesker og hvordan fenomenene i livsmiljøet framtres og beskrives av den enkelte. Paul Ricoeur (1913-2005) bygde videre på dette med studier av menneskers selvoppfatning. Det har ført til at kvalitative forskningsmetoder har blitt godkjent som empirisk forskning der deltakerens subjektive opplevelser står sentralt (Befring, 2020, s. 20-21). Denne studien bygger på fenomenologiens tankegang ved at den tar utgangspunkt i bevisstheten hos lærere knyttet til lærerkompetanse og hvordan de arbeider med alternative forestillinger hos elever.

### 3.2 Intervju som metode

Denne studien benytter individuelt intervju som metode fordi jeg ønsket å få fram lærernes meninger. Dette er en metode som er anvendelig ved individuell datainnsamling (Befring 2016, s. 74). Bruk av intervju var derfor et naturlig valg, siden denne metoden benyttes når man ønsker å få svar på hvorfor ting skjer eller ikke skjer, ulike oppfatninger og vurderinger (Postholm & Jacobsen, 2019, s. 61). Intervjuene i denne studien er basert på prinsipper fra fenomenologiske intervjuer. Det stilles krav til at deltakerne har erfaring med det forskeren ønsker å undersøke. For å få fram erfaringer hos lærerne er forskeren ute etter opplevde opplevelser eller meninger hos læreren. Studier innenfor fenomenologi ønsker å få svar på hva, hvorfor eller hvordan, og derfor bygger spørsmål i intervjuguiden på dette (Postholm & Jacobsen, 2021, s. 118). Individuelt intervju er valgt i denne studien fordi jeg ønsker å få en dypere innsikt i hva lærere mener om hvilken lærerkompetanse man trenger og hvordan denne kompetansen kan benyttes.

Datainnsamlingen i denne studien er i tråd med kjennetegnene til et intervju ved at læreren prater med intervjuer som om det skulle være en vanlig dialog, og data samles inn i form av ord, setninger og fortellinger, samtidig som det er få begrensinger for hva deltakeren kan svare (Jacobsen 2022, s. 162). Dette er tidkrevende, noe som kan føre til at man får intervjuet færre enn det man ville gjort ved å benytte fokusgruppeintervju. Årsaken til at individuelt intervju er valgt, er fordi deltakerne ikke påvirkes av hverandre, slik at man kan få fram et mer reelt svar fra hver enkelt deltaker. Dette skjer fordi respondenten trekkes ut av en sosial sammenheng og derfor ikke trenger å tenke på hvordan man fremstår ovenfor andre respondenter, og dermed kunne åpne seg mer opp for intervjuer (Postholm & Jacobsen, 2019, s. 65).

Som intervjuer møtte jeg forberedt med noen spørsmål og temaer som jeg ønsket å belyse i denne studien, men jeg var også åpen for at det underveis i intervjuet kunne tas opp relevante tema eller stilles spørsmål som ikke var tenkt på forhånd. I denne studien benyttet jeg semistrukturerte intervju fordi jeg ønsket muligheten til å gjøre slike tilpasninger underveis, slik at tilleggsinformasjon som det ikke var planlagt for, kunne være med på å berike datamaterialet i studien (Postholm & Jacobsen, 2019, s. 75). Det ga også meg som intervjuer mulighet til å stille oppfølgingsspørsmål der det var relevant. Oppfølgingsspørsmål ble stilt for

å utfylle svaret på spørsmål i intervjuguiden. Det ble i tillegg spurt noen spørsmål som ikke var med i intervjuguiden, når deltakerne snakket utenfor spørsmålene i intervjuguiden. Postholm og Jacobsen (2021, s. 121) skriver at det kan også være at intervjuer merker at ikke alt som var planlagt, er relevant og derfor unnlate å ta opp dette. I semistrukturerte intervju kan man også endre på rekkefølgen av temaene eller spørsmål man ønsker å ta opp. Det åpnes også for at lærerne trekker fram temaer underveis som intervjuer ikke er forberedt på. Underveis i et semistrukturert intervju forsøker både lærer og intervjuer og forstå og oppleve meningen med som blir sagt. Dette betyr at intervjuer underveis i hele intervjuet analyserer situasjonen, noe som igjen kan føre til at intervjueren gjør endringer og tilpasser underveis.

Intervjuene i denne studien er gjennomført på arbeidsplassen til de ulike lærerne, og intervjuet utføres dermed i lærernes livsmiljø, og kalles oppsøkende intervju eller feltintervju (Befring, 2020, s. 75). Dette ble gjort for at lærerne skal oppleve at de blir intervjuet i trygge og kjente omgivelser, og derfor kunne åpne seg mer opp for intervjuer. Intervjuene er utført ansikt til ansikt mellom intervjuer og lærer. Dette gjorde at jeg som intervjuer fikk muligheten til å bygge opp en personlig relasjon til deltakerne. Ved at intervjuene ble utført ansikt gjorde at jeg som intervjuer kunne lese ansiktuttrykk og kroppsspråket til læreren, og kunne dermed få en dypere forståelse av lærerens meninger. Siden jeg oppnådde en god personlig relasjon til deltakerne, kunne lærerne åpne seg mere for meg og gi mer korrekte svar. Hvis jeg ikke hadde oppnådd en god relasjon, kunne dette ført til svar som ikke er korrekte og validiteten i studien hadde blitt svekket. Årsaken til at jeg opplevde relasjonen til lærerne som god var at delte mye av egen erfaring, ikke virket usikre og var interesserte i å snakke om mer enn bare det som skulle tas opp i intervjuet. Ved at intervjuene ble gjennomført ansikt til ansikt, fikk jeg som intervjuer mulighet for å skape bedre flyt i intervjuet, på grunn av at jeg som intervjuer fikk en bedre kontroll over situasjon, og muligheten til å avverge distraksjoner som kan oppstå hvis ikke intervjuer hadde vært til stede fysisk (Jacobsen, 2022, s. 162-163). Individuelle intervju gir store datamengder som skal transkriberes og analyseres, og passer derfor i studier som denne med få deltakere (Jacobsen, 2022, s. 162-163).

### 3.3 Intervjuguide

I denne studien ble intervjuet strukturert i forkant ved hjelp av at det ble utarbeidet en intervjuguide. Forhåndsstrukturering innebærer at det på forhånd bestemmes hvilke ulike tema som ønskes tas opp i intervjuet. En slik strukturering betyr ikke nødvendigvis at man lukker datainnsamlingen, men at man setter fokus på ulike aspekter. Dette skjer ved at man i forkant har utarbeidet en liste med spørsmål, eller tema man ønsker å ta opp i intervjuet. Spørsmålene i intervjuguiden er utarbeidet på en slik måte at de skal kunne gi gode svar på problemstilling og forskningsspørsmål (Jacobsen, 2022, s. 166). I denne studien er intervjuguiden inspirert fra tidligere prosjekter hos oppgaveforfatter og fra andre gjennomførte studier på samme tema. Eksempler på dette er spørsmålet «Hvilken fagkompetanse bør læreren ha for å kunne undervise om fysikk på 5-7.trinn mener du?» som er inspirert av min FoU-oppgave og spørsmålet «Kan du beskrive noen misoppfatninger som dine elever har som gjør det vanskelig for deg som lærer å undervise om partikkelmodellen?» som er hentet fra intervjuguiden til Smith et al (2017, s. 10).

Intervjuguiden starter med bakgrunnsinformasjon om lærerne med spørsmålet «Hvilken utdanning har du, og hva er din bakgrunn som lærer?». Dette fordi jeg som intervjuer ønsket å minimere risikoen for at samtalen skulle låse seg. Hadde man i stedet startet med et veldig detaljert og komplekst spørsmål som er krevende for læreren, kunne jeg ha risikert at samtalen låser seg. Starten av et intervju vil sette standarden for svarene under resten av intervjuet (Jacobsen, 2022, s. 173). Videre i intervjuet benyttes åpne spørsmål så lærerne med egne ord kan trekke frem det som de mener er viktig. I slutten av intervjuet presenteres læreren for to grubletegninger. I grubletegningene er det bilder av elever som kommer med ulike utsagn knyttet til to forsøk. Lærerne skal her forklare hva de ulike elevene tenker i sine utsagn, og vurdere om dette er korrekte naturvitenskaplige forklaringer, eller om dette er forklaringer som kan bygge på en alternativ forestilling. Videre skal læreren reflektere over hvordan den kan legge opp undervisningen for denne gruppen av elever i grubletegningene.

Under arbeidet med intervjuguiden ble det gjennomført to pilotintervju. Dette for å kontrollere om spørsmålene var utformet slik at de ble oppfattet og svarte på i henhold til problemstillingen og forskningsspørsmålene, og for å være sikker på at det ble benyttet gode spørsmål i

intervjuguiden som kan føre til funn som kan belyse problemstillingen og forskningsspørsmålene. Pilotintervjuene ble gjennomført med en potensiell aktuell lærer for studien, og med en uten relevant erfaring for å kunne delta i studien.

### **3.4 Utvalget**

I denne studien har det blitt valgt ut 4 lærere i ulike aldersgrupper fra flere ulike skoler og arbeidsgivere. Alle lærerne har undervist i naturfag og har en godkjent utdanning innenfor naturfag på 5.-7.trinn, men utdanningen og erfaringen fra skoleverket er ulik. Dette er viktig for å få et utvalg som gir best informasjon om det man ønsker å belyse i studien (Postholm & Jacobsen, 2019, s. 66-67). Begge kjønn er representert i studien, med to kvinnelig og to mannlige lærere. Når man benytter seg av et utvalg i et forskningsprosjekt, betyr dette at man velger ut noen og ikke alle til å delta. Når man skal velge ut deltakere til et forskningsprosjekt, er det naturlig å tenke at utvalget skal være representativt. Derfor har jeg i denne studien tatt hensyn til variasjonsbredde. Det vil si at man velger ut lærere som representerer hele spekteret som utvalget skal representere (Postholm & Jacobsen, 2019, s. 66-67). Dette samsvarer med Befring (2020, s.74) som skriver at læreren eller lærerne som deltar på intervjuet skal være valgt ut slik at de har mulighet gi uttrykk for en pålitelig refleksjon.

I denne studien ble det kun benyttet kandidater i utvalget som er bosatt i samme området og arbeider i nærområdet sitt. Utvalget ble valgt gjennom oppgaveforfatterens nettverk og variasjon i kjønn, alder og utdanningsbakgrunn sto sentralt. Det kan anses som en svakhet at utvalget ikke ble trukket, siden da ville alle i populasjonen hatt like stor sannsynlighet for å delta. En annen svakhet med så lite utvalg er at mulighet for å generalisere til en større populasjon ikke er mulig (Nyeng, 2012 s. 117). Det ble ikke trukket et utvalg på grunn av at undervisning med partikkelmodellen foregår i læringsarenaer som er tilgjengelig på alle skoler, i tillegg kunne et trukket utvalg med kun 4 deltakere ført til at disse deltakerne ikke representerte populasjonen på en god nok måte med tanke på for eksempel kjønn, utdanning og erfaring.

Denne studien har et lite utvalg. Å benytte seg av et større utvalg ville vært tidkrevende i denne studien med tanke på gjennomføring, transkribering og fremstilling av resultatene. Høye

reisekostnader kan også oppstå hvis ikke intervjuene gjennomføres digitalt. Gjennomføring av digitale intervju kunne ført til at læreren ikke bygger opp den samme tilliten til intervjuer, og derfor ikke åpner seg opp, I tillegg er det også mer utfordrende å lese kroppsspråket og situasjon for intervjuer.

Lærer 1 er en mann med universitetsutdannelse som inneholder 60 studiepoeng i fagområdene fysikk, biologi og kjemi, i tillegg har han studiepoeng innenfor pedagogikk. Læreren har i etterkant tatt videreutdanning med 30 studiepoeng i kroppsøving, 15 studiepoeng innenfor rådgivning samt rektorskolen. I dag arbeider han med voksenopplæring innenfor den videregående opplæringen. Denne institusjonen tilbyr undervisning og kurs på ulike nivåer tilpasset elevene. Tidligere har læreren arbeidet som rådgiver i videregående opplæring og 18 år i grunnskolen. I grunnskolen arbeidet han både på 1-10 skole og på ulike ungdomsskoler. Hovedvekten av undervisning har foregått på ungdomsskoler, hvor læreren har undervist i matematikk, naturfag og kroppsøving, og vært noe vikar i andre fag. Det at denne læreren ikke arbeider i grunnskolen, men i stedet arbeider med opplæring av eldre elever selv om dette er ned mot nivået i grunnskolen, kan sees på som en svakhet i studien. Dette fordi denne læreren er tilknyttet den videregående opplæringen, noe som betyr at det kan ligge annet lovverk til grunn og andre hensikter bak opplæringen.

Lærer 2 er en mann som i dag arbeider på 7.trinn og underviser i naturfag. Andre undervisningsfag som denne læreren underviser i er matematikk, kroppsøving og kunst og håndverk. Læreren har 30 studiepoeng i naturfag, matematikk, norsk og 60 studiepoeng i kroppsøving. Utdanningsbakgrunnen er nettbasert allmennlærerutdanning. Læreren har 10 års undervisningserfaring, og han arbeidet i barnehage før dette.

Lærer 3 er en dame som i dag arbeider som lærer på 6.- og 7.trinn. Hun underviser i naturfag, matematikk, kroppsøving samt mat og helse. Hun har vært vikar i de fleste fag på ulike trinn. Utdanningsbakgrunn hennes er fireårig lærerskole som ga undervisningskompetanse for de fleste fag på 1.-10.trinn, samt at hun har videreutdanning og fordypning innenfor kroppsøving, naturfag og matematikk. Lærer 3 har undervist i overkant 20 år, hovedsakelig på 5.-7.trinn.

Lærer 4 er en dame som i dag arbeider som lærer på 7.trinn. Hun underviser i naturfag, i matematikk, engelsk, norsk, og har også undervist i samfunnsfag. Utdanningsbakgrunn er grunnskolelærer 1.-7.trinn, og hun har i hovedsak arbeidet på 5.-7.trinn siden 2015.

### **3.5 Opptak av intervjuene**

Intervjuene ble utført på lærernes arbeidsted, på eget rom der lærer og intervjuer var alene. For at man skal ha muligheten til å benytte alt som kommer fram under intervjuene, ble det tatt lydopptak av intervjuene. Årsaken til dette er at det er krevende å notere ned svar fra læreren samtidig som man intervjuer og skaper flyt i intervjuet, og dermed kan verdifull data gå tapt. (Postholm & Jacobsen 2019, s 81). I denne studien ble det digitale verktøyet diktafon fra nettskjema.no benyttet for å ta lydopptak av intervjuene. Denne programvaren sender opptakene fortløpende fra opptakskilden, som i dette prosjektet er smarttelefon til nettskjema.no sine servere ved Universitet i Oslo. Nettskjema.no sin applikasjon er kryptert og hindrer at lydopptakene lagres lokalt eller deles med private skytjenester (Universitet i Oslo, 2017).

### **3.6 Transkribering av intervjuene**

I denne studien ble transkriberingen utført av intervjuer ved høre på opptak og skrive ned underveis, og opptakene ble hørt på flere ganger i transkriberingsprosessen. Hvis jeg ikke hadde gjennomført denne prosessen flere ganger, er det en fare for at viktige momenter fra intervjuet hadde uteblitt (Postholm & Jacobsen, 2019, s. 81). En årsak til at jeg valgte å transkribere opptakene selv, er at det vil hjelpe meg med å forstå intervjuet bedre. Dette er tidkrevende arbeid (Postholm & Jacobsen, 2019, s. 81). Etter at intervjuene ble ferdig transkribert, ble kommentarene som ble notert underveis i intervjuet av intervjuer skrevet inn i intervjuene på korrekt plass og analysert. Notering underveis i intervjuet av for eksempel kroppsspråk kan gi verdifull informasjon som kan belyse problemstillingen og forsknings spørsmål (Jacobsen, 2022, s. 162-163). En svakhet med denne formen for registrering er at det kan være vanskelig å oppfatte hva som blir sagt, samtidig som man skal registrere (Jacobsen, 2022, s. 210).



I metoden intervju regnes lydopptak og film av intervjuet som sterke metoder for å skape komplett registrering av data. Transkribering av data er en asynkron prosess, siden man har mulighet til å registrere data i ett annet tempo enn det læreren snakker. Transkribering gjør det også mulig å hoppe fram og tilbake i samtalen og høre den flere ganger, for å skape en bedre helhet. Ved at intervjuene transkriberes i sin helhet, er det også mulig å kontrollere rådataene som blir analysert (Jacobsen, 2022, s. 209-211). Denne prosessen ble i denne studien fulgt og er med på å sikre studiens validitet.

### **3.7 Analyse av dataene**

Datamateriale som er analysert, er de transkriberte intervjuene der kommentarene fra notatene til intervjuer er skrevet inn. Formålet med analysen er å skape et system som skaper mening i dataene. Et slikt system gjør dataene mer håndterlig for den som skal tolke dem. I tillegg vil det gi mer rapportvennlige data som gjør det lettere for leseren å få innblikk (Postholm & Jacobsen, 2019, s. 102). Etter transkribering ble dataen i denne studien tematisk strukturert, og det ble laget relevante temaer, se figur 2. Tematisk analyse ble benyttet, og i analysen har det blitt fokusert på det som er typisk og generelt. I tillegg er det tatt med noe av det som er spesielt og sjeldent, og dette blir presentert som tekst og sitater i resultatdelen (Befring, 2020, s. 97). En fordel med å benytte tematisk analyse er at det er en fleksibel metode. Dette gjør at man potensielt kan få et rikt og detaljerende bilde, som også kan være komplekst (Braun & Clarke, 2006, s. 6-7). Underveis i datainnsamlingen og i transkriberingsprosessen har oppgaveforfatter notert underveis, dette er foreløpige analyser som kan være med å berike resultatene. Det er viktig at jeg som oppgaveforfatter er til stede under hele prosessen slik at den har muligheten til å gjøre denne formen for foreløpige analyser underveis (Postholm & Jacobsen, 2021, s. 140).

Analyseverket i denne studien bygger på tematisk analyse som er benyttet i artikkelen til Frågåt et al (2021). Dette ved at studien til Frågåt et al (2021) benytter CK, PCK og generell didaktisk kompetanse og jeg har videreutviklet disse temaene til fagkompetanse, fagdidaktisk kompetanse og generell didaktisk kompetanse. Før intervjuene ble gjennomført i forbindelse med utarbeidelsen av intervjuguide og gjennomføring av intervjuene, reflekterte jeg rundt mulige temaer og kategorier der relevante funn fra lærere skulle kobles til i etterkant. Dette gjorde at jeg fikk en tanke om at PCK, CK og generelle pedagogiske ferdigheter kunne være

relevante temaer. I refleksjonen min her kom jeg fram til at jeg trengte å skille mellom alternative forestillinger som ble bygget opp gjennom undervisning og alternative forestillinger som ble bygget opp før undervisningen.

Braun & Clarke (2006, s. 15-23) deler tematisk analyse inn i seks faser. Prosessen starter når analytikeren begynner å legge merke til og se etter mønster i dataene og endepunktet er resultatene som fremstilles i resultatdelen. Fase 1 handler om å gjøre seg kjent med dataene. Siden oppgaveforfatter samlet inn dataene selv, startet denne fasen allerede under pilotintervjuene. Både under pilotintervjuene og intervjuene ble det tatt notater med eksempler på ulike temaer som kunne benyttes i analysen. Med tanke på at transkribering var en tidkrevende prosess, fikk jeg god tid til å sette seg inn i dataene og notere forslag til koder og temaer. Til slutt ble alle de transkriberte intervjuene lest gjennom.

Fase 2 er generering av innledende koder. I denne fasen har allerede oppgaveforfatter satt seg inn i dataene og de tenkte temaene. Se figur 2 under for kategoriene som ble utarbeidet. Videre ble dataene kodet ved hjelp av farger for å kunne samle innholdet opp mot temaer. Fase 3 handler om å søke etter temaer i dataene som ble sortert i fase 2. Her ble det som ble kodet i fase to satt opp mot overordnede temaer, og en visuell modell for temaene ble utarbeidet. I dette arbeidet ble temaer dannet på bakgrunn i tidligere tenkte temaer, og koder. Dette var en sirkulær prosess der temaer ble dannet og forkastet, frem til man satt igjen med en organisering, der man satt med bilde av betydningen av organiseringen. Fase 4 er gjennomgang av temaer. Her ble det sett på om temaene var i konflikt med hverandre, eller om de ikke kunne benyttes. Dette ble gjort ved at kodene hos hver enkelt lærer ble gjennomgått for så å gå gjennom hele datasettet. Videre ble sett på om temaene så ut til å danne et sammenhengende mønster og om dataene bar preg av sammenheng. Temaene ble avgrenset slik at de ble klare og identifiserbare seg imellom. Denne fasen ble gjentatt til jeg oppnådde dette.

Fase 5 innebærer å definere og navngi temaer. I denne fasen ble temaene ytterligere avgrenset og definert, for å kunne analysere dataene med dem. Det vil si å identifisere essensen av temaene, og bestemme hvilket aspekt av dataene hvert tema fanger. Temaene ble så testet for å

se om de fungerte. I testen ble det testet om man ved hjelp av noen få korte setninger kunne definere omfanget av temaet. Det ble også undersøkt om temaene var for mangfoldige og komplekse. Til slutt ble temaene navngitte. Fase 6 er utarbeidelse av rapporten. I denne fasen ble den endelige analysen gjennomført og resultatdelen skrevet. Målet her var å fremstille den kompliserte historien til dataene på en måte som er verdifull for leseren. Dette krever at resultatandelen skal være sammenhengende og logisk. I tillegg skal den inneholde nok data for å vise utbredelsen av temaet.

<b>Temaer</b>	<b>Koder</b>
Fagkompetanse	- Kunnskap om innholdet
Generell pedagogisk kompetanse	- Variasjon - Tilpasset opplæring - Formidlingsevne
Fagdidaktisk kompetanse	- Representasjoner - Modeller - Undervisning i tråd med NoS- prinsipper
Misoppfatninger	- Alternative forestillinger bygget opp gjennom undervisningen
Hverdagsforestillinger	- Alternative forestilling bygget opp på egne erfaringer - Alternative forestillinger bygget opp i hjemmet - Alternative forestillinger bygget opp fra media

Figur 2: Oversikt over temaene og kategoriene i den tematiske analysen.

Lærer 4: «Ja, det er vel litt det der med at man tror at ting blir borte... Det tror jeg kommer fra hvordan de tenker fra før av, gjennom egne erfaringer, men jeg tror også at dette er noe man kan tenke og forstå feil ut ifra undervisningen... Prøve å forklare det mest mulig med konkreter, og gjerne på et lavere nivå da, ved å senke kravene litt, til det trenger å få en trenger å forstå».

Over er et eksempel på analyse av et utdrag fra et av intervjuene. Her ser man at alternative forestillinger blir plassert ut i temaene hverdagsforestillinger gjennom koden alternative forestilling bygget opp på egne erfaringer, og misoppfatninger gjennom koden alternative forestilling bygget opp gjennom undervisningen. Gjennom koden tilpasset opplæring plasseres det å senke kravene for de som trenger det, til temaet generell didaktisk kompetanse. Det å benytte seg av konkreter plasseres innunder temaet fagdidaktisk kompetanse gjennom koden representasjoner.

### **3.8 Relabilitet og validitet**

Kvaliteten til forskningen vurderes av leseren. Med dette emnes det om leseren faktisk tror på det som blir skrevet. Det betyr at det som det rapporters om i studien, gjenspeiles av selve undersøkelsen som er utført. Det kan være mange feller å gå i, som kan føre til at kvaliteten i forskingsprosjektet svekkes (Jacobsen, 2022, s. 259). I denne studien har jeg derfor valgt å legge opp metodekapittelet og resultatene slik at leseren kan vurdere kvaliteten.

Forskning som har nytteverdi for andre, kan være et tegn på at forskningen har høy kvalitet. Forskning skal presentere kunnskap. Denne kunnskapen bør ikke være nyttig bare på dette tidspunktet, men også i tiden fremover. Dette betyr at forskningen kan være skapt for fremtiden, men ikke være nyttig for det tidspunktet den blir publisert på. Forskningens kvalitet kan ikke bare baseres på resultatet. Resultatene kan stemme når studier blir publisert, men kan utfordres senere ved at annen forskning benytter seg av andre metoder og perspektiver. Forskningens kvalitet bestemmes ut fra hvordan kunnskapen har blitt produsert. For at det for leseren av forskningen skal være mulig å bedømme kvaliteten, er det derfor viktig at forskeren grundig

beskriver hvordan forskningen er konstruert på en kritisk måte (Postholm & Jacobsen, 2021, s. 2219-220).

Reliabilitet i kvalitative metoder er dataenes nøyaktighet og konsistens. Data fra kvalitative studier kan ikke reproduseres, men deler av prosessen må gjennomføres på en reliabel måte (Befring 2016 s 56). I denne studien er fremgangsmåten derfor beskrevet så nøyaktig som mulig. Dette vil styrke studiens faglige reliabilitet. En viktig faktor her vil være om man kan stole på informasjonen fra lærerne i intervjuene. Årsaker til dette kan være at respondentene ikke innehar god nok erfaring, eller kompetanse på feltet eller at de av ulike grunner ønsker å oppgi ukorrekt informasjon (Jacobsen, 2022, s. 191).

Transkriberingsreliabilitet handler om at transkribering er krevende, og at det som har blitt transkribert ofte ikke blir kvalitetskontrollert. For å løse dette kan man benytte uavhengige fagfolk for kontroll eller dataprogrammer (Befring, 2020, s. 46). Med tanke på denne oppgavens omfang og antallet intervjuer som har blitt transkribert, har intervjuer styrket transkriberingsreliabiliteten ved å fremme og vise til direkte sitater i resultatdelen. Vurderingsreliabilitet handler om påliteligheten og troverdigheten til den som tolker dataene (Befring, 2020, s. 46). Vurderingsreliabiliteten i denne oppgaven styrkes også ved at jeg er tilknyttet en høgskole og har veileder, slik at jeg har fått opplæring i metode og blitt veiledet underveis i arbeidet. Gjennomføringsreliabiliteten kan bli påvirket hvis det forekommer feiltolkninger av meg på grunnlag av min forskerkompetanse (Befring, 2020, s. 46-47). I denne studien har derfor veileder vært med i utformingen av intervju og intervjuguiden, slik at jeg skal ha data som for meg er mulig å analysere.

Validitet handler om at data gir oss et reelt og sannferdig bilde av de fenomenene vi ønsker å undersøke (Befring, 2020, s. 43). Forskningsprosjekter som bygger på kvalitativ metode, stiller krav til forskerens fagkompetanse. Dette fordi forskeren er hovedinstrumentet i gjennomføring av kvalitative intervju. Dette betyr at intervjuer må være bevisst om hvilke feilfaktorer som kan oppstå (Befring, 2020, s. 99). Med tanke på at jeg har lite erfaring med å gjennomføre forskning, kan det i denne studien forekomme forsker-bias. Oppgaveforfatter etterstreber hele tiden å være

så transparent, som mulig slik at leseren selv skal kunne bedømme gyldigheten, dette er med på å styrke validiteten til studien. Sterk validitet er en faktor som kan føre til at forskningsprosjektet oppfattes som et prosjekt av høy kvalitet. Den mest grunnleggende formen for validitet er begrepsvaliditet, og handler om at studien måler det den har som hensikt å måle. Kort sagt vil dette si om studien undersøker det fenomenet man ønsker, og ikke noe annet. Selv om det ikke er krav og at det utfordrende å oppnå 100 % gyldige data, skal det etterstrebtes å være så nærme som mulig. Dette fordi empiriske data har en verdi selv om de ikke 100 % gyldige. Det er utfordrende å måle om man har fått med mer enn man ønsker når man innhenter data om et bestemt fenomen (Nyeng, 2012, s. 109).

Generaliseringsvaliditet handler om bruken av studien i etterkant. Har studien allmenngyldig verdi og kan den benyttes til praktiske formål? Med tanke på at denne studien inneholder få lærere, vil det ikke være mulig å generalisere dette utvalget til å representere en populasjon (Befring, 2020, s. 43). Med tanke på at det er et stort antall naturfagslærere som underviser i fysikk temaer 5.-7.trinn på alle skolene i Norge, utgjør de en veldig stor populasjon. Siden denne studien benytter seg av intervju som er en tidkrevende metode (Postholm & Jacobsen, 2019, s. 65), vil man derfor ikke ha muligheten til å intervju et stort nok utvalg av disse for å kunne generalisere.

Innholdsvaliditet i denne studien handler om utforming av intervjuet og intervjuguiden, noe som er gjort med innspill fra veileder som innehar erfaring med forskning fra dette fagfeltet. Dette er derfor noe som styrker innholdsvaliditeten i studien (Befring, 2020, s. 43).

Metodevaliditet er en vurdering av metoden som benyttes for innsamling av datagrunnlaget. Her vurderes det om metoden har et innhold som favoriserer eller disfavoriserer en bestemt gruppe, for eksempel alder eller kjønn (Befring, 2020, s. 42). Metodevaliditeten i denne styrkes ved at det benyttes lærere av begge kjønn og i ulike aldersgrupper. Ingen av lærere hadde annen etnisk bakgrunn.

Deskriptiv validitet er kvaliteten av observasjoner og intervjudata, der kravet er at de skal være entydige og nøyaktige. Tolkningsvaliditet handler om å nå inn hos lærerne i studien og få en dypere forståelse av lærerens meninger. Teoretisk validitet handler om at det må være en sammenheng mellom fenomenet og teorien det bygger på. Evalueringsvaliditet handler om at intervjuer må vurdere informasjonen fra læreren og eventuelt stille spørsmål til dette (Befring 2016, s. 55). Validiteten til denne studien styrkes ved at det benyttes semistrukturerte intervju, der jeg stilte oppfølgingsspørsmål etter å ha analysert situasjonen underveis og at lærerne ble intervjuet hver for seg. Veileder var med og vurderte metoden og teorien som benyttes som bakgrunn.

### **3.9 Forskingsetiske hensyn**

Når man gjennomfører undersøkelser i forskning, bryter man ofte inn i menneskers private liv. Dette kan medføre at man som forsker står ovenfor etiske dilemmaer, ved at de det skal forskes på opplever brudd på sin personlige integritet. Forskningsprosjekter skal derfor vurderes ut fra grunnleggende etiske prinsipper. Om de etiske retningslinjer er fulgt er ikke bare viktig for den eller de som forsker, dette er også noe den som skal tilegne seg kunnskap fra forskning vil ha et våkent blikk til (Jacobsen, 2022, s. 47). For å ikke bryte med deltakerne sin personlige integritet har jeg valgt å holde deltakerne i denne studien anonyme. Dette har blitt gjort ved at det ikke nevnes navn, bosted, arbeidsted eller alder slik at deltakerne ikke skal kunne gjenkjennes av leseren.

Jacobsen (2022, s. 48-49) trekker fram tre sentrale elementer for god forskningsetikk. Det første er åpen refleksjon over hvordan egne verdier og holdninger kan påvirke valg av problemstilling, metode og tolkning av resultater. Det andre er åpenhet i dokumentasjonen av hvordan data er samlet inn, hvordan ting er målt, hvordan data er behandlet, og hva slags prinsipper som er brukt for tolkning og konklusjoner. Det siste er åpenhet og usikkerhet knyttet til både metode og funn/konklusjoner. Åpenhet går igjen i alle disse tre prinsippene, og blir forklart som skille mellom forskning og andre metoder for å innhente og utvikle kunnskap på. I denne studien etterstreber jeg derfor å presentere metoden, funn og konklusjon på en slik måte at leseren har mulighet til å vurdere kvaliteten til dataene. Jeg etterstreber derfor hele tiden å beskrive valg og gjøre materiale tilgjengelig for leseren for å skape god forskningsetikk.

Etisk bevissthet er en viktig faktor for at forskningen skal opprettholde høy kvalitet (Postholm & Jacobsen, 2019, s. 134). Lærerne i denne studien fikk informasjonsskriv som inneholdt nødvendige opplysninger om studiens hensikt og hvilke rettigheter man har som lærer i studien, og de gav et informert samtykke ved å signere på informasjonsskrivet. Denne masteroppgaven er ett omfattende arbeid, som inneholder personopplysninger, og den måtte derfor være godkjent av Norsk senter for dataforskning før datainnsamlingen kunne starte. Derfor ble datamateriale innhentet etter at denne søknaden var godkjent. Denne prosessen innebar at prosjektskisse, intervjuguide, informasjonsskriv med informert samtykke ble godkjent av NSD den 6. januar 2023. For at man i fasen med innhenting av datamateriale ikke skulle bruke av forskningstiden til å opplyse om informasjon i forbindelse med forskningsprosjektet og innhente samtykke, ble dette gjort i forkant. Dette førte til at verdifull tid blir spart, og at jeg derfor fikk bedre tid til å innhente godt og reelt datamateriale (Jacobsen, 2022, s. 56).

Et viktig forskningsetisk prinsipp er at samtykke skal være fritt, og at det derfor er frivillig å delta i forskningsprosjektet. Ved at man frivillig samtykker til å delta i et forskningsprosjekt, har man informasjon om hvilke farer som kan oppstå ved å delta, og hvilke gevinster det å delta har. Fritt valg handler om at man ikke står i presset av andre (Jacobsen, 2022, s. 54). Kravet om fritt informert samtykke begrunnes med personlig autonomi. Som menneske har man etter moralske prinsipper rett til å opptre selvstendig og selvbestemmende, noe som betyr at det er individet selv som skal bestemme om man ønsker å delta i ulike forskningsprosjekt (Nyeng, 2012, s. 161). Siden lærerne i denne studien har fått informasjonen om innholdet i forskningsprosjektet i forkant, har de hatt mulighet til å sette seg inn i studien og vurdere om de ønsker å delta alene, ble dette opprettholdt.

Nyeng (2012, s. 159) skriver at forskningsetikk kan deles inn i de to områdene forskningsinterne regler og normer og forskningseksterne vurderinger. Forskningsinterne regler og normer omhandler saklighet, åpenhet og redelighet i forskningssamfunnet, og kan oppsummeres med hvordan forskningen gjennomføres og rapporteres. En åpenbar feil som kan oppstå her er at forskeren jukser ved å produsere ønskelige data. Denne studien beskriver derfor utvalget grundig, og tilstreber et åpent datamateriale for leseren.



## 4. Resultater

I denne delen vil resultatene presenteres gjennom analysen av intervjuene. Dette skjer ved å trekke fram likheter og ulikheter fra lærernes svar i intervjuene. For å fremheve enkelte essenser, vil det presenteres direkte sitater fra de ulike lærerne. Svar vil bli koblet til temaene fagkompetanse, generelle pedagogiske ferdigheter og fagdidaktisk kompetanse gjennom de ulike kategoriene fra figur 2. Alternative forestillinger kobles til temaene misoppfatninger og hverdagsforestillinger gjennom kategoriene fra figur 2.

### 4.1 Lærernes forståelse av partikkelmodellen

Lærerne i studien har mangelfulle svar på spørsmålet om hvordan de selv forstår partikkelmodellen, med unntak av lærer 1. Siden dette er kunnskap om innholdet, kan det dermed tilhøre temaet fagkompetanse. Ut fra dette kan man derfor antyde at lærerne i studien har mangelfull fagkompetanse. Lærer 2 svarer med en gang at han ikke noe fasit på partikkelmodellen. Men andre steder i intervjuet kommer denne læreren med forslag om at partikkelmodellen kan benyttes til undervisning om partikler, og i forbindelse med trykk, uten å forklare modellen på noe slags vis. I tillegg avdekker lærer 2 en alternativ forestilling i grubletegning 1 og kommer med et forslag til hva den kan bygge på. Lærer 3 og 4 sine svar omhandler faseoverganger, men lærer 3 legger til at den også handler om hvordan partiklene forholder seg til hverandre i de ulike formene.

Lærer 2: «Nei, jeg har ikke noe fasit på den».

Lærer 1: «Partikkelmodellen er jo en forenklet modell av et atom, hvordan atomet er bygd opp og hvordan atomer kan binde seg sammen».

Lærer 1 sitt svar er mer grundig enn hos de andre lærerne som ble intervjuet i studien. Denne læren trekker fram modellen ved at den kan benyttes for å vise hvor lite et atom er, siden dette er noe som ikke kan vises ved observasjon i klasserommet eller på et naturfagrom, og at derfor vil det være vanskelig å vise hvordan et atom er bygd opp. Videre fremhever denne læreren

tydelig at partikkelmodellen er en sterkt forenklet modell, og at siden den er så forenklet som den er, kan dette føre til at den ikke blir helt riktig. Videre legger lærer 1 til at det kan være utfordrende å vise enkelte ting med, den slik som energinivåer. Dette fordi modellen er en stor forstørrelse av virkeligheten, og elevene kan derfor bli lurt av størrelsen til atomer og tro de er mye større enn de egentlig er. Denne læreren ser på partikkelmodellen som en modell det er vanskelig å drive differensiert undervisning i, siden modellen allerede er så forenklet, og det vil derfor være vanskelig å forenkle den enda mer samtidig som elevene skal få en korrekt oppfatning. Med tanke på at elevene kan ha en dårlig romforståelse, kan partikkelmodellen fort bli en todimensjonal modell for dem. Denne svakheten kan gjøre at du som lærer ikke klarer å vise elevene modellen i rommet. Dette er sammenlignbart med undervisning om solsystemet.

Lærer 1: «De klarer å tenke skall, eller rettere sagt baner».

Ser man på sitatet fra lærer 1 uttrykker denne at den har en alternativ forestilling selv, med tanke på at dette ikke er en korrekt oppfatning ifølge akseptert naturvitenskap. Siden dette er en oppfatning man ikke selv kan erfare, eller som det snakkes mye om i media eller hjemmet, er det sannsynlig at denne er bygget opp gjennom undervisning, og kan derfor plasseres under temaet misoppfatninger.

#### **4.2 Undervisning med bruk av partikkelmodellen**

Lærer 2 har akkurat undervist om partikkelmodellen i et tema den kaller grunnleggende partikkellære., i forbindelse med oppbygging av stoffer, partiklenes bevegelse og faseoverganger. Videre prøver læreren å flette inn partikkelmodellen der det er relevant, og spesielt i fysikk. Et annet sted i intervjuet forteller læreren om et forsøk der man kan undersøke trykk ved hjelp av en sprøyte, og at dette kan kobles opp mot partikkelmodellen. Lærer 3 har benyttet seg av partikkelmodellen for det meste i det hun kaller for kjemiundervisning, i forbindelse med faseoverganger, og i forbindelse med det å tilføre vann energi i form av varme. Dette i hovedsak på 7.trinn. Men ved fagfornyelsen, tenker denne læreren at dette naturlig vil falle mer inn på 6.trinn fremover.

Lærer 3: «Ja, av og til kan vi ha om den når vi snakker om når vann koker på sjette trinn».

Lærer 4 har på lik linje som lærer 3 brukt partikkelmodellen i forbindelse med faseoverganger. I hovedsak har vann blitt benyttet som eksempel, siden dette er et konkret som elevene kjenner, og man kan lett vise med vann at noe ikke blir borte, men endrer bare form. Lærer 1 har også i hovedsak benyttet partikkelmodellen i undervisning i kjemitemaer. I grunnskolen har det i hovedsak vært i forbindelse med hvordan et atom er bygget opp, men på høyere nivå har den også blitt benyttet i forbindelse med hvordan stoffer reagerer med hverandre. Flere steder i intervjuet trekker denne læreren inn undervisning med partikkelmodellen som relevant, blant annet i undervisning om bindinger mellom atomer, hvordan ioner oppstår og binder seg til hverandre, trykk og hvordan metallatomer er ordnet. I tillegg trekker læreren fram partikkelmodellen i undervisning om elektrisitet og lys.

Lærerne i denne studien har forskjellig erfaring med det å benytte partikkelmodellen i undervisning. Lærer 2 og 4 sier de har for liten erfaring med undervisning i partikkelmodellen. Årsaken til dette er at det i senere tid det har blitt satt fokus på partikkelmodellen i nye læreverk, ifølge lærer 2. Her sikter lærer 2 til det nye digitale læreverket «Refleks» inne i Skolestudio fra Gyldendal. Lærer 2 tenker at den kunne benyttet partikkelmodellen mer, men dette er ikke gjort med bakgrunn i de målene som har vært tidligere, men at dette kan endre seg i framtiden, med tanke på at det har kommet nye mål. Lærer 2 har merket seg at elevene sitter igjen med et bilde av at partikkelmodellen er et verktøy for læring. Ifølge lærer 1 kan elever ved hjelp av partikkelmodellen opparbeide seg kunnskap om at det finnes partikler og at alt består av partikler. Videre har elevene klart å se sammenhenger ved hjelp av partikkelmodellen når de har arbeidet med praktiske øvelser rundt fasene fast, flytende og gass. Lærer 4 trekker at årsaken til lite erfaring med partikkelmodellen, er at hun underviser for lite i naturfag.

Lærer 3 sitter etter endt undervisning i partikkelmodellen igjen med inntrykket at elevene forstår at når man tilfører energi, som i deres tilfelle har vært varme, endrer is seg til flytende, og så videre til damp når det koker. Gjennom sitatet til lærer 3 gir den uttrykk for at elevene

observerer at det skjer, men det er usikkert om de kan beskrive hva som skjer på et mikronivå, og ikke bare på makronivå. Lærer 1 trekker fram i sitt intervju at partikkelmodellen er så forenklet, og at romforståelse derfor kan være en utfordring. Inntrykket etter endt undervisning er at elevene klarer å lære seg partikkelmodellen, selv om de ikke helt har skjønnet hvordan ting henger sammen. Dette ved at de klarer å tenke skall, eller rettere sagt baner. Videre pekes det på utfordringer innenfor å skjønne det med energi. For eksempel hvis partikkelmodellen benyttes i undervisning om fenomener som lys. Andre utfordringer som lærer 1 trekker fram, kan være at elevene sliter med å forstå hva luft egentlig er, fordi at elevene tror at det er luft mellom partiklene, og at de ikke klarer å koble at luft er gasser som også består av partikler.. Lærer 1 er den som trekker fram at partikkelmodellen kan være til god hjelp i undervisning om elektrisitet. Dette fordi den kan hjelpe elevene til å forstå at det er elektroner på vandring som skaper energi. Dette kan gjøre at elevene skjønner hva elektrisitet er, selv om de ikke helt skjønner hva partikkelmodellen er. De kan få en oppfatning av at elektroner er mye større enn de egentlig er, og tro at dette er et mye mer håndfast legeme enn det egentlig er legger, lærer 1 til.

Lærer 4: «Men jeg opplever at det liksom er ganske forståelig i hvert fall».

Lærer 3: «De ser at det skjer, og ungene kan beskrive det, men jeg vet ikke om de forstår at det er vannmolekyler som spretter rundt, og hvordan de fordeler seg i luften».

Lærer 1: «Den er så forenklet så du ofte kan sitte igjen med en følelse av at elevene har ikke skjønnet hvordan det egentlig henger sammen... Så er det også mange som ikke skjønner det med romforståelse».

### **4.3 Fagkompetanse**

Lærer 1 mener at en naturfaglærer som skal undervise i fysikk på 5.-7.trinn, i bunn må ha god læreplankompetanse. Dette innebærer ifølge denne læreren å ha kompetanse om læreplanmål, kjerneelementer og generelt om det elevene skal lære i skolen. Videre utrykte lærer 1 at man som lærer må man kjenne til hvor mye elevene skal lære, og hvor mye de kan lære. Siden dette handler om hva elevene skal lære, kobles dette til koden «kunnskap om innholdet» og videre til temaet fagkompetanse. Hvis man som lærer ikke har god fagkompetanse, blir man fort

gjennomskuet av elevene, derfor må læreren ha høyere fagkompetanse enn det elevene skal lære poengterte lærer 1. Dette er kunnskap man ifølge lærer 1 ofte tilegner seg når man har vært gjennom denne undervisningen en gang eller to. Alle som skal undervise i naturfag bør ha en utdanning på høyskole eller universitetsnivå mener lærer 1. Særlig innenfor partikkelkjemi må denne fagkompetansen være høy, for å kunne komme med forklaringer og ikke minst svare på spørsmål, legger lærer 1 til. Lærer 1 trekker fram at vanlig lærerutdanning med naturfag som studiefag er et godt utgangspunkt, men at det er viktig at det i denne utdannelsen legges vekt på å beherske alle delene av naturfag. Som lærer mener lærer 1 at man må kjenne til biologi, fysikk, kjemi og de elementene som kombinerer disse, slik at man kjenner til naturfagets egenart. Dette vil ifølge lærer 1 si at man på 5.-7.trinn trenger en mer generell fagkompetanse i naturfag, i stedet for spesifikk opplæring innenfor de ulike temaene. Det at lærer 1 trekker fram i sitatet at man må ha kjennskap til hvilke feiloppfatninger elevene kan ha, gjør at dette kan plasseres til temaet hverdagsforestillinger, siden dette er forestillinger eleven har bygd opp før undervisningen, og kan derfor kobles til alle de tre kodene innenfor hverdagsforestillinger, siden det ikke oppgis hvordan har tilegnet seg de før undervisningen.

Lærer 1: «Elever på 5.-7.trinn kan være veldig belærte, og derfor så gjelder det å ikke bare kunne det som er rett, men du må også vite hva som er feil, og hvilke feiloppfatninger de kan ha opparbeidet seg».

Lærer 2 starter med at det ikke er så mange andre krav enn at man må kunne naturfag, men at man fort kan dukke opp i situasjoner der eleven kommer med spørsmål eller undringer, slik at det kreves høyere fagkompetanse enn det elevene skal lære. Lærer 3 mener at man trenger å ha en forståelse for fenomener og stoffer, og egenskapene til de ulike stoffene i hele det periodiske systemet. Aller viktigst er oksygen, karbon og hydrogen. I tillegg trenger man å ha en forståelse for fagstoffet man arbeider med på ungdomsskolen, og hvilke mål man arbeider etter der.

Lærer 4 trekker fram at det er lite fysikk på mellomtrinnet, og at den fysikken som det arbeides med, er på et enkelt nivå. Som lærer bør man vite mer enn elevene. Fordi det i undervisningen kan dukke opp spørsmål om ulike ting etter at elevene har undret seg. Dette kan dreie seg av

kunnskap på et høyere nivå enn det elevene skal lære seg. Derfor er det greit å vite mer enn det man snakker om i undervisningen. Man må kanskje ikke være helt oppe på tiende trinns nivå faglig sett, men man bør være på åttende trinns nivå, legger lærer 4 til.

Lærer 4: «Jeg synes det er litt vanskelig å svare på, siden det ikke er så mye fysikk på mellomtrinnet»

#### **4.4 Generell didaktisk kompetanse**

Lærer 2 trekker fram det å variere undervisning med ulike eksempler for elevene gjennom sitatet som omhandler det å legge det fram innholdet på ulike måter. Variasjon er en kode innenfor generell didaktisk kompetanse. Lærer 4 trekker også fram det å benytte seg av mange praktiske eksempler som viktig kompetanse hos læreren. Dette synes elevene er spennende og gir de en bedre forståelse, når det er spennende lærer man bedre. Man må i tillegg ha en god formidlingsevne, og man bør kunne forklare ting på ulike måter, og trekke tråder til ting de er kjent med fra før. Det å tilpasse undervisningen til elevene er også viktig, og plasseres inn under dette temaet ved hjelp av koden «tilpasset opplæring». En siste viktig faktor er det å formidle begrepene på en god og nøyaktig måte, noe som også gjelder i matematikk. Dette plasseres inn under temaet generell didaktisk kompetanse gjennom koden «formidlingsevne». Ifølge lærer 3 er det viktig å skape så mange innfallsvinkler som mulig, og at dette kan gjøres ved å benytte video, bøker og nettressurser som støtte til sansene.

Lærer 2: «Legge det fram på forskjellige måter».

#### **4.5 Fagdidaktisk kompetanse**

Jeg merket at lærerne var mer entusiastiske på spørsmål om fagdidaktisk kompetanse, enn på spørsmål om fagkompetanse. Lærerne hadde mer utfyllende svar og snakket friere og med mer kroppsspråk, og dermed viste de ved dette at denne delen av fagfeltet var viktig. Dette var noe

jeg merket meg under intervjuet og noterte ned underveis, for å kunne sammenligne de ulike lærerne.

Lærer 1 trekker fram at man må forlenge det med fagkompetanse ved at man som naturfaglærer må kunne forklare ting på en enkel måte, uten at det blir feil. Innenfor all naturfagundervisning er det viktig at man gjør undervisningen så praktisk som mulig, siden dette er den undervisningen elevene er mest glad i. For at elevene skal bli glade i fysikk, må man gjøre forsøk i undervisningen og vise teorien på praktiske måter. Det kreves en ganske høy kompetanse for å kunne utføre forsøk som viser fram faget og viser hva de skal lære, slik at man ikke bare gjør forsøk for å gjøre forsøk. Dette kan ved hjelp av koden «undervisning i tråd med NoS» kobles til temaet fagdidaktisk kompetanse.

Når det kommer til fagdidaktisk kompetanse, trekker lærer 2 også fram kravet for å bli naturfaglærer. Videre utdyper lærer 2 dette kravet med at hvis man skal være lærer i matematikk, engelsk og norsk, kreves det 30 studiepoeng, men ikke i naturfag. Dette er et fag man ofte kan bli satt til å ha hvis man er interessert i det, har lærer 2 erfart. Naturfag er et ekstremt stort fag, som omfavner veldig mye, og det burde derfor være større krav for å undervise i det, legger lærer 2 til. Lærer 2 hevder at naturfag inneholder blant annet en del begreper som man må ha kompetanse for å formidle. Av kompetanse trekker lærer 2 fram at man bør kunne variere undervisningen. Det kan være for enkelt å holde seg til en pensumbok eller et læreverk som legger fram partikkelmodellen på en god måte, ved for eksempel å benytte kun vann som eksempel, legger lærer 2 til. Hvis man da ikke går grundigere til verks kan elevene fort få den oppfatningen at partikkelmodellen kun omhandler vann, is og damp legger lærer 2 til. Dette kan kobles til temaet fagdidaktisk kompetanse gjennom koden undervisning i tråd med NoS-prinsipper, siden dette er variasjon med mål om en forståelse knyttet til kontekster. En annen kompetanse som lærer 2 fremmer i intervjuet, er å kunne undre seg sammen med elevene, og kunne «dumme spørsmål» med den innstillingen at ingen spørsmål er dumme. Det alltid en mulighet for at noen misforstått noe som sagt eller ikke skjønner noe. Dette kan kobles til temaet fagdidaktisk kompetanse, med tanke på diskurser gjennom koden «undervisning i tråd med NoS-prinsipper».

Lærer 3: «Hvis du tenker de skal ha en større forståelse for ting i naturfag, så må de kanskje se, lukte, føle og gjøre».

Lærer 3 trekker fram at undervisningen må gjøres praktisk, eller ved hjelp av modeller. Erfaringer elevene kan gjøre med sansene gir bedre læring enn det man kan lese seg til. Man kan benytte seg av bilder av blant annet modeller. Dette kan regnes som «halv konkrete», men gir ikke samme læring. Da vil elevene kunne se hva som skjer, men ikke kunne føle det. Andre muligheter er å benytte fysiske modeller som kulepinner, tredimensjonale modeller og modeller i form av nettressurser som for eksempel video. Dette er verktøy som kan kobles til fagdidaktisk kompetanse gjennom koden «representasjoner».

#### **4.6 Innehar lærerne den kompetansen de ønsker?**

Ser man på spørsmålet om lærerne innehar den kompetansen de trenger for å undervise i fysikk på 5.-7.trinn, føler alle at de har den, men noen av dem kan fortsatt ønske seg mer. Lærer 1 føler at fagkompetansen er på plass, men kunne gjerne tenkt seg en oppdatering på den nye læreplanen og mer fagdidaktisk kompetanse knyttet til undervisning på 5.-7.trinn. Dette er kompetanse denne læreren mener man kan tilegne seg ved å delta på kurs.

Lærer 2 kunne også tenkt seg mer om hvordan legge fram pensum på ulike praktiske og naturfaglige måter, hvis muligheten skulle by seg. Dette kobles til temaet fagdidaktisk kompetanse, siden det å legge fram innhold for elever i naturfag, bygger på koder som «representasjoner» og «konkreter». Det hadde også vært en fordel å ha mer fagkompetanse, poengterer lærer 2 i et tidligere spørsmål, siden elevene i undervisningen kan komme med gode spørsmål og undringer. Sånne situasjoner blir ofte løst ved at man grubler sammen med elevene, og da kan det komme enda fram enda flere spørsmål, slik at man skulle hatt enda mer «kjøtt på bena».



Lærer 3 sier at kompetansen hun har klarer seg, hvis hun skulle bygd på kompetansen ønsker hun mer kompetanse på det å legge opp til praktisk undervisning. Dette kobles til fagdidaktisk kompetanse, siden dette hører i til koden «undervisning i tråd med NoS-prinsipper». Lærer 4 føler at hun har den kompetansen man trenger, og at det man eventuelt mangler, kan man lese seg opp til i læreverk eller pensum fra lærerskolen og i andre kilder.

#### **4.7 Hvilke alternative forestillinger har lærerne opplevd?**

Lærer 1 har ikke merket seg at elevene har så mange hverdagsforestillinger knyttet til partikkelmodellen, siden dette er en modell som finnes på skolen for elevene, og ikke i hverdagen ellers, slik at de ikke har noe forhold til partikkelmodellen før de møter den i undervisningen på skolen. Men elevene kan bygge seg opp feilaktige forestillinger gjennom undervisningen. Elevene kan ifølge lærer 1 opparbeide seg feilaktige forestillinger i forbindelse med størrelse, ved at de kan tro at ting er mye større enn de egentlig er. Andre temaet der det kan oppstå feilaktige forestillinger, er den relative avstand i et atom, og hva luft og ingenting, er legger lærer 1 til. Siden dette foregår i undervisningen, kodes dette til å tilhøre teamet «misoppfatninger».

Lærer 2 synes det er vanskelig å svare på hvilke alternative forestillinger den har opplevd. Men han har opplevd at det eksempelet man viser er det som gjelder, og det ikke er overførbart til andre stoffer og situasjoner. Når vann går over til å bli vanndamp, så blir det «borte» betegner lærer 2 som en gjenganger. Det samme gjelder og at vann og is ikke er det samme. I tillegg kan det være utfordrende det man at man ikke kan klemme sammen vann, siden det finnes partikler i vann. Siden dette omhandler overførbarhet til stoffer som elevene kanskje ikke møter i hverdagen, men i undervisning, kodes dette til å tilhøre temaet «misoppfatninger».

Lærer 3 tenker at elever føler at det blir for abstrakt at ting ikke kan bli borte, men i stedet endrer form. Det kan å være utfordrende for elever å tenke at is, vann og damp er det samme stoffet. Dette er en forestilling elevene kan ha bygget seg opp før de starter med undervisningen, men det er også mulig å bygge opp en slik forestilling underveis i undervisningen. Dermed kan dette kodes til å tilhøre både temaet «hverdagsforestillinger» og «misoppfatninger». Dette

handler om hvor lett elevene tilegner seg ny fagkunnskap. Noen trenger å arbeide mer med det enn andre og derfor kan disse elevene bygge opp en slik forestilling.

Lærer 3: «Ja, det er vel litt det med at ting blir borte».

Lærer 4 har ikke opplevd at elever har hatt noen alternative forestillinger, eller opparbeidet seg det gjennom undervisning med partikkelmodellen. Denne læreren har benyttet seg kun av vann som eksempel, fordi elevene kjenner til dette stoffet, men tenker at det også hadde vært mulig å benytte seg av andre stoffer.

Lærer 4: «De har ikke noe forhold til det».

#### **4.8 Fagkompetanse og arbeid med alternative forestillinger**

Når det kommer til fagkompetanse som kan benyttes i arbeidet med alternative forestillinger, trekker ikke lærerne fram så mye i svarene sine. Lærer 1 nevner dette med å forenkle en modell mer, hvis det er mulig. For at dette ikke skal bli en feilaktig modell, må læreren ha god fagkompetanse utover det elevene skal lære seg i undervisningen om modellen. Videre legger lærer 1 til at man som lærer må vurdere de enkelte modellene, siden det hele tiden kommer nye og oppdaterte modeller. Det å vurdere en modell kan plasseres inn under temaet fagkompetanse gjennom koden «kunnskap om innholdet». Lærer 2 poengterer at elevene også har en fagkompetanse man kan benytte seg av. Lærer 3 trekker fram at må benytte sin egen fagkompetanse før man gjennomfører forøk med elevene, slik at man er sikker på at man får vist det som er ønskelig. Dette omhandler at man selv må benytte seg av kunnskap om innholdet, og tilhører derfor temaet fagkompetanse.

Lærer 3: «Nei, det er jo vanskelig å se kanskje, hvis den ikke krymper mye. Da må du ha gjort det forsøket før, så du vet at du synliggjør at den krymper da».

#### **4.9 Generell pedagogisk kompetanse og arbeid med alternative forestillinger**

Alle lærerne trekker fram den generelle pedagogiske kompetansen å variere undervisningen. Dette ble analysert til temaet generell pedagogisk kompetanse ved å benytte koden «variasjon». Man må fremme partikkelmodellen på flere måter for elevene. Arbeidsmetoder som trekkes fram av lærerne, er at de arbeider med samme modell på flere måter ved at de tegner, skriver, leser og arbeider praktisk med denne modellen. Man kan også variere undervisningen ved å at man ikke kun lærer av en lærer, men at man elevene også kan lære av hverandre sier lærer 2. Lærer 1 oppgir at for at man skal kunne avdekke alternative forestillinger, må man arbeide variert siden elever kan forstå ting ved et eksempel, men kanskje ikke overføre dette til andre situasjoner. Dette trekker også lærer 4 fram i sitt svar med tanke på begrepslæring også. Det å tilpasse undervisningen til de ulike elevene, blir også nevnt under intervjuene og kobles til temaet generell pedagogisk kompetanse ved hjelp av koden «tilpasset opplæring». Lærer 4 trekker fram flerspråklige elever som et eksempel når det kommer til begrepslæring, ved at her må man ofte senke kravene litt, og konkretisere det på en annen måte. Dette kan gjelde andre elever også, og derfor er det viktig at læreren kan lese modenheten til eleven og tilpasseundervisningen ut fra denne.

Lærer 1: «Prøve å avdekke modenheten til elevene. Dette kan komme på forskjellige tidspunkt hos de forskjellige elevene».

I forbindelse med grubletegning 1 trekker lærer 2 fram den generelle pedagogiske kompetansen å variere undervisningen og arbeidsmetodene i arbeidet med å forebygge, avdekke, og rette opp i alternative forstillinger. For elevene kunne jo ha forstått eksempelet med isen, men ikke kunne overført kunnskapen til eksempelet med ballongen. Og da finner man ut at eleven kanskje ikke har forstått det med partikler. Dette er en felle i denne læreren har gått i mange ganger selv.

Lærer 2: «Når du skal avdekke så er det viktig og ikke bare sjekke på en måte med en time og en måned, men du vil at den skal vise det gjennom flere økter da og flere arbeidsmåter».

#### 4.10 Fagdidaktisk kompetanse og arbeid med alternative forestillinger

I arbeidet med å forebygge, avdekke og rette opp i alternative forestillinger kommer alle lærerne med svar om hvordan de gjør dette med sin fagdidaktiske kompetanse. Lærer 1 trekker fram modellering som viktig, og dette kobles til temaet fagdidaktisk kompetanse gjennom koden «modeller». Man må lære elevene hva en modell i naturfag er. Siden partikkelmodellen kan være en av det første modellene elevene møter, er det derfor viktig å lære de at en modell er en forenkling av virkeligheten. Lærer 2 har jobbet med modeller der elevene lager en partikkelmodell selv med kroppen. Lærer 3 trekker fram at man som lærer må kunne klare å skape trygge og gode naturfaglige diskurser sammen med elevene, og bruke dette til å eksemplifisere videre for elevene. Dette kobles til temaet fagdidaktisk kompetanse ved hjelp av koden «undervisning i tråd med NoS-prinsipper», siden diskurser kan legges opp etter perspektivene i NoS. For å kunne avdekke alternative forestillinger, er naturfaglige diskurser et viktig hjelpemiddel. Da får man muligheten til å kunne gå rundt å veilede og benytte ekstra tid på de som har behov for det. Lærer 3 trekker fram begrepslæring som en viktig del av naturfagets egenart, og at det derfor bør være en del av undervisningen. Dette kobles til temaet fagdidaktisk kompetanse ved hjelp av koden «undervisning i tråd med NoS-prinsipper», med tanke på begrepsens posisjon i naturfagets egenart.

Når det kommer til fagdidaktisk kompetanse som kan benyttes for å rette opp i alternative, nevner lærer 2 at ting må bevises på en vitenskapelig metode slik man ser i sitatet under der lærer 2 kommer med et forslag til hvordan man skal rette opp en alternativ forestilling hos av elever i grubletegning 1. Da får elevene sett det på en praktisk måte. En annen ting som lærer 2 trekker fram, er at man kan benytte seg av læringspartnere for å skape en naturfaglig diskurs. Lærer 3 tenker at man også kunne gjennomført forsøket i grubletegning 2 for elevene. Dette fordi barn i dag er veldig visuelle, og dette er noe som har endra seg i stor grad på de 13 årene jeg har undervist. En annen arbeidsform lærer 3 også trekker fram er å arbeide vitenskapelig, ved at man for eksempel arbeider med hypoteser før elevforsøk. Dette er noe hun har arbeidet mye med på sjuende trinn i år. Den siste fagdidaktiske kompetansen lærer 3 trekker fram er å skape naturfaglige diskurser ut fra grubletegninger.

Lærer 2: «Da kunne vi jo veid før og etter, altså brukt en vekt».

Lærer 4 ville også benyttet seg av fagdidaktisk kompetanse for rette opp i alternative forestillinger hos elevene i de to grubletegningene i intervjuguiden, ved å bevise det på en praktisk og visuell måte. Dette ved å benytte flest mulig konkrete og benytte utsagn hos de ulike elevene i naturfaglige diskurser, slik som utsagnet til Emil i grubletegning 2. Dette går inn under temaet fagdidaktisk kompetanse, siden konkrete er en del av koden «representasjoner». Også lærer 1 sitt svar bygger på det å bevise fenomenet for elevene praktisk. Man kan lett vise for elevene hva som skjer med vann når det fryser på en praktisk og visuell måte, og dette vil være en god innfallsvinkel for videre læring om for eksempel begrepet tetthet på mellomtrinnet. Lærer 1 tenker også at man kan ta fram de ulike utsagnene i naturfaglige diskurser.

#### **4.11 Alternative forestillinger**

Om grubletegning 1, tenker lærerne at Lina har en alternativ forestilling. Lærer 2 og 4 tror at hun tenker på forholdet mellom vekt og størrelse, mens lærer 1 lurer på om hun kan blande inn begreper som tetthet, ved at hun kan en del teori fra før. Det at lærer 1 setter denne tanken opp mot teori fra tidligere undervisning, gjør at denne alternative forestillingen kan settes inn under temaet misoppfatninger. Dette er med noe usikkerhet, siden denne læreren ikke helt sikker i sin tankegang. Om Emilie tenker lærer 1, 3 og 4 at dette er en alternativ forestilling, og lærer 1 tenker at det er fordi hun kobler det mot tyngdekraften. Siden det ikke spesifiseres av lærerne hvordan denne alternative forestillingen er bygd opp, kan den derfor ikke analyseres til å tilhøre hverken misoppfatninger eller hverdagsforestillinger. Alle lærerne er enige om at Ola har den oppfatningen som er riktig.

På grubletegning 2 hadde ikke lærer 2 noen kommentarer om de ulike utsagnene, men i stedet om hvordan man kunne arbeide med utsagnene. Lærerne som svarte her er tydelig på at Ali har en alternativ forestilling, men de er usikre på hvordan den kan ha blitt bygget opp. Lærer 1 foreslår at dette kan være en alternativ forestilling som eleven har bygd opp i tidligere undervisning, og derfor kan den hjelp av kodene kategoriseres til temaet «misoppfatninger». Lærer 1 tenker videre at denne eleven har lært om krymping og utvidelse av stoffer, i forbindelse med temperatur endringer. Om Emil tenker lærer 1 og 4 at han har fått med seg noe, ved at han tenker at kulda gjør at partiklene i lufta er tettere sammen. Lærer 3 og 4 tenker at Olivia har en korrekt oppfatning, mens lærer 1 tenker at hun er på god veg, men at hun ikke klarer å se

sammenhengen mellom det praktiske og teoretiske i forbindelse med til ballongen. Dette kan bygge på at hun blander partikler og atomer. Om Mia tenker lærer 1, 3 og 4 at dette er en alternativ forestilling, og et forslag fra lærer 4 er at hun har en forestilling om at luft ikke er noe, og at dette har hun bygget opp før undervisningen. Siden forestillingen er bygd opp før undervisningen har startet kan den settes inn under temaet hverdagsforestillinger. Dette er også et begrep som lærer 1 benytter når han omtaler dette utsagnet.

Lærer 1 og 3 trekker i sine forklaringen av grubletegningene fram at hvis de skulle støte på en alternativ forestilling i sin undervisning, at det vil være behov for å ta en vurdering av den alternative forestilling og hvordan legge opp undervisningen etter dette. Det vil være et behov for å avdekke om dette er en misoppfatning eller hverdagsforestilling, og hvordan denne har blitt opparbeidet, ifølge lærer 3. Man også må vurdere hva eleven har mulighet for å lære av fagkunnskap, legger lærer 1 til. Lærer 1 trekker fram at det kan være naturlig å starte undervisningen av fagkunnskapen på nytt ved ta noen steg tilbake, og benytte seg av andre undervisningsmetoder. Det kan være at elevene har mer behov for støtte av lærer underveis i undervisningen, og at læreren derfor må dele opp undervisningen i små steg som introduseres trinnvis for elevene i gjennomføringen.

## 5. Diskusjon

### 5.1 Lærernes syn på fagkompetanse

I dette kapitlet belyses forskningsspørsmål 1, som omhandler nødvending fagkompetanse for å undervise i fysikk på 5.-7. trinn. Av fagkompetanse som trengs for å undervise i fysikk på 5.-7.trinn trekker lærer 1 fram at man som lærer må kjenne til hva elevene kan lære og hva de skal lære, med tanke på elementene i læreplanen. Lærer 1, 2 og 4 er enige om at lærere må ha en høyere fagkunnskap enn elevene. Lærer 4 sier at elevene kan undre seg gjennom undervisningen og komme med spørsmål utenfor pensum, og hun trekker dette fram som en årsak til at man bør kunne mer enn elevene. Dette er også en type situasjon som også lærer 2 trekker fram. Lærer 1 kommenterer at hvis det kommer fram spørsmål i undervisningen som man ikke kan svare på, blir læreren fort gjennomskuet, og at man derfor bør ha en utdanning som bygger på at fysikk er en del av det sammensatte faget naturfag (Angel et al, 2004, s. 685-686). Lærer 1 kommer i sitatet «Elever på 5.-7.trinn kan være veldig belærte, og derfor så gjelder det å ikke bare kunne det som er rett, men du må også vite hva som er feil, og hvilke feiloppfatninger de kan ha» med et utsagn som bygger på at lærere må kunnskap om mulige alternative forestillinger som kan oppstå i undervisningen noe som samsvarer med Gönen (2008, s. 79). Shulman (1986, s. 8) skriver at CK kan sees på som en akademisk kunnskap som innehas av lærere, mens som kan avvike fra forskere. Dette kan sees på som en mulig årsak til at ikke alle lærerne i studien har de samme svarene knyttet til fagkunnskap, siden fagkunnskap ikke alltid må bygge på forskning.

Det er et interessant funn at lærer 2 trekker fram at læreren må ha en høyere fagkompetanse enn det elevene skal lære, med tanke på at han selv viser en mangelfull fagkompetanse i partikkelmodellen. Dette fordi denne læreren ikke gir noe svar når den selv skal forklare partikkelmodellen, og heller ikke gjør noen tolkninger av grubletegning 2 i intervjuet. Denne læreren viser noe fagkompetanse knyttet til hvilke steder man i undervisningen kan benytte seg av partikkelmodellen, og ved at han avdekker en alternativ forestilling i grubletegning, og kommer med en forklaring til hva denne eleven tenker. En mulig årsak til at denne læreren ikke har noe klart svar når den selv skal forklare partikkelmodellen, kan være at han har lav selvtilit knyttet til egen kompetanse. En årsak til dette kan være denne lærerens utdanning bærer preg av lav kvalitet (Menon & Sadler 2016, s. 652-653 & 664). Det at lærer 2 har mangelfull

fagkompetanse om partikkelmodellen samsvarer med studien til Greensfeld og Gross (2020, s. 12), som konkluderte med lærere har et lavt nivå av fagkunnskap og at det antas at man bør være bekymret på grunn av dette. Denne bekymringen kan og deles med lærer 2, siden det kan være utfordrende å gjennomføre god undervisning hvis man selv ikke innehar kompetanse om det man skal undervise i.

## **5.2 Lærernes syn på generell pedagogisk kompetanse**

Lærer nummer 1 trekker i sitt intervju fram at en lærer i naturfag må kunne forklare ting på en slik måte at det ikke blir feil. I tillegg kan man ikke bare lære elevene det teoretiske, de må få arbeide praktisk. Dette støttes av lærer 2 og 3. Lærer 2 og 3 trekker fram variasjon som en viktig faktor for å skape vellykket undervisning (Nilsson og Vikström, 2015, s.6). Eksempler på dette fra lærer 3 er å skape ulike innfallsvinkler ved å arbeide praktisk, benytte video, bøker og nettressurser. Eller eventuelt benytte halvkonkreter som bilder av modeller, men dette gir ikke samme effekt. Å benytte seg av flere innfallsvinkler er en del av variasjonsteorien.

Lærer 4 trekker fram det å tilpasse undervisningen til eleven som en viktig nøkkel. Dette samsvarer med Nilsson & Vikström (2015, s.20) som skriver at undervisningen må tilpasses læringsobjektet. Dette innebærer at lærere må ha innsikt i de ulike måtene elevene ser og håndterer, eller skal lære seg å håndtere de ulike læringsobjektene på, og legge opp undervisningen etter dette. Ronen (2017, s. 142-144) trekker fram at lærere hele tiden må vurdere elevens forståelse. Dette gjelder både før, under og etter undervisningen. Dette gjør at man kan legge opp undervisningen etter elevens behov. Selv om dette er et konsept som gjelder for all undervisning, er det spesielt viktig å ha dette i bakhodet når man underviser i temaer det lett kan dukke opp alternative forestillinger i. I studien til Rozenszajn & Yarden (2014, s. 6-9) trekker 19% av lærerne fram elevenes personlighet som en faktor som påvirker undervisningen. Dette betyr at hvis man skal oppnå vellykket undervisning i forbindelse med denne faktoren, må undervisningen tilpasses og legges opp etter elevenes personlighet.

En annen ting som også lærer 4 trekker fram, er god formidlingsevne. Formidlingsevne i undervisning handler om kommunikasjonen mellom lærere og elever Gulzhahan et al (2013, s.



883) og dårlig kommunikasjon med elevene vil derfor kunne føre til dårligere formidling av fagstoff, slik at lavere resultater kan oppnås. Hvis det legges opp til variasjonen i utforskende arbeid er spesielt viktig at kommunikasjonen mellom lærer og elev er god. Utforskende arbeid er en viktig del av elevens undervisning i naturfag og andre fag (Nilsen et al, 2021, s. 214-215).

### **5.3 Lærernes syn på fagdidaktisk kompetanse**

I dette kapitlet belyses forskningsspørsmål 2 som omhandler nødvendig fagdidaktiskkompetanse for å undervise i fysikk på 5.-7. trinn. Av resultatene fremgår det at lærerne hadde mer utfyllende svar når det kom til PCK og at de benyttet mer kompetanse innenfor dette fagfeltet i arbeidet med å forebygge, avdekke og rette opp i alternative forestillinger knyttet til partikkelmodellen. Lærerne viste også mer entusiasme og forklarte mer med kroppsspråket når de snakket om fagdidaktisk kompetanse. Dette kan kobles opp mot det Loughran et al (2004) skriver om Shulman sin teori, om at lærere trenger å ha et høyt nivå av PCK for å kunne gjennomføre god undervisning. Det kan derfor tenkes at lærerne har et ønske om å skape best mulig undervisning for sine elever og at dette derfor har blitt et tema som virker mer interessant for lærerne. Ser man på figur 1, som viser forholdet mellom CK, generell didaktisk kompetanse og PCK i et venndiagram, forklarer den PCK med at det inneholder både elementer CK og generell pedagogisk kompetanse. Det kan derfor antydes at lærerne ser på lærerkompetanse i naturfag som en helhet og derfor fokuserer mer på PCK, enn fagkompetanse og generelle pedagogiske ferdigheter hver for seg. Denne fremstillingen samsvarer med Shulman (1986, s. 8).

Det at lærerne i denne studien er mer opptatt av fagdidaktisk kompetanse, skiller seg ut fra studien til Frågå et al (2021, s. 285-286). I den studien trakk lærerne som underviste i fysikk fram fagkunnskap hyppigst. Frågå et al (2021, s. 288) peker på at en mulig årsak til at fagkunnskap vektlegges høyt, er fordi fysikkfaget er i stor utvikling hele tiden, og at det å være oppdatert på faget vil være en stor del av jobben til en fysikklærer. Det at deltakerne i min studie ikke tydeliggjør at fagdidaktisk kompetanse er sammenhengen mellom fagkunnskap og generell pedagogisk kunnskap, kan være at de trenger mer erfaring med å jobbe med fagdidaktisk kompetanse i deres arbeid med undervisning. Mulige årsaker til forskjellene mellom disse to studiene kan derfor være at det har det blitt arbeidet mer med fagdidaktisk

kompetanse i skolen i etterkant av studien til Frågåt et al (2021), eller at det er forskjell i nivået av fagdidaktisk kompetanse arbeidet i de to utvalgene. Den ene studien har samlet data fra naturfagslærere på 5.-7.trinn, og den andre hos lærerstudenter og fysikk lærere i den videregående skolen. Studien til (Rozenszajn & Yarden, 2014) viser en lignende tendens som studien til Frågåt et al (2021). Dette ved at alle respondentene i denne trekker fram fagkunnskap, mens 94% trekker fram didaktiske ferdigheter. Dette er også en studie som er gjennomført i tilknytning til videregående opplæring (Rozenszajn & Yarden, 2014, s. 4-9). Dette kan derfor være med på å styrke troen på at det er et annet fokus på fagkompetanse, generell didaktiskkompetanse og fagdidaktisk kompetanse i undervisningen av elever på lavere alderstrinn enn i den videregående opplæringen. Selv om ikke alle respondentene i denne studien trakk fram didaktiske ferdigheter, ble dette sett på som mest essensielt for undervisningen. Det at CK trekkes fram av alle respondentene og at didaktisk kunnskap blir sett på som mest essensielt er med på styrke resultatet fra min studie, med tanke på at lærerne i denne studien vektlegger fagdidaktisk kompetanse høyest. Ved å benytte framstillingen til Mathers (2020, s. 23) ser man at PCK inneholder elementer fra både CK og generell didaktisk kompetanse.

Sammenligner man resultatene fra lærerstudentene i studien til Frågåt, et al (2021, s. 284-285) opp mot resultatene i min studie kan man se et større fokus på fagdidaktisk kompetanse og generelle didaktiske ferdigheter enn hos lærerne som ble intervjuet i studien til Frågåt, et al (2021, s. 284-285). Dette kan være med på å styrke tanken om at det arbeides mer opp mot fagdidaktisk kompetanse i skolen i dag ved at min studie er gjennomført på et senere tidspunkt enn studien til Frågåt, et al (2021, s. 284-285) og at det er mer fokus på dette i utdanningen av nye lærere. Det kan derfor tenkes at ved å gjennomføre en lignende studie som min på et senere tidspunkt, også vil bære preg av PCK fremfor fagkunnskap, med tanke på dette fokuset i utdanningen hos nye lærere hvis de er med i slike studier når de har startet å arbeide ute i skolen. En annen årsak kan også være at det tidligere har det vært ulike oppfatninger av fagdidaktisk kompetanse, dette betyr at det ikke er noen overordnet enighet om hva som inngår og at lærere derfor kan ha ulike meninger om hva som skaper god undervisning (Kind, 2011, s.2-3). Derfor kan det at det i de senere årene har blitt arbeidet mer med fagdidaktisk kompetanse blant annet i lærerutdanningene, ha ført til mer enighet i PCK begrepet slik at det i dag har blitt lettere å arbeide med og forstå fagdidaktisk kompetanse. Dette kan også ha satt et mer fokus på fagdidaktisk kompetanse så lærere ute i skolen er mer klar over det og tar det med seg i arbeidet

sitt og derfor kan reflektere mer rundt dette fagfeltet. Dette gjør at P fagdidaktisk kompetanse kan komme tydeligere fram når det innhentes data fra lærere ute i skolen for bruk i forskningsprosjekter.

Lærer 2 trekker fram at man som lærer må kunne variere undervisningen i lys av PCK teori, v. For best mulig effekt av variasjonsteorien skriver Nilsson og Vikström (2015, s.6) at lærere ikke kun kan tenke på variasjon som en generell didaktisk ferdighet, men bør se den i lys av PCK. I naturfag vil det si at man ikke kun legger vekt på for eksempel begreper alene, men i steder skaper en forståelse knyttet til likheter, ulikheter og overførbarhet til andre begreper. Dette trekker lærer 3 fram i form av å variere med for eksempel å benytte representasjoner av modeller. Dette betyr at man ikke kan benytte variasjonsteorien ved å kun variere de ulike eksemplene, men at man i stedet må se på likhetene og ulikhetene mellom de ulike eksemplene (Nilsson & Vikström, 2015, s.6). Lærer 2 kommer her med et eksempel på at man benytter seg av partikkelmodellen i undervisning knyttet til fasetilstander og vann. Dette kan føre til at eleven får en forståelse av at partikkelmodellen kun hører til vann og sidene av modellen som omhandler faseoverganger. Dette betyr at elevene kan gå glipp av partikkelmodellen som forklaring av andre fenomener både på høyere og på lavere nivå ut fra oversikten til Bel et al (2015, s.20). Eksempler på kunnskap som eleven kan gå glipp av er at alt rundt oss består av partikler og egenskapene til ulike stoffer.

Lærer 1 og 2 trekker fram at i undervisningen bør gjennomføres forsøk med elevene. Dette fordi elevene ikke bare arbeider med kunnskapen, men også arbeider med hvordan naturvitenskaplig kunnskap produseres. Arbeid med forsøk kan sees på som utforskende arbeid hvis det legges opp til forberedende arbeid for elevene før forsøket gjennomføres. Dette kan for eksempel være at elevene innhenter informasjon, eller arbeider med hypoteser slik lærer 3 trekker fram i sitt intervju at hun jobber med i sin klasse. Man kan også benytte seg av utforskende arbeid i etterkant av forsøket, ved å drøfte og argumentere for funn (Nilsen et al, 2021, s. 214-215).

Utforskende arbeid gjennom forsøk kan sees på som undervisning i tråd med NoS, hvis det gjøres i samspill med prinsippene om NoS. Undervisning gjennom prinsippene for NoS, kan

føre til mer effektiv undervisning enn tradisjonell undervisning (Lederman & Lederman, 2019, s. 1-3). Arbeid med prinsippene om NoS er en sentral del av undervisning i naturfag, og kan føre til at elever oppnår mestring (Nilsen et al, 2021, s. 218). Den første av de tre NoS-prinsippene, er at vitenskap er en kunnskapsmengde og omfatter for eksempel lover. Dette kan det arbeides med ved planlegging og forberedelse av forsøk. Det andre prinsippet er hvordan kunnskapen utvikles, og det er her arbeid med forsøket, som for eksempel oppsetting av hypoteser kommer inn. Den tredje er «hva er vitenskap?» og omhandler det å skille vitenskap, fra ikke-vitenskap og dette prinsippet kan det arbeides med i etterarbeidet med forsøket, for eksempel i diskusjoner.

#### **5.4 Krav til formell kompetanse hos lærere i naturfag**

Lærer 2 er den eneste i studien som trekker det fram formelle kravet av hva som kreves for å undervise i naturfag på 5.-7.trinn, og som blir beskrevet av Utdanningsdirektoratet (2022, s. 38). Dette kravet bygger på at lærere kun trenger godkjent lærerutdanning, og ingen studiepoeng eller utdanning i naturfag, slik som også lærer 2 trekker fram. Lærer 2 mener at de som underviser i naturfag blir satt til dette enten på grunnlag av deres interesse for naturfag, enten gjennom hele faget eller deler av faget, eller grunnet skolens behov. Interesse for å undervise i naturfag kan bygge på erfaring fra privatlivet, eller at læreren har utdanning innenfor naturfag. Lærer 2 mener det burde vært en et høyere krav til utdanning for å undervise i naturfag. Dette fordi naturfag er et stort fag, som favner bredt og inneholder mange begreper som lærer trenger kunnskap om, for å kunne undervise med. Utdanning til lærerne er viktig faktor som kan påvirke undervisningen, siden mangel på utdanning eller gjennomført utdanning av lav kvalitet, kan skape lav selvtillit hos læreren (Menon & Sadler, 2016, s. 652-653&664). I studien til Frågåt et al (2021, s. 285-286) kommer det fram at alle kan lære seg å bli gode lærere. Dette betyr at man kan se på utdanning som en viktig faktor for å skape gode lærere, siden dette er en naturlig måte å bygge opp kompetanse på. Det at andelen kvalifiserte lærere har økt fra 2015-2016 (Utdanningsdirektoratet, 2022, s. 39), kan man få en liten pekepinn på i denne studien ved at alle lærerne som deltar, ikke bare har en godkjent lærerutdanning, men at de også har en utdanning innenfor naturfag, selv om dette ikke er et krav.

## **5.5 Innehar lærerne den kompetansen de ønsker?**

I denne studien følte lærerne at de hadde den kompetansen som var nødvendig for å kunne gjennomføre undervisning i faget. En mulig årsak til at lærerne føler de har den kompetansen de trenger, kan være at man kun trenger godkjent lærerutdanning og ikke noen studiepoeng i naturfag for å kunne undervise på 5.-7.trinn (Utdanningsdirektoratet, 2020a, s. 38). Siden alle lærerne i denne studien har utdanning naturfag i tillegg til godkjent lærerutdanning, kan de derfor føle at de er kvalifiserte nok. En annen årsak kan være at lærerne i denne studien føler seg kompetente til å undervise i naturfag på 5.-7.trinn, kan være at de har gjennomført utdanning av høy kvalitet (Menon, & Sadler, 2016, s. 652-653). Selv om lærerne i denne studien føler at de innehar den kompetansen de trenger for å undervise i naturfag, kunne noen av dem fortsatt ønske seg mer kompetanse. Lærer 1 kommenterer at kompetanse ikke bare kan komme fra utdanning, men også av aktiviteter som for eksempel kurs. Lærer 4 trekker fram at man kan tilegne seg mer kompetanse ved hjelp av litteratur for lærerstudenter og læreverk. Lærer 1, 2 og 3 kunne tenkt seg mer fagdidaktisk kompetanse. Dette kan sees i sammenheng med at lærerne i studien viste en større interesse for fagdidaktisk kompetanse enn for kompetanseområdene CK og generell pedagogisk kompetanse. Dette kom fram av svarene under intervjuene og kroppsspråket og av kroppsspråket deres. Økt kompetanse i PCK vil være med å øke lærerens generelle forståelse av PCK (Lee & Luft, 2008, s. 3). Hvis lærerne i denne studien ikke hadde følt de hadde tilstrekkelig kompetanse i naturfag, kunne det ført til en lav selvtillit knyttet til naturfagundervisning (Menon, & Sadler, 2016, s. 664). Dette er noe som kunne påvirket resultatene i studien. Dette kan sees i sammenhengen med studien til Sjøberg et al (2020, s.55-56) der lærerne følte seg mer sikre på innholdet i undervisningen enn hvordan de skulle legge det fram. Derfor vil det være naturlig at lærerne i denne studien også ønsker mer kompetanse i hvordan legge fram fagstoffet til elever og ikke kompetanse i selve fagstoffet.

## **5.6 Alternative forestillinger innenfor partikkelmodellen**

Ifølge Hannisdal & Ringnes (2019, s. 29) er det liten sannsynlighet for å møte på hverdagsforestillinger i forbindelse med partikkelmodellen, siden elever i yngre alder ofte ikke har noen erfaringer med partikler på mikronivå. Det kunne derfor forventes at man i denne studien i stedet ville møte mer på misoppfatninger enn hverdagsforestillinger. Alle lærerne i studien med unntak av lærer nummer 4, har opplevd at elever har hatt en hverdagsforestilling,

eller opparbeidet seg en misoppfatning knyttet til partikkelmodellen. Det at lærer 4 ikke har avdekket noen alternative forestillinger strider med Adadan (2013, s. 1100-1101), som sier at elever ofte kan ha feilaktige forestillinger om luft før undervisningen. En mulig årsak til dette kan være at denne lærer 4 i hovedsak har arbeidet med partikkelmodellen i tilknytting til faseoverganger med vann som eksempel. Vann er et eksempel som det er lett å benytte seg av i undervisningen, siden elevene kjenner til vann fra før av (Smith & Plumley 2016, s. 11), og at denne læreren, derfor ikke har hatt mulighet for å avdekke om elevene har en kontekstuell forståelse. En annen årsak kan være at denne læreren ikke har klart å fange opp alternative forestillinger hos elevene og derfor er uvitende om at elevene har alternative forestillinger (Ronen, 2017, s. 142-144). Dette kan skyldes at denne læreren ikke har gode nok strategier for å avdekke alternative forestillinger (Thompson & Logue, 2006, s. 554). Med tanke på at lærer 4 kanskje ikke har gode nok strategier for å avdekke alternative. Det er sannsynlig at hun underviser elever som har alternative forestillinger. Samtidig som lærer 4 kanskje ikke har gode nok strategier for å avdekke alternative forestillinger, er det også mulig at elever som hun underviser har en frykt for å vise at de har en alternativ forestilling (Thompson & Logue, 2006, S. 558-559). En kombinasjon av disse to årsakene kan gjøre det utfordrende for denne læreren å gjennomføre undervisning (Ronen, 2017, s. 20-21), siden man hun ikke har avdekket de alternative forestillingene, noe som kan føre til at disse ikke blir rettet opp og elever kan sitte igjen med en oppfatning som ikke vitenskapelig akseptert. Ved å se på resultatene fra TIMMS 2015 og 2019, ser man at hovedvekten av elevene i naturfag ligger på enten høyt eller middels nivå (Kaarstein et al, 2020, s. 31). Det er en mulighet at lærer 4 har hatt fokus på elevene på disse to kompetansenivåene, og dette kan dermed være årsak til at lærer 4 ikke har støtt på noen alternative forestillinger hittil i sin undervisning. Man kan også se at de norske elevene ligger litt over de danske og svenske elevene i naturfag, selv om vi ser en liten endring i fysikk som ikke er signifikant (Kaarstein et al, 2020, s. 28). Dette kan antyde at mange elevene vi har i Norge at elevene som ligger på middels høyt eller høyt kompetansenivå, har god kompetanse i naturfag, og alternative forestillinger er mer vanlig på lavt kompetanse nivå. Det å eventuelt ekskludere på en slik måte strider mot Shulman (1986, s. 8), som skriver at en god lærer har som oppgave å oppfylle alle elevens læringsbehov.

Lærer 1 og 3 peker i sine intervju fram at elevene kan ha alternative forestillinger knyttet til hva luft er, og at det finnes luft mellom partiklene i atomer. Dette samsvarer med funnene til Adadan (2013, s. 1100-1101) som sier at dette er vanlig forestilling som elever har tilegnet seg før

undervisning. Lærer nummer 3 sitter også igjen med denne erfaringen etter å ha undervist, selv om hun ikke nevner det som en alternativ forestilling. Imidlertid peker lærer 1 på at dette er en oppfatning som kan oppstå som en misoppfatning underveis i undervisning, og ikke som en hverdagsforestilling som er opparbeidet før undervisningen begynte. At denne læreren trekker fram dette kan bygge på tidligere erfaringer fra undervisning. Eller at denne studien bygger på elever på lavere alderstrinn enn mye forskning enn temaet er gjennomført på, slik at de ikke har mulighet til å bygge seg opp erfaringer utenfor undervisning. En mulig årsak til denne feilaktige forestillingen kan være at de tror at luft er ingenting, fordi de tenker at luft ikke har masse. Ofte fordi de forbinder masse med vekt, og siden luft har liten masse, klarer de ikke å føle masse hos luft (Smith & Plumley 2016, s. 8). Det kan være utfordrende å akseptere partikkelmodellen på bakgrunn av sunn fornuft og tidligere kunnskaper om materialer (Albanese & Vicentini, 1997, s. 254-255). Siden masse hos luft er utfordrende å erfare, kan dette regnes som typisk alternativ forestilling innenfor fysikk. Dette fordi fysikk inneholder en del elementer som er vanskelig å oppfatte og erfare (Gönen, 2008, s. 79).

Gjennom et sitat forklarer lærer 1 det at lærere må ha kjennskap til hvilke alternative forestillinger som finnes ute hos elevene. Dette samsvarer med Gönen (2008, s. 79) som skriver at hvis læreren ikke har kompetanse om alternative forestillinger alternative, forestillinger vil det være liten sannsynlighet for at elevene skal kunne utvikle korrekte oppfatninger av akseptert vitenskap. For eksempel ved at lærerne ikke har kompetanse til å avdekke slike forestillinger. Dette bygger på at hvis ikke eleven har en fullstendig forståelse, er det lett å trekke feil konklusjoner ut fra en modell. Dette er en prosess det er vanskelig å unngå.

Under intervjuet fikk lærerne muligheten til å kommentere to ulike grubletegninger knyttet til partikkelmodellen. Alle lærerne var enige om at Ola hadde en korrekt oppfatning, men at Emilie og Lina hadde bygget opp en alternativ forestilling. Lærer 2 og 4 sin forklaring på forestillingen til Lina er at hun blander størrelse og masse slik som Smith & Plumley (2016, s. 8) beskriver. I grubletegning 2 tenker lærer 1, 2, og 3 at Ali har en alternativ forestilling, men at det er vanskelig å skille på om dette er en hverdags forestilling eller en misoppfatning. Dette stemmer overens med Gomez-Zwiep (2008, s. 8), som skriver at det kan være utfordrende å definere en misoppfatning, og at lærere ofte arbeider med å avdekke alternative forestillinger i

fasen de aktiverer forkunnskaper. Siden lærerne i denne studien kun så disse utsagnene i en grubletegning, og ikke har undervist disse elvene selv, så kan dette være en årsak til at det er utfordrende for lærerne å definere om utsagnene er knyttet til en misoppfatning eller en hverdagsforestilling. Lærer 1, 3, og 4 er også enige om at Mia har en alternativ forestilling, og lærer 1 tenker at dette kan være en hverdagsforestilling knyttet til at luft ikke er «noe», slik som Smith & Plumley (2016, s. 8) beskriver. Dette fordi eleven kan ha erfart dette selv, til tross for at det ikke er korrekt ifølge akseptert vitenskap (Thompson & Logue, 2006, S. 553). Ifølge lærer 1 og 4 har Emil fått med seg noe, men ikke alt. De definerer ikke dette som en alternativ forestilling, og årsaken til det, kan tenkes er at Emils oppfatning ikke strider helt med akseptert vitenskap (Ronen, 2017, s. 20-21). Lærer 3 og 4 mener at oppfatningen til Olivia er korrekt, mens lærer 1 tenker hun er på god veg. En mulig årsak til at lærerne definerer oppfatningen til Olivia ulikt, kan være at de innehar ulik oppfatning av innholdet i akseptert vitenskap (Ronen, 2017, s. 20-21).

## **5.7 Lærernes kunnskap om partikkelmodellen**

Ser man på fremstillingen til Bel et al (2015, s.20), kan ikke svaret til lærer nummer 2 plasseres noe sted siden den ikke har noe svar på dette spørsmålet. Lærer nummer 3 og 4 kan plasseres på nivå 2, siden begge to trekker fram faseoverganger i sine svar. Dette ser man også med tanke på hvilke temaer de benytter partikkelmodellen i sin undervisning. Et eksempel på dette er at lærer 3 i et sitat nevner at hun benytter partikkelmodellen når de koker vann på 6.trinn. Lærer nummer 1 sitt svar strekker seg over flere nivåer. Dette er nivåene 1, 3 og 4. Dette fordi at han trekker fram eksistensen til partikler og hvordan disse kan sees på. I tillegg viser også lærer til elektrisitet og energinivåer, der ladninger som er knyttet til øverste nivå inngår. En mulig årsak til dette kan være at denne læreren har mer utdanning i naturfag enn de andre lærerne og at han har undervisningserfaring på høyere alderstrinn i tillegg til erfaring med undervisning på 5.-7. trinn. Forklaringen til lærer 3 og 4 kan tolkes som mangelfull, siden den kun inneholder bruk av partikkelmodellen knyttet til å forklare fenomener, og ikke inneholder den delen med at alt består av partikler (Albanese & Vicentini, 1997, s. 257). Mangelfull fagkompetanse slik som lærer 2, 3 og 4 viser at de har, er vanlig for lærere som underviser i naturfag (Greensfeld & Gross, 2020, s. 12).



Ser vi på forklaringen til Hannisdal & Ringnes (2019, s. 26-27) av partikkelmodellen, mangler lærer 3 og 4 flere deler i sin forklaring. Blant annet inngår ikke ordet partikkel i deres forklaring og heller ikke noe som kan knyttes opp til hva partikler er, eller at alt består av partikler, selv om dette er noe elevene lærer i tidlig skolealder. Disse to lærerne nevner ulike tilstandene atomer kan ha, men ikke at dette knyttes til partiklens bevegelse. Dette strider med hvordan partikkelmodellen blir beskrevet i læreplanen for naturfag. I et kompetansemål etter 7.trinn står det at elevene skal «bruke partikkelmodellen til å forklare faseoverganger og egenskapene til faste stoffer, væsker og gasser» (Utdanningsdirektoratet, 2020a, s. 8). Dette betyr at det burde vært et større fokus på egenskaper, siden eleven skal lære om dette i undervisningen.

I denne studien er det lærer 1 som kan forklare partikkelmodellen grundigst, men det kan allikevel antydes at denne læreren selv har en misoppfatning knyttet til bevegelse i atomer. Dette framgår gjennom sitatet «De klarer å tenke skall, eller rettere sagt baner». Her forklarer lærer 1 hvordan elever kan tenke og at elevene som tenker dette kanskje ikke har forstått alt. Ved å sette dette opp mot akseptert vitenskap, vil dette bety at eleven ikke i det har fått med seg hvordan bevegelsen er, men at eleven kanskje uttrykker seg på grunnlag av representasjoner eller modeller, og ville i en slik som denne har blitt kategorisert som en misoppfatning. Årsaken til at dette blir sett på som en misoppfatning hos lærer 1, er at han tenker at elevene har fått med seg noe, selv om de egentlig ikke har gjort det. Derfor kan det antydes at også denne læreren har behov for høyere fagkompetanse på dette fagfeltet, selv om han selv trekker fram i intervjuet at fagkompetansen er av høyt nok nivå. Det at det avdekkes en misoppfatning hos en av lærerne i denne studien er noe man på forhånd kunne forventet, siden dette er noe som også ble funnet i studien til Greensfeld og Gross (2020, s. 9).

## **5.8 Modeller og læringsteori**

Modeller er ofte forenklinger, og får derfor ofte fram noen bestemte sider ved et fenomen, men ikke alltid alle (Pajchel et al, 2019, s. 142-145). Dette samsvarer med svaret til lærer 1, som bygger på at partikkelmodellen er en sterkt forenklet modell, noe som kan føre til at den kan bli feilaktig i visse situasjoner. Kind et al (2017, s. 39-42) trekker fram sosiokulturell læringsteori i arbeidet med modellering i skolen. Imidlertid kommer lærer 1 med et utsagn som ikke kan knyttes opp mot sosiokulturell læringsteori. I sitatet «For å kunne lære bort til elever som kan

mye, må du både vite hva som er rett, hva som er feil og hvilke oppfatninger elevene kan ha» trekker denne læreren fram det å lære bort til elevene, i stedet for å det å opp til læring for elevene med støtte fra en lærer som bygger opp et stillas for elevene. Dette synet kan kobles opp mot Behavioristisk læringsteori, ved at denne læreren ser på at ny kunnskap som elevene skal tilegne seg finnes utenfor eleven, og at det derfor er lærer som skal lære bort (Jensen & Aas, 2011, s. 45-55). En mulig årsak til dette kan være at dette er den læreren i studien som har undervist lengst, og derfor har en eldre lærerutdanning enn de andre lærerne som ble intervjuet i studien. Utdanningen til lærer 1 kan derfor bygge på andre perspektiver, enn lærerutdanningene til de andre lærerne i studien.

## **5.9 Variasjon blant lærerne**

Lærer nummer 1 skiller seg ut i svarene fra de andre informantene som ble intervjuet. Blant annet så trekker denne fram at partikkelmodellen kan benyttes i undervisning om elektrisitet og lys. I tillegg hadde denne læreren mer utfyllende svar i hele intervjuet, og spesielt merkbart var det i forbindelse med temaet fagkompetanse. En mulig årsak til dette kan være at han har en annen utdanningsbakgrunn enn de andre lærerne. I stedet for å ta en tradisjonell lærerutdanning som de andre, har denne læreren tatt ulike emner innenfor naturfag med mer dybdeinnhold ved universitet før den har studert pedagogikk i separate emner. Dette har resultert i at informanten har flere studiepoeng i naturfag enn de andre. Dette stemmer overens med Menon og Sadler (2016, s. 652-653), som skriver at jo mer utdanning man har av god kvalitet vil føre til høyere nivå av fagkompetanse og mer tro på egen fagkompetanse. Lærer 1 har også utdanning om skoleverket utover lærerutdanning, som kan bety at han har høyere kompetanse om skolens oppbygging og dermed læreplanene. Denne læreren kan derfor koble de to kompetansemålene «bruke partikkelmodellen til å forklare faseoverganger og egenskapene til faste stoffer, væsker og gasser» og «utforske elektriske og magnetiske krefter gjennom forsøk og samtale om hvordan vi utnytter elektrisk energi i dagliglivet» som gjelder for elever etter 7.trinn opp mot hverandre, og dermed benytte partikkelmodellen i elektrisitetsundervisning og ikke bare i undervisning om faseoverganger (Utdanningsdirektoratet, 2020a, s. 8).

Lærer 1 har også en bredere og lengre erfaring i undervisning, siden han både har arbeidet i grunnskolen og i videregående opplæring. PCK er noe som dannes gjennom erfaring, og jo mer

erfaring man har jo bedre kompetanse vil man kunne opparbeide seg (Lee & Luft, 2008, s. 3). I jobben lærer 1 har nå, foregår deler av opplæringen som kurs og nivået strekker seg mellom videregående og høyskole/universitetspensum og helt ned til nivåer som kan sammenlignes med de laveste nivåene i grunnskolen. I tillegg har denne undervisningen foregått i små grupper, og iblant med enkeltindivider, så tilpassingen av undervisningen har vært stor. Dette kan også sees på som en mulig årsak til at denne lærer 1 skiller seg ut fra de andre lærerne. Lærer 1 er også den eneste som ønsker seg mer kompetanse om læreplanen i naturfag. En mulig årsake til dette kan være at hans kompetanse innenfor skolens oppbygning, ved at denne læreren har arbeidet mer med læreplanen og sett på hvor omfattende den er siden den inkluderer mange elementer som overordnet del, tverrfaglige temaer, kjerneelement, kompetansemål, fagets relevans og sentrale verdier (Utdanningsdirektoratet, 2022, s. 8).

### **5.10 Bruk av lærerkompetanse i arbeidet med alternative forestillinger**

Forskningsspørsmål 3 bygger på hvordan lærere arbeider med alternative forestillinger. I dette kapitlet vil dette sees på gjennom lærerne sin forslag til hvordan man kan arbeide med de ulike utsagnene i undervisning. Forskningsspørsmål 1 og 2 er aktuelle med tanke på fagkompetanse og fagdidaktiskkompetanse innenfor lærerkompetanse. Arbeidet med alternative forestillinger inkluderer forebygging, avdekking samt det å rette opp i de alternative forestillingene.

Lærer 1 trekker fram at man må ha fagkompetanse i modellering, og at man videre trenger fagdidaktisk kompetanse for å benytte modeller i undervisningen. Fagkompetansen går ut på at man må vite hva en modell er, ved at det er en forenkling av virkeligheten. Dette samsvarer med beskrivelsen til Pajchel et al (2019, s. 142-143), men her trekkes det fram enda mer enn det lærer 1 gir uttrykk for i intervjuet. Blant annet at modeller kan benyttes til å beskrive ulike ting som objekter, ideer, hendelser, prosesser eller strukturen i systemer. Det finnes mange ulike modeller som tegninger, fysiske tredimensjonale modeller, matematiske formler og indre forestillinger. I undervisningen bør man derfor legge vekt på styrker og svakheter ved modellen som benyttes. En slik svakhet ved partikkelmodellen kan være at det er utførende å vise størrelse, slik som lærer 1 påpeker under intervjuet.

Fagdidaktisk kompetanse i arbeid med partikkelmodellen handler om hvordan du legger fram modellen, og lærer 2 trekker fram en metode han selv har benyttet, ved at elevene modellerer partikkelmodellen ved hjelp hverandre. Slik undervisning kan være med på å forbygge misoppfatninger. Elevene lærer da at modeller er forenklinger av virkeligheten der man kan representere et fenomen på en annen måte enn selve fenomenet. Dette vil kunne være med på å vise svakheter ved modellen, slik at elevene lærer at de ikke er overførbare til alt. For hvis elever lærer seg at modellen kan overføres til alle situasjoner, kan dette føre til at de overfører de til en situasjon der den ikke stemmer med akseptert vitenskap, og derfor sitte igjen med en misoppfatning.

I sitatet «Da kunne vi jo veid før og etter, altså brukt en vekt» til lærer 2, kommer denne læreren med et eksempel på hvordan man kan bevise teori for elever med en misoppfatning eller hverdagsforestilling. Dette er en påstand som lærer 1 støtter. Å arbeide med bevis for teorier og lover, kan sees på som undervisning i tråd med NoS-prinsipper (Lederman & Lederman, 2019, s. 1-3), ved at det handler om hvordan teorier og lover blir til akseptert vitenskap. I undervisning der det jobbes med bevis, kan derfor elevene være med på å avkrefte teorier eller å styrke dem. I naturvitenskap er det slik at teorier må bekreftes gjennom mange prosesser for kunne regnes som akseptert vitenskap. Ved at man jobber med kunnskap gjennom naturfagets egenart, slik som her, er det viktig å se på hvordan naturfag kan være samfunnsnyttig. Dette kan gjøres gjennom de to perspektivene nytteperspektivet og dannelsesperspektivet. Nytteperspektivet omhandler at kunnskap er et verktøy for å oppnå mål eller fordeler. Dannelsesperspektivet handler om at kunnskap har en verdi i seg selv. Kunnskap i naturfag er nødvendig for å mestre hverdagslivet og som forberedelse til utdanning og ulike yrker (Voll et al, 2019, s. 59-60). I studien til Angell et al (2012, s. 113-115) konkluderes med at hvis man skal fremme modellering i fysikk, kan man ikke bare fokusere på undervisningsmateriell, men også synet på naturfagets egenart og på fysikklæringen som ligger til grunn for lærerens praksis. Et verktøy for å kunne gjøre elevene oppmerksomme på dette, er diskurser. Dette fordi elever ikke er i stand til å kunne utføre alle oppgaver på egenhånd, fordi at de lærer av hverandre, og av å dele kunnskap med andre elever (Geletu, 2022, s. 2-4).

Lærer 2, 3 og 4 trekker fram elevdiskurser som en fagdidaktisk kompetanse i arbeidet med alternative forestillinger. Dette kan benyttes for å avdekke alternative forestillinger, eller å rette opp i disse hvis elever har opparbeidet seg det. I tillegg kan det benyttes for at undervisningen skal være i tråd med perspektivene i NoS (Voll et al, 2019, s. 59-60). Lærer 2 forteller at læringspartnere kan være et godt utgangspunkt for naturfaglige diskurser. Dette samsvarer med Ronen, (2017, s. 142-144) som skriver at en viktig brikke i elevdiskurser er å få elevene til å tenke selv, i stedet for at læreren underviser. Lærer 4 forteller at man kan benytte utsagn fra elevene i undervisning for å starte en slik diskurs. Dette vil bety at læreren for en annen rolle i klasserommet som en mer lyttende person, noe som kan kreve en annen kompetanse hos læreren. Lærers rolle vil da gå ut på å observere, og det er elevene som kommuniserer seg imellom. Dette skaper et klasserom der elevene får mer tillit og ansvar for læringen, mens læreren fungerer som en veileder (Gulzhahan et al, 2013, s. 883). I studien til Thompson & Logue (2006, S. 558-559) trekkes det fram at spørsmål fra læreren underveis kunne påvirke elevene slik at de ble forvirret. Hvis en lærer påvirker elevene slik at de blir forvirret når den veileder elevene i diskurser, er mulig at det oppstår nye misoppfatninger, derfor er det viktig at læreren har gode spørsmål til elevene.

Ronen (2017, s. 142-144) skriver om hvordan diskurser skal benyttes i tilknytning til eksperimenter. Under slik arbeid må ikke elevene bare gjennomføre eksperimentet. Det er viktig at de får muligheten til å formulere spørsmål til observasjonene sine, diskutere observasjonene med både medelever og lærere og samt at de får planlegge videre undersøkelser. Dette er noe lærer 3 tar opp i sitt intervju ved å trekke fram hypotesearbeid i forkant av eksperimenter.

Lærer 2 trekker fram den generelle pedagogiske kompetansen å variere undervisningen i arbeidet med alternative forestillinger. Dette kan gi elevene flere eksempler slik at det ikke oppstår misoppfatninger i undervisningen, eller at man får bedre grunnlag for å avdekke hverdagsoppfatninger. Ved at undervisningen bygger på flere eksempler der man ser på begreper eller fenomener i kontekst med andre begreper og fenomener, kan man avdekke om elevene kun har forstått begrepet eller fenomenet i den situasjon de har arbeidet med, eller om de har bygget seg opp en kontekstuell forståelse (Nilsson & Vikström, 2015, s.6)

## 5.11 Scaffolding

Lærer 1 trekker fram at elevene har mer behov for støtte av lærer underveis i undervisningen, og at læreren derfor må dele opp undervisningen i små steg som introduseres for elevene. Dette samsvarer med teorien om «scaffolding» eller støttestrukturer som begrepet oversettes til norsk, der læreren deler opp undervisningen og fungerer som en brobygger (Kurina et al, 2020, s. 5). Kurina et al (2020, s. 5) skriver at «scaffolding» kan kobles til den pedagogiske kompetansen er knyttet til det å mestre pedagogiske ferdigheter. Som lærer kan man bygge opp et stilas rundt eleven. Støttestrukturer bygges opp ved at eleven får lettfattelige og tydelige instruksjoner fra lærer. Dette kan gis muntlig eller skriftlig. Dette går ut på å koble forkunnskapene elevene har opparbeidet seg mot ny kunnskap. ved å organisere og kunnskapen og forståelsen hos elevene. Dette betyr at lærere må ha innsikt i de ulike måtene elevene ser og håndterer eller skal lære seg å håndtere de ulike læringsobjektene slik som (Nilsson & Vikström, 2015, s.20) skriver. Denne oppdelingen av undervisningen som lærer 1 sikter kan derfor sees på som et stillas for eleven, og at den bygger på at flere faktorer som blir trukket fram i intervjuet, slik som tilpasset opplæring.

## 5.12 BMRP Modell PCK

Lærer 1 og 3 trekker i sine intervju under forklaringen av grubletegningene fram, at hvis de skulle støte på en alternativ forestilling i sin undervisning, vil det være behov for å ta en vurdering av den alternative forestilling, og hvordan man legger opp undervisningen etter dette. Dette kan kobles opp mot «Blended model of reflective PCK» (Zulfikar et al, 2021, s. 631-634). Det man kan kjenne igjen, er at lærer 1 og 3 er bevisste i sin undervisning og ønsker og videreutvikle denne. Dette gjør de ved at de starter med selvrefleksjon når de oppdager alternative forestillinger hos elevene sine. Ved at man oppdager en misoppfatning hos en elev, gjenkjenner man feil fra sin egen undervisning. Etter at disse to lærerne har tilstrekkelig informasjon om den alternative forestillingen, starter arbeidet med å finne en løsning for hvordan undervisningen skal legges opp. Det betyr at læreren før dette må ha tolket konteksten, og reflektert i eller over handlingen. Den nye undervisningen må legges opp etter læringsmålene, og som lærer 1 nevner i intervjuet, kan det hende at disse også må endres, ved at man må reflektere over hva eleven har mulighet til å kunne lære. Gjenkjennbart er også det det lærer 1 sier, ved at man kanskje må gå tilbake noen skritt, og dermed starte undervisningen

på nytt. Arbeid gjennom «BMRP Modell PCK» der man forsker på egen praksis, kan være med på å øke nivået av PCK hos læreren (Nilsson og Vikström, 2015, s. 7-8). Å starte undervisningen på nytt kan dette danne et grunnlag for å ta med flere representasjoner inn i undervisningen for elevene. Dette fordi man som lærer kan ha merket at den eller de representasjonene man allerede har benyttet, ikke har skapt den ønskede læringen hos elevene. Derfor kan det at man velger å benytte seg av flere representasjoner i den nye undervisningen, være en faktor som er med på å skape et høyere læringsutbytte hos elevene, men hvis utbyttet skal økes betraktelig, er det behov for å gjøre flere endringer i undervisning enn å bare trekke inn flere representasjoner (Adadan, 2013, s. 1100-1101). Lærer 3 sier i intervjuet at man kan representere modeller på ulike vis for eksempel todimensjonalt ved hjelp av bilder, tredimensjonalt ved å benytte seg av nettressurser som video eller fysiske modeller som for eksempel kulepinner. Lærer 2 fremmer i intervjuet at man kan representere modeller fysisk ved hjelp av elevene.

Man kan se på «BMRP Modell PCK» som en læringsstudie siden dette er en metode lærere kan benytte for å utvikle seg ved å forske på egen praksis (Nilsson og Vikström, 2015, s. 7-8). Nilsson og Vikström (2015, s. 7-8) skriver at læreren hele tiden bør etterstrebe å utvikle seg som lærer, da dette er en av de viktigste faktorene som er med på å bidra til læring hos elevene. PCK er del av det daglige arbeidet til læreren, og man kan antyde at det omfatter både teori og erfaring fra pågående undervisning. Det man kan kjenne igjen i «BMRP Modell PCK» i forhold til læringsstudier, er at man reflekterer over nødvendige forutsetninger for å lære et bestemt innhold, og hvordan man skal møte dette i en læringssituasjon. I en læringsstudie er læringsobjektet og elevens oppfatninger viktige momenter. Det som skiller «BMRP Modell PCK» fra en læringsstudie, er at man i læringsstudier benytter seg av andre lærere til å gjennomføre undervisningen for så å sammenligne dette opp mot hverandre og trekke konklusjoner. Ved at lærer 1 og 3 forsker på sin egen undervisning på premisser som kan knyttes opp mot «BMRP Modell PCK» eller læringsstudier, benytter de ikke bare kunnskap fra andre, men produserer også egen kunnskap (Nilsson & Vikström, 2015, s.20). Å oppnå kunnskap på denne måten, er et kjennetegn i mange profesjonsyrker i tillegg til lærere, som for eksempel medisin (Lee & Luft, 2008, s. 3).

## 6. Konklusjon

### 6.1 Oppsummering

I forbindelse med forskningsspørsmål 1 poengterer lærerne i denne studien at man må ha en høyere fagkompetanse enn elevene i fysikk for å kunne undervise i naturfag på 5.-7. trinn. Lærerne som deltok i studien hevdet at fagkompetanse innenfor fysikk inneholder elementer som læreplanforståelse og kunnskap om innholdet, noe som samsvarer med Shulman (1986, s.8). I forbindelse med forskningsspørsmål 3 kommer det fram at fagkompetanse kan innebære å forenkle modeller, forklare fagstoff til elevene og til å legge opp undervisningen hensiktsmessig etter målene for undervisningen. Og at dette er aktuelt i arbeidet med å forebygge, avdekke og rette opp i alternative forestillinger.

Lærerne i denne studien forklarer også viktigheten av generell didaktisk fagkompetanse i form av variasjon og det å tilpasse undervisningen. I forbindelse med forskningsspørsmål 3 trekker det fram at det å variere undervisningen kan benyttes i arbeidet med å avdekke alternative forestillinger innenfor partikkelmodellen. Hvis man varierer undervisningen, kan man da avdekke om elevene har opparbeidet seg en kontekstuell forståelse. Videre kommer det i denne studien fram at tilpasning av undervisningen er en viktig faktor i arbeidet med å rette opp i alternative forestillinger.

Forskningsspørsmål 2 omhandler nødvendig fagdidaktisk kompetanse for å undervise i fysikk på 5.-7.trinn, og rundt dette reflekterer lærerne i denne studien at dette innebærer bruk av modeller, representasjoner, og utforskende arbeid. Utforskende arbeid er undervisning som kan være i tråd med prinsipper fra NoS, ved at man jobber med hvordan kunnskap i naturfag produseres, slik som for eksempel hypotese arbeid. Dette er med på å styrke tidligere forskning som sier at undervisning i tråd med NoS skaper bedre undervisning for elevene, siden den er mer effektiv (Lederman & Lederman, 2019, s. 1-3). Et eksempel på dette er å kunne støtte opp om tidligere forskning som har ført til teorier og lover, ved å bevise dette for elevene i undervisningen. Dette kan benyttes både for å forebygge og for å rette opp i alternative forestillinger. Denne undervisning er i tråd med Nos, ved at den omhandler hvordan kunnskap blir produsert og akseptert (Lederman & Lederman, 2019, s. 1-3). Lærerne i denne studien



trekker også fram at man i elevdiskurser kan avdekke alternative forestillinger. Slike elevdiskurser kan være undervisning i tråd med NoS, ved at de de benyttes i forbindelse med forarbeid eller etterarbeid til forsøk. To av lærerne i studien benytter seg også av metoder som samsvarer med elementer fra læringsstudier (Nilsson & Vikström, 2015, s. 7-8) og «BMRP Modell PCK» (Zulfikar et al, 2021, s. 631), hvis de skulle avdekke alternative forestillinger i sin undervisning.

Selv om lærerne i denne studien fremhevet fagkompetanse, generell pedagogisk kompetanse og fagdidaktisk kompetanse, som alle er elementer i lærerkompetanse (Shulman, 1986. s. 8), viste lærerne i denne studien mer interesse for fagdidaktisk kompetanse. Dette kan forklares ved at fagdidaktisk kunnskap innebærer elementer fra fagkompetanse og generell pedagogisk kompetanse, slik man ser i figur 1. Det flesteparten av alternative forestillinger i denne studien ble kodet til å tilhøre misoppfatninger, samsvarer med Hannisdal og Ringnes (2019, s. 29) som skriver at hverdagsforestillinger om partikler på mikronivå er ofte ikke så vanlig, siden elever ofte har liten erfaring med dette før undervisning.

## **6.2 Implikasjoner for videre forskning**

Denne studien antyder at lærere har mangelfull fagkompetanse om partikkelmodellen, og at det finnes misoppfatninger hos lærere, slik som det også påpekes i studien til Greensfeld og Gross (2020, s. 9 & 12). Dette gir en indikasjon på at det kan være nødvendig å gjennomføre flere studier som kartlegger lærernes fagkompetanse, siden det er få studier som tar utgangspunkt i å undersøke dette. Videre kan det være aktuelt å benytte seg av funn fra slike studier til å forske mer på hvordan man kan øke lærernes fagkompetanse.

I studien avdekkes det også at en av lærerne ikke har opplevd alternative forestillinger hos sine elever om partikkelmodellen. Dette strider med Smith og Plumley (2016, s. 10) som skriver at elever ofte kan ha alternative forestillinger knyttet til hva luft er. En mulig årsak til dette kan ifølge Thompson og Logue (2006, s. 554) være at denne læreren ikke har gode nok strategier for å avdekke alternative forestillinger. Ronen (2017, s. 142-144) skriver at lærere ofte ikke er klar over at elever har alternative forestillinger. Dette kan derfor gi en indikasjon på at det er et

behov for å forske mer på strategier for å avdekke alternative forestillinger, slik at lærere kan benytte seg slik kunnskap i sin undervisning.

## Litteraturliste

- Adadan, E. (2013). Using multiple representations to promote grade 11 students' scientific understanding of the Particle Theory of Matter. *Research in Science Education* (Australasian Science Education Research Association), 43(3), 1079–1105.  
<https://doi.org/10.1007/s11165-012-9299-9>
- Albanese, A., Vicentini, M. Why Do We Believe that an Atom is Colourless? Reflections about the Teaching of the Particle Model. *Science & Education* 6, 251–261 (1997).  
<https://doi.org/10.1023/A:1017933500475>
- Alimuddin, Z., J. H. Tjakraatmadja, and A. Ghazali. (2020). “Developing an Instrument to Measure Pedagogical Content Knowledge Using an Action Learning Method.” *International Journal of Instruction* 13 (1): 425–444.  
<https://doi:10.29333/iji.2020.13128a>
- Angell, C., Flekkøy E. G. & Kristiansen, J. R. (2011). *Fysikk for lærere: Naturfag i grunnskolelærerutdanningen 5.-10.trinn*. Gyldendal.
- Angell, C., Guttersrud, Ø., Henriksen, E. K., & Isnes, A. (2004). Physics: Frightful, but fun. Pupils' and teachers' views of physics and physics teaching. *Science Education*, 88(5), 683-706. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/sci.10141>
- Angell, Kind, P. M., & Henriksen, E. K. (2012). Implementation of empirical-mathematical modelling in upper secondary physics: Teachers' interpretations and considerations. *Nordina : Nordic Studies in Science Education*, 4(2), 113–122.  
<https://doi.org/10.5617/nordina.284>
- Bell, D., Devés, R., Dyasi, H., Garza, G.F, Léna, P., Millar, R., Reiss, M., Rowell, P. & Wei Yu, W. (2015). *Working with Big Ideas of Science Education*.  
<https://www.ase.org.uk/bigideas>
- Befring, E. 2020. *Sentrale forskningsmetoder: -med etikk og statistikk* (2.utgave). Cappelen Damm.
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77-101. doi:10.1191/1478088706qp063oa

- Frågått, T., Henrisken, E.K, & Tellefsen, C.F. (2021). Pre-service science teachers' and in-service physics teachers' views on the knowlegde and skills of a good teahcer. *Nordic Studies in Science Education*. <https://doi.org/10.5617/nordina.7644>
- Geletu, G. M. (2022). The effects of teachers' professional and pedagogical competencies on implementing cooperative learning and enhancing students' learning engagement and outcomes in science: Practices and changes. *Cogent Education*, 9(1). <https://doi.org/10.1080/2331186X.2022.2153434>
- Greensfeld, H. & Gross, T. (2020). What Do We Know about Teachers' Knowledge? Assessing Primary Science Teachers' Content Knowledge in the Jewish and Arab Sectors. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 16(10), em1885. <https://doi.org/10.29333/ejmste/8473>
- Gulzhahan, B., Zhanat, B., Balabek, S., Zinagul, T., & Zhanar, N. (2013). Pedagogical Basis of Communicative Competence Formation. *Procedia, Social and Behavioral Sciences*, 89, 882–885. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.08.949>
- Gönen, S. (2008). A Study on Student Teachers' Misconceptions and Scientifically Acceptable Conceptions About Mass and Gravity. *J Sci Educ Technol* 17, 70–81 (2008). <https://doi.org/10.1007/s10956-007-9083-1>
- Hannisdal, M. & Ringnes, V. (2019). *Kjemi for lærere: Naturfag i grunnskolelærerutdanningen 5.-10.trinn*. (2.utg). Gyldendal Norsk Forlag AS.
- Høgskolen i Innlandet. (u.å). *MGL2510 Grunnskolelærerutdanning for trinn 5-10*. <https://studiekatalog.edutorium.no/inn/nb/program/MGL2510/2023-host>
- Jacobsen, D. I. (2022). *Hvordan gjennomføre undersøkelser?: Innføring I vitenskaplig metode*. (4.utg). CAPPELEN DAMM AS.
- Jensen, R., & Aas, M. (2011). *Å utforske praksis : grunnskolen*. Cappelen Damm akademisk.
- Kaarstein, H., Radišić, J., Lehre, A.C., Nilsen, T. & Bergem, O.K. (2020). TIMSS 2019. *Kortrapport*. Institutt for lærerutdanning. Univeristet I Oslo. <https://www.uv.uio.no/ils/forskning/prosjekter/timss/2019/timss-2019-kortrapport.pdf>
- Kind, V. (2009). Pedagogical content knowledge in science education: perspectives and potential for progress. *Studies in Science Education*, 45(2), 169-204. [doi:10.1080/03057260903142285](https://doi.org/10.1080/03057260903142285)

- Kind, P. M., Angell, C., & Guttersrud, Ø. (2017). Teaching and Learning Representations in Upper Secondary Physics. In D. F. Treagust, R. Duit, & H. E. Fischer (Eds.), *Multiple Representations in Physics Education* (pp. 25-45). *Springer International Publishing*.  
[https://doi.org/10.1007/978-3-319-58914-5\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-319-58914-5_2)
- Kurnia, Ibrahim, M., & Widodo, W. (2020). Scaffolding design to improve pedagogical competence of natural sciences for pre-service biology teachers. *Journal of Physics. Conference Series*, 1567(4). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1567/4/042074>
- Lederman, N.G. & Lederman, J.S. Teaching and learning nature of scientific knowledge: Is it Déjà vu all over again? *Discip Interdiscip Sci Educ Res* 1, 6 (2019).  
<https://doi.org/10.1186/s43031-019-0002-0>
- Lee, E., & Luft, J. A. (2008). Experienced Secondary Science Teachers' Representation of Pedagogical Content Knowledge. *International Journal of Science Education*, 30(10), 1343-1363. <https://doi:10.1080/09500690802187058>
- Loughran, J., Berry, A., & Mulhall, P. (2012). *Understanding and Developing Science Teachers' Pedagogical Content Knowledge*. SensePublishers.
- Loughran, J., Mulhall, P., & Berry, A. (2004). In search of pedagogical content knowledge in science: Developing ways of articulating and documenting professional practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(4), 370–391.  
<https://doi.org/10.1002/tea.20007>
- Menon, D. & Sadler, T. D. (2016). Preservice Elementary Teachers' Science Self-Efficacy Beliefs and Science Content Knowledge. *Journal of Science Teacher Education*, 27(6), 649–673. <https://doi.org/10.1007/s10972-016-9479-y>
- Nilsen, T., Frøyland, M., Henriksen, E. K., Kolstø, S. D., Jorde, D., Korsager, M., Knain, E., Ødegaard, M., Teig, N., Jensen, F., Kjærnsli, M., Bungum, B., Løken, M. & Stadle, M. G. (2021). *Med blikket mot naturfag: Nye analyser av TIMSS 2019-data og trender 2015–2019*. Nilsen, T. & Kaarstein, H. (red.) Universitetsforlaget.  
<https://doi.org/10.18261/9788215045108-2021-09>
- Nilsson, P. & Vikström, A. (2015). Making PCK Explicit-Capturing Science Teachers' Pedagogical Content Knowledge (PCK) in the Science Classroom. *International Journal of Science Education*, 37(17), 2836–2857.  
<https://doi.org/10.1080/09500693.2015.1106614>

- Nyeng, F. (2012). *Nøkkelpbegreper i forskningsmetode og vitenskapsteori*. Fagbokforlaget.
- Postholm, M. B. & Jacobsen, D.I. (2019). *Læreren med forskerblikk: innføring i vitenskapelig metode for lærerstudenter*. Cappelen Dam.
- Postholm, M. B- & Jacobsen, D. I. (2021). *Forskningsmetode for masterstudenter I lærerutdanning*. Cappelen Dam.
- Ramlawati, Mun'im, A., & Yunus, S. R. (2018). Improving Pedagogical Competences of Prospective Science Teachers to Develop Learning Materials through Jigsaw Cooperative Model. *Journal of Physics*. Conference Series, 1028(1).  
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1028/1/012209>
- Ronen, I. (2017). *Misconceptions in science education: help me understand*. Cambridge Scholars Publishing.
- Rozenszajn, R., & Yarden, A. (2014). Mathematics and biology teachers' tacit views of the knowledge required for teaching: varying relationships between CK and PCK. *International Journal of STEM Education*, 1(1), 11–11.  
<https://doi.org/10.1186/s40594-014-0011-7>
- Shulman, L.S. (1986). Those who understand: knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15, 4–14.
- Sjøberg, M., Gregers, T. F., Ødegaard, M., & Tsigaridas, K. G. (2020). Biologilæreres kryssing av kulturgrenser–fra en naturvitenskapelig kultur til en skolekultur. *Nordic Studies in Science Education*, 16(1), 52-66. <https://doi:10.5617/nordina.6518>
- Smith P.S, Plumley C.L & Hayes M.L. (2016). A Review of the Research Literature on Teaching about the Small Particle Model of Matter to Elementary Students. *Horizon Research*, Inc. <https://eric.ed.gov/?id=ED587209>
- Smith, P. S., Plumley, C. L., & Hayes, M. L. (2017). Eliciting Elementary Teachers' PCK for Small Particle Model. the International Small Particle Model. Presented at the NARST Annual International Meeting April 2017 San Antonio, TX.  
<https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED587205.pdf>

- Thompson, F. & Logue, S. (2006). An exploration of common student misconceptions in science. *International Education Journal*, 7(4), 553-559.  
<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e10720>
- Universitetet i Oslo. (2017, 28. september). *Nettskjema-diktafon mobilapp*.  
<https://www.uio.no/tjenester/it/adm-app/nettskjema/hjelp/diktafon.html>
- Utdanningsdirektoratet. (2016). Lærerkompetanse - kvalitet I fagopplæringen.<https://www.udir.no/kvalitet-og-kompetanse/kvalitet-I-fagopplaringen/Administrasjon/Larerkompetanse>
- Utdanningsdirektoratet. (2020a). Læreplan i naturfag (NAT01-04).  
<https://www.udir.no/lk20/nat01-04>
- Utdanningsdirektoratet. (2022). Utdanningsspeilet 2022. <https://www.udir.no/tall-og-forskning/publikasjoner/utdanningsspeilet/utdanningsspeilet-2022/grunnskolen/kompetansekrav-og-videreutdanning/>
- Utdannings- og forskningsdepartementet (2004) *Kultur for læring*. (St.meld. nr. 030 (2003-2004)). Hentet fra <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/stmeld-nr-030-2003-2004-/id404433/>
- Voll, L. O., Bøe, M. V., Mork, S. M., Haug, B., Fiskum, K. & Frøyland M. Pajchel, K., Ramton, A. M. T. S., & Solid, P. Ø. D. (2019). *Dybdelæring i naturfag*. Holt, A., Voll, L. O., & Øyehaug, A. B (Red). Universitetsforlaget.
- Ødegaard, M., Kjærnsli, M., Karlsen, K., Kersting, M., Lunde, M. L. S., Olufsen, M & Sæleset, J. (2021). Tett på naturfag I klasserommet. *Kortrapport*. Institutt for lærerutdanning. Universitetet I Oslo.  
[https://www.uv.uio.no/ils/forskning/prosjekter/lissi-laring-naturfag/lissi\\_kortrapport.pdf](https://www.uv.uio.no/ils/forskning/prosjekter/lissi-laring-naturfag/lissi_kortrapport.pdf)

# Vedlegg 1- Intervjuguide

## Bakgrunn

1. Hvilken utdanning har du, og hva er din bakgrunn som lærer?

## Partikkelmodellen

2. Hvordan forstår du som lærer partikkelmodellen?
3. Under hvilke tema benytter du partikkelmodellen i undervisningen din?
4. Hvilken erfaring har du med undervisning i partikkelmodellen?

## Lærerkompetanse

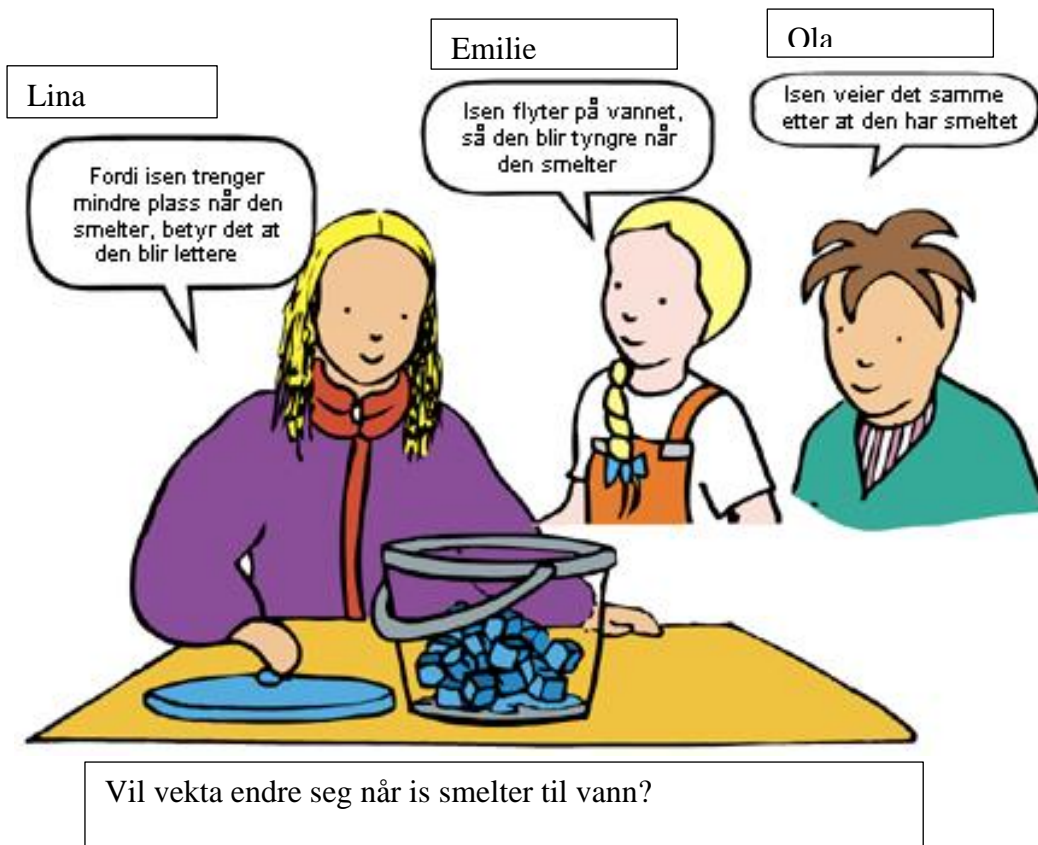
5. Hvilken fagkompetanse trenger du for å undervise i fysikk på 5-7.trinn?
6. Hvilken fagdidaktisk kompetanse trenger du for å undervise om i fysikk på 5-7. trinn?
7. Føler du at du som naturfagslærer har den kompetansen du trenger for å undervise i fysikk på 5-7.trinn?

## Alternative forestillinger

8. Kan du beskrive noen alternative forestillinger som dine elever har, som gjør det utfordrende for deg som lærer å gjennomføre undervisning der partikkelmodellen inngår?
9. Hvordan arbeider du for å forebygge, avdekke og rette opp i alternative forestillinger i undervisning der partikkelmodellen inngår?
10. Kan du forklare de ulike utsagnene i grubletegningen?
11. Hvordan ville du som lærer håndtert de ulike utsagnene?



### Grubletegning 1:



### Grubletegning 2:

