Norges miljø- og biovitenskapelige universitet

Masteroppgave 2021 30 stp
Fakultet for realfag og teknologi

Fysikklæreres bruk av praktisk arbeid i termofysikk på videregående skole

Physics teachers' use of practical work in thermophysics in high school

Anders Halvorsen
Lektorutdanning i realfag

Forord

Denne oppgaven bemerker sluttens på min 5-årige lektorutdanning i realfag, gjennomført ved Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU). Masteroppgaven er gjennomført samtidig med jobben min som matematikk- og naturfaglærer.

Arbeidet med denne oppgaven har vært lærerikt og motiverende for meg som lærer. Jeg har, for eksempel, fått muligheten til å fordype meg i fysikkdidaktiske problemstillinger som er knyttet til undervisning, som jeg, underveis, har reflektert over i ettertid. Jeg håper at arbeidet med masteroppgaven har gjort meg til en bedre fysikklærer.

Jeg skylder alle de involverte en stor takk for råd, tips, inspirasjon og, ikke minst, deltakelse i masteroppgaven.

Takk til mamma for korrekturlesning og diskusjoner angående skriving.

Takk til mine tre medstudenter, Truls, Silje og Fredrik for diskusjon av skriving.

Takk til min veileder, Gerd Johansen, som har gitt presise tilbakemeldinger, nyttige innspill og hyggelig veiledningsmøter.

Halden, juli 2021

Anders Halvorsen

Sammendrag

I den nye læreplanen for fysikkfaget skal termofysikk deles inn i to presise kompetansemål, hvor det ene kompetansemålet handler om at elevene skal forstå temperaturbegrepet og forklare hvordan tilført varme går med på å øke temperaturen. Elever skal også kunne gjennomføre praktisk arbeid i faget, som skal trene de på å jobbe vitenskapelig. De skal også kunne koble teori og erfaringer fra praktisk arbeid til å utvikle begrepsforståelse og hvorfor dette er viktig.

Denne masteroppgaven handler om hvordan fysikklærere tilrettelegger for praktisk arbeid for å synliggjøre begrepene, varme og temperatur, for elever som tar fysikk 1 ved videregående skole. Jeg har derfor tatt for meg teori om begrepsforståelse og praktisk arbeid, og anser dette som to viktige deler innenfor realfagsdidaktikk. I tillegg blir det presentert teori om lærerens rolle under tilretteleggingen.

Studien har vært en kvalitativ tilnærming, ved at jeg har brukt åpne, individuelle intervjuer som forskningsmetode for å forsøke å besvare forskningsspørsmålet mitt. Jeg har gjennomført tre intervjuer av fysikklærere ved tre forskjellige videregående skoler, og dette utgjør kilden til mine data.

Studien viser at fysikklærerens oppfatning av begrepsforståelse fremhever det samme som beskrives i litteraturen. Det er viktig at elevene ikke blander hverdagsspråk og fagspråk i en fysikkfaglig sammenheng. Fysikklærerenes beskrivelser om tilrettelegging av praktisk arbeid, forankres noe i teorien, men det er vanskelig å si noe om hvilken type praktisk arbeid som bør benyttes i undervisning, for å lære de termofysiske begrepene. Det kan, for eksempel, være hensiktsmessig å intervjue elever som har termofysikk. Fysikklærerne legger likevel opp til en praksis der elevene får muligheten til å gjøre forsøk som kan få de til å diskutere betydningen av begrepene, varme og temperatur.

Abstract

In the new curriculum for the subject of physics, thermophysics will be divided into two precise competence goals, where one goal is about the students understanding the temperature concept and explaining how added heat also increases the temperature. Students should also be able to do practical work in the subject of physics, which would train them to work scientifically. They should also be able to link theory and experiences from practical work, for developing an understanding of concepts and why this is important.

This master's thesis is about how physics teachers facilitate practical work to make the concepts, heat and temperature, visible to 17-year-old students. Therefore, I have considered the theory of concept understanding and practical work, as two important parts within science didactics. In addition, theory about the role of the teacher, is presented.

The study has been a qualitative approach, in that I have used an open, individual interviews as a research method to try to answer my research question. I have conducted three interviews of physics teachers at three different upper secondary schools, and this is the source of my data.

The study shows that the physics teacher's perception of concept understanding emphasizes the same as described in the literature. It's important that students do not mix everyday language and professional language in a physics context. The physics teacher's description of facilitation of practical work is somewhat anchored in the theory, but it is difficult to determine how concept learning can be achieved through practical work. For instance, it may be appropriate to interview students, who have done the thermophysics course. The physics teachers, nevertheless, propose a practice where the students are given the opportunity to make experiments, that can make them, for instance, discuss the meaning of the concepts of heat and temperature.

Innhold

Forord ... 1
Sammendrag ... 2
Abstract ... 3
1 Introduksjon ... 5
1.1 Bakgrunn og motivasjon ... 5
1.2 Hensikt og forskningsspørsmål ... 7
2 Teori ... 9
2.1 Praktisk arbeid – ulike roller og mål ... 9
2.2 Begrepsforståelse av varme og temperatur ... 14
2.3 Læreren og elevene ... 17
3 Metode ... 19
3.1 Det individuelle, åpne intervjuet som metode ... 19
3.2 Utvalg ... 21
3.3 Min rolle ... 22
3.4 Gjennomføring av intervjuene ... 23
3.5 Etiske refleksjoner ... 24
3.6 Kvalitetskontroll – validitet og reliabilitet ... 25
3.7 Analyse av data ... 28
4 Analyse og funn ... 31
4.1 Fysikklærernes syn på begrepsforståelse av varme og temperatur ... 31
4.2 Fysikklærernes bruk av praktisk arbeid i termofysikk ... 35
4.2.1 Fredriks bruk av praktisk arbeid i termofysikk ... 36
4.2.2 Helenes bruk av praktisk arbeid i termofysikk ... 38
4.2.3 Simens bruk av praktisk arbeid i termofysikk ... 40
4.2.4 Likheter mellom fysikklærernes bruk av praktisk arbeid i termofysikk ... 41
4.2.5 Ulikheter mellom fysikklærerens bruk av praktisk arbeid i termofysikk ... 42
4.3 Fysikklærernes bruk av praktisk arbeid for å synliggjøre begrepene ... 43
5 Konklusjon og veien videre ... 46
6 Litteraturliste ... 48
Vedlegg 1 – Informasjonsskriv og samtykkeskjema ... 50
Vedlegg 2 – intervjuguide ... 52

1 Introduksjon

1.1 Bakgrunn og motivasjon

Denne masteroppgaven handler om praktisk arbeid i fysikk, og nærmere bestemt om læreres tilretteleggelse- og, gjennomføring av, og refleksjoner rundt praktisk arbeid i termofysikk. Fra en undersøkelse gjennomført ved Universitetet i Oslo (Angell, Henriksen & Renstrøm, 2011) kom det frem av at termofysikk var et tema, som «trengte mer kjærlighet» i fysikkundervisningen med tanke på den nye læreplanen. I forhold til tidligere læreplaner, er termofysikk nesten borte fra pensum (Angell, Bungum, Henriksen, Kolstø, Persson & Renstrøm, 2016). Termofysikk er delen av fysikkfaget som handler om energioverføring på et mikroskopisk nivå. Det omfatter, blant annet, sentrale begreper som trykk, temperatur og varme, og hvordan de kan ses i sammenheng i et lukket system. Termofysikk var ansett som en viktig del av den klassiske fysikken i tidligere læreplaner (Angell et al., 2016).

I nåværende læreplan er det kun ett kompetansemål som er knyttet til termofysikk. Sammenliknet med de andre kompetansemålene i fysikk 1, er det nesten ingen regning på noen størrelser. Elevene skal kunne «*gjengi og drøfte kvalitativt termofysikkens første og andre lov*» (Utdanningsdirektoratet, 2006). Kompetansemålet synes jeg kan fremstå som litt upresist, fordi den virker overordnet i forhold til de begrepene som inngår i termofysikk. I den nye læreplanen for fysikk 1 i fagfornyelsen, derimot, deles termofysikk inn i to mer presise kompetansemål. Fra høsten 2021 skal elevene som tar fysikk 1, kunne *«forstå begrepet temperatur og forklare hvordan tilført varme til et system fører til temperaturendring i dette systemet»*, og *«utforske hvordan energi kan gå fra en annen form til en annen, og vurdere energikvalitet og virkningsgrad i slike overganger»* (Utdanningsdirektoratet, 2021). Disse kompetansemålene deler opp det nåværende kompetansemålet i LK06 til å handle om termodynamikkens to lover i separate mål. Det første kompetansemålet er relevant for forskningsspørsmålet mitt, da det handler presist om begrepsforståelse av temperatur og varme. Det andre kompetansemålet er ikke direkte relevant for forskningsspørsmålet, men kan være relevant for å trekke inn varmebegrepet som en energioverføring.

I tillegg til kompetansemålene i fysikk, skal det også innføres tverrfaglige temaer i de nye læreplanene. I demokrati og medborgerskap, skal elevene rustes til å utvikle kunnskap om naturvitenskap som skal gi dem grunnlag for å forstå og kunne være delaktige i, for eksempel, samfunnsdebatter (Utdanningsdirektoratet, 2021). Klimadebatter hvor man snakker om jordas

strålingsbalanse kan kobles mot termofysisk kunnskap og forståelse av temperatur, varme og varmeoverføring. En god forståelse av disse begrepene kan hindre at elevene forveksler klimaproblemer med, for eksempel, hull i ozonlaget (Angell et al., 2016).

De to hovedtemaene jeg skal holde meg til i denne masteroppgaven, er praktisk arbeid og begrepsforståelse av varme og temperatur. Ifølge utdanningsdirektoratet (2006) er det praktiske arbeidet er knyttet til fysikkfagets eksperimentelle område. Min egen interesse for praktisk arbeid i realfag har utviklet seg gjennom årene jeg har studert ved NBMU, ved at jeg ser hvordan denne formen for arbeid er med på å, for eksempel, synliggjøre at det jeg sitter og regner på i timene, ser ut til å stemme med målinger i laboratoriet. Fysikkfaget har åpnet mer interesse for å undre over ting, som, for eksempel, hvordan kjøleskapet kan holde lav temperatur, eller hvorfor man blåser på mat som føles varmt. I tillegg som aktiv faglærer i naturfag, har jeg sett at flere elever synes det er lærerikt og gøy med eksperimentelt arbeid. Jeg synes alltid det er gøy å prøve å forklare hverdagslige fenomener med litt fysikk. På en annen side har jeg også erfart at det oppstår utfordringer med å forstå fysikk. Dette kan, for eksempel, være at man ikke kan skille mellom fysikkfagets definisjoner av begreper, og hverdagsspråk. Begrepene temperatur og varme i termofysikken er gode eksempler på en slik utfordring med begrepsforståelse for elevene, da det kan blandes med hverdagsspråket.

Som lektorstudent med relativt lite erfaring i å undervise i fysikk har jeg fått mulighet til å lese meg opp på mer fysikk-temaer og bruke tid på å prøve å forstå dette, før jeg skal undervise selv. Når det gjelder undervisningen, viser mine tidligere erfaringer at mange elever synes dette faget er tungt, krevende og det er vanskelig å koble det med matematikk. Elever som velger fysikk stilles også krav til å vurdere eksperimentelle sammenhenger (Utdanningsdirektoratet, 2006) og koble dette med teorien de lærer i fysikkfaget (Angell et al., 2016). Det er også forsket på læringsutbytte av praktisk arbeid, og mye av det har gitt en indikasjon på at læring ved praktisk arbeid er vanskelig å måle. Masteroppgavens temaer er motivert av egen interesse for termofysikk, og min tro på at praktisk arbeid, virkelig kan bidra til læring, eller, i hvert fall, at elevene får en erfaring med å observere og/eller undre. Jeg har et håp om at denne masteroppgaven vil gjøre meg til en mer reflektert fysikklærer som kan utvikle min kompetanse til å tilrettelegge og gjennomføre praktisk arbeid i fysikk. Videre har jeg et håp om at denne masteroppgaven vil tilføye noe nyttig innenfor fysikkdidaktikken, som, for eksempel, kan knyttes til de nye læreplanene i fysikk.

1.2 Hensikt og forskningsspørsmål

Formålet med masteroppgaven er å undersøke hvordan fysikklærere tilrettelegger praktisk arbeid i termofysikk i fysikkundervisningen. Jeg vil bruke dette til å finne ut hvordan denne formen for undervisning kan bidra til å synliggjøre begrepene, temperatur og varme for elevene. Derfor er forskningsspørsmålet mitt:

> *Hvordan kan praktisk arbeid i termofysikk tilrettelegges slik at begrepene, temperatur og varme blir synliggjort?*

I denne masteroppgaven betyr ordet «synliggjøre», i overført betydning, at elevene skal få muligheten til å utvikle evner til å bruke begrepene i, for eksempel, en faglig sammenheng. For å forsøke å besvare spørsmålet mitt, tar jeg utgangspunkt i fysikklæreres erfaringer med tilrettelegging av praktisk arbeid i termofysikk, og hvordan dette kan bidra til å synliggjøre begrepene: varme og temperatur. Jeg vil også avklare hva fysikklærere legger i forståelse av begrepene og drøfte hvordan hensiktsmessig bruk av praktisk arbeid kan bidra til å synliggjøre begrepene. Derfor kan forskningsspørsmålet mitt deles inn i to underspørsmål:

1. *Hva mener fysikklærere er kjennetegn på elevenes forståelse av begrepene varme og temperatur?*
2. *Hvordan tilrettelegger fysikklærere praktisk arbeid i termofysikk?*

Jeg er interessert i å anvende teori om praktisk arbeid, og drøfte om fysikklærernes tilrettelegging av dette samsvarer med det som anbefales av relevante forskere. I Verner Schilling (2006) sin forskning om praktisk arbeid, er målet med det praktiske arbeidet å bygge opp teorien først, slik at man kan stille spørsmål som kan behandles eksperimentelt. Hofstein & Lunetta (2004) mener at fysikklærere trenger ressurser for å undervise effektivt i et praktisk miljø, og det må forskes mer på læringsutbytte. Samtidig tyder forskningen på at eksperimentelt arbeid kan bidra til utvikling av elevers forståelse for begreper og teori. Gyllenpalm, Wickman & Holmgren (2010) presenterte en taksonomi for å strukturere typer praktisk arbeid etter lærerens instruksjoner og i hvilken grad øvelsene er mer åpne.

Forståelse av begrepene varme og temperatur er knyttet til elevenes kognitive argumenter, som er et mål som kan oppnås fra å gjøre ekseperimenter (Angell et al., 2016). I Mustafa Baser (2006) sin forskning beskrives noen misoppfatninger som er vanlig for elever. Elevene står da ovenfor en kognitiv konflikt, og må, ifølge det konstruktivistiske læringsperspektivet, justere sammenhengene i sine kognitive skjemaer (Sjøberg, 2014). Jeg er interessert i å finne

ut hva fysikklærere tenker om god forståelse av begrepene, og drøfte hvordan dette kan kobles til kognitive konflikter og, for eksempel, hverdagsforestillinger av begrepene.

2 Teori

I denne delen av masteroppgaven min, vil jeg presentere det teoretiske grunnlaget jeg har satt for forskningsspørsmålet mitt. Siden forskningsspørsmålet mitt handler om hvordan fysikklærere kan tilrettelegge praktisk arbeid for å synliggjøre begrepene av varme og temperatur, vil jeg ta for meg teori om praktisk arbeid og begrepsforståelse. Ettersom forskningsspørsmålet er rettet mot fysikklæreres tilrettelegging av praktisk arbeid, vil det også bli presentert teori om lærerens rolle og hvordan det kan kobles mot tilrettelegging av praktisk arbeid. Den presenterte teorien vil fungere som en analyseramme for resultatene fra de individuelle intervjuene, og som grunnlag for å diskutere funn fra analysen.

2.1 Praktisk arbeid – ulike roller og mål

For å gjøre begrepet «praktisk arbeid» mer presist i denne oppgaven, har jeg først valgt å ta utgangspunkt i hvordan Gyllenpalm & Wickman (2011) definerer det:

> *The term «laboratory task» is our translation the Swedish word "laboratorion". As a preliminary clarification "laboratory task" can be thought of as synonymous to "practical work", "practical," or "laboratory" in science education. Thus, it generally refers to an educational activity involving some practical or physical investigation, performed at a single instance that is accompanied by student writing a laboratory report about their findings (Gyllenpalm & Wickman, 2011).*

Gyllenpalm & Wickman (2011) drøfter også betydningen av begrepet «praktisk arbeid» mot begrepet «eksperimentelt arbeid» og det viser seg at begrepet «eksperimentelt arbeid» ofte brukes som et synonym til «laboratoriearbeid». Begrepet «eksperimentelt arbeid», er også nevnt i læreplanen for fysikk 1 og fysikk 2 i kunnskapsløftet (K06) (Utdanningsdirektoratet, 2006). I hovedområdet «Den unge forskeren» står det følgende noe generelt om eksperimenter i fysikkfaget:

> *Fysikk er et eksperimentelt fag, der trening i å planlegge, gjennomføre og vurdere forsøk innenfor de forskjellige hovedområdene i faget, er viktig (Utdanningsdirektoratet, 2006).*

Det eksperimentelle arbeidet går ut på at elevene skal gjøre noe praktisk i fysikkfaget, for eksempel, elevøvelser eller laboratoriearbeid (Angell et al., 2016). I tillegg er også demonstrasjonsforsøk en annen form for praktisk arbeid. Angell et al (2016) skriver at det eksperimentelle arbeidet har mange roller i fysikk som bidrar til ulike budskap hos elevene. Eksperimentelt arbeid kan ha ulike hensikter. En hensikt kan, for eksempel, være å illustrere et fenomen, mens en annen hensikt kan være at det benyttes som fasit til et spørsmål. En tredje rolle kan være at det eksperimentelle arbeidet kan brukes som innføring i et nytt emne. Så lenge det finnes et pedagogisk formål med et eksperimentelt arbeid, vil jeg presisere videre at begrepet, eksperimentelt arbeid, også kan omtales som praktisk arbeid, eller laboratoriearbeid i denne masteroppgaven.

Hvorfor vi har praktisk arbeid i skolen, og hvordan elever oppfatter dette, er et spørsmål som flere forskere har stilt seg gjennom tiden. Berry, Gunstone, Loughran & Mulhall (1999) gjennomførte en forskning som handlet om å bevisstgjøre elevers forståelse av laboratoriearbeidets plass i skolen. Forskerne presenterte noen viktige faktorer som lærere bør tenke over ved tilrettelegging av praktisk arbeid, for å øke elevers engasjement og muligens læringsutbytte. Basert på observasjoner og elevintervjuer mener forskerne at lærere bør bruke forskjellige strategier for å øke elevenes eierskap i laboratoriearbeidet. Lærere bør videre presentere tydelige mål med laboratoriearbeidet, snakke ofte med elevene om laboratorieoppgaven og sørge for at innholdet i oppgaven er kjent for elevene. I tillegg må faktoren, tid, tas med. De drøfter også om disse faktorene gjelder for både lukkede øvelser og åpne laboratorieøvelser.

De bruker begrepet «lukket øvelse» som en laboratorieoppgave hvor elevene følger en oppskrift fra læreren som skal gi et kjent resultat, og «åpen øvelse» der elevene selv skal velge fremgangsmåte for å finne et åpent resultat på et gitt spørsmål av læreren (Berry et al., 1999). Begrepet «åpen øvelse» henger sammen med utforskende arbeidsmåter, fordi denne form for arbeidsmåte innebærer at elevene skal utvikle kunnskap om å jobbe vitenskapelig (Angell et al., 2016). For åpne øvelser poengterer Berry et al (1999) også på at fremgangsmåten som elevene bruker, må være korrekt utarbeidet og adekvat for at elevene skal få mulighet til å øke læringsutbyttet (Berry et al., 1999). Åpne elevøvelser viser seg også, på en annen side, å være et svært omfattende arbeid å gjennomføre, dersom elevene selv tar fullt eierskap til øvelsene (Angell et al., 2016).

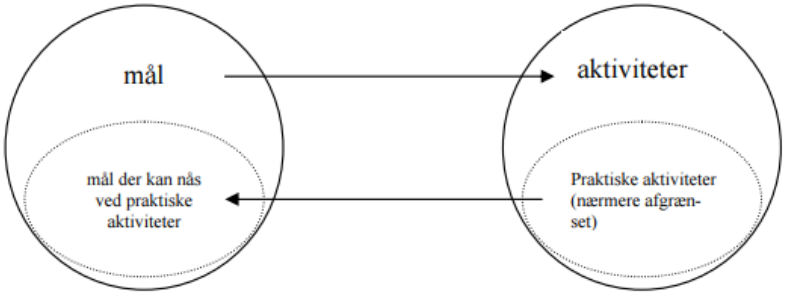
Hofstein & Lunetta (2004) skriver at kunnskap om praktisk arbeid som foregår i skolen må altså utvikles, ved at lærere trenger mer kunnskap, ferdigheter og ressurser som kan gjøre dem

i stand til å undervise i dette læringsmiljøet. Hofstein & Lunetta (2004) mener det er viktig at lærere har et bevisst forhold til hva slags budskap som skal formidles i ulike eksperimentelle situasjoner, og at eksperimentelle arbeidet dermed har forskjellige roller i undervisningen (Angell et al., 2016). Et eksempel på dette, kan være at elever skal lære om begrepene varme og temperatur. Skal da læreren demonstrere disse begrepene med en laboratorieøvelse som en innføring i termofysikkens begreper, eller skal læreren sette en kjele med vann på en kokeplate og gi elevene et termometer og et dataprogram som de skal bruke for å loggføre en temperaturgraf? I det første eksemplet, vil rollen til det eksperimentelle arbeidet fungere som en innføring i termofysikk (Angell et al., 2016). Det andre eksemplet illustrerer en mer åpen øvelse hvor elevene selv må finne en strategi for å finne et «åpent svar».

I likhet med Berry et al (1999) sin forsking, påstår Hofstein & Lunetta (2004) at gode utformede laboratorieoppgaver kan gi læringsmuligheter som hjelper elever med å utvikle konsepter og rammer for begreper. Faglige begreper som, for eksempel, temperatur og varme. Når det er sagt, viser en annen forskning at læringsmuligheter fra praktisk arbeid, alene, er vanskelig å oppnå (Abrahams & Millar, 2008). Hvis en fysikk 1-elev skal kjenne på en varm kaffekopp, er det lite sannsynlig at eleven vet hva som er forskjellen på fagbegrepene temperatur og varme, dersom eleven ikke har noe teori å gå ut fra. Det er, ifølge Abrahams & Millar (2008) viktig at lærere må introdusere teorien og begrepene før man tilrettelegger et praktisk arbeid, og deretter koble den teorien med det praktiske arbeidet. Eventuelt kan læreren gjennomføre en demonstrasjon med forklaring av begrepene, som nevnt i forrige avsnitt (Angell et al., 2016).
Et annet poeng som Abrahams & Millar (2008) påpeker, er at læreren må skille mellom «å lære» og «å gjøre». Fra forskningen betyr det at læreren kan tilrettelegge det praktiske arbeidet mot refleksjoner om et fenomen, og ikke mot hvordan det praktiske arbeidet ble utført. Hvis, for eksempel, elever skal lære om fasediagrammer i termofysikk, er det altså observasjonen av smelting/koking av vannet som er fokuset, og ikke hvordan temperaturmåleren, eller dataprogrammet fungerer. I termofysikk, kan også utøvelse av observasjon få elever til å, for eksempel, reflektere over temperaturøkning, varme og fasediagram, uten å ha lært noe om hva varme og temperatur i fysikk betyr for noe.

Hva det praktiske arbeidets natur har å si i fysikkfaget er noe som Verner Schilling (2006) diskuterer i sin doktorgradsavhandling. Han hevder at begrunnelsen for å bruke praktisk arbeid i fysikk, må argumenteres på bakgrunn av det generelle målet med fysikkfaget (Schilling, 2006). Han mener at man må være oppmerksom på at forskjellige typer av praktisk

arbeid kan tjene forskjellige pedagogiske formål, fordi det så mange aktiviteter man kan gjøre. Schillings oppfordring er å ta utgangspunkt i hvilke av fysikkfagets mål som kan forventes å oppnås ved bestemte praktiske arbeid. Dette er illustrert i figur 1 nedenfor (Schilling, 2006).



Figur 1: En delmengde av fysikkfagets mål kan oppnås av eksperimentelle aktiviteter.

Schillings råd er, videre, å undersøke hva som er målene med det praktiske arbeidet, og ut fra dette gjøre en didaktisk kartlegging av hvilke øvelser som kan tenkes å bidra til å nå målene for fysikkfaget som helhet. Han tar poenget til Abrahams & Millar (2008) om viktigheten av teori videre, og hevder at teorioppbygging av kan bidra til at elevene kan stille spørsmål som forhåpentligvis kan behandles med et praktisk arbeid.

Gyllenpalm, Wickman og Holmgren (2010) har rettet søkelys mot utforskende arbeid «Inquiry-based-teaching» og hvordan, for eksempel, fysikklærere og naturfaglære tilrettelegger grader av dette i undervisningen. En hensikt med bruk av utforskende arbeid i fysikkfaget er eleveres utvikling av autonomi, slik at det arbeidet kan betraktes som mindre lærerstyrte instruksjoner, metoder og spørsmål. I den nye læreplanen i fysikk nevnes også et kjerneelement som handler om at elevene skal utvikle kunnskap om hvordan vitenskapelige tenkemåter og teorier kan utforskes eksperimentelt (Utdanningsdirektoratet, 2021). I termofysikk kan det handle om at elever skal bruke eksperimenter og teorier for å belyse, for eksempel, fenomener knyttet til energioverføring som skyldes varme. Hofstein & Lunetta (2004) poengterer også viktigheten av at lærere bør være i stand til å aktivisere elever til å jobbe utforskende og reflektere over praktisk arbeid.

I Gyllenpalm et al (2010) blir det beskrevet en taksonomi for hva slags type instruksjoner som lærere kan bruke når de tilrettelegger, for eksempel, praktisk arbeid i termofysikk. Taksonomien er ment som et redskap til å tilrettelegge for at elever skal lære om vitenskapelig metode og hvordan jobbe vitenskapelig i realfag. Det er ikke dette jeg vil undersøke i masteroppgaven min, men jeg ser likevel en nytteverdi av å benytte taksonomien for å dele

inn ulike typer praktisk arbeid. Jeg tror at taksonomien er et godt utgangspunkt for å undersøke hvordan fysikklærere tilrettelegger for, gjennomfører og reflekterer over bruken av praktisk arbeid i termofysikk.

Taksonomien inneholder dimensjonene: spørsmål, metode og resultater. Tabell 1, hentet fra Gyllenpalm et al (2010), viser forskjellige typer instruksjonsmetoder basert på spørsmål, metode og resultater. Frihetsgrader i denne tabellen forteller oss i hvilken grad instruksjonsmetoden har gitte/åpne spørsmål/metoder/resultater.

Frihetsgrader	Instruksjonsmetode	Spørsmål	Metode	Resultater
0	Eksponerende	Gitt	Gitt	Gitt
0	Oppdagende	Gitt	Gitt	Gitt
1	Problembasert	Gitt	Åpen	Gitt
1	Utforskende (veiledet)	Gitt	Gitt	Åpen
2	Utforskende (delvis åpen)	Gitt	Åpen	Åpen
3	Utforskende (åpen)	Åpen	Åpen	Åpen

Tabell 1:Taksonomi for type instruksjonsmetode, basert på spørsmål/metode/resultater som enten kan være gitt eller åpen.

Gyllenpalm et al (2010) beskriver de forskjellige typer instruksjoner på følgende måter:

Eksponerende instruksjon: Lærerstyrt spørsmål hvor elever følger en «kokebok»-oppskrift til å komme frem til et kjent resultat, for eksempel å måle temperaturen i et glass med vann og få en verdi på termometeret.

Oppdagende instruksjon: Lærerstyrt spørsmål på samme måte som den eksponerende instruksjonen. Det som skiller disse to instruksjonene, er at læreren skal lede elevene til å få følelsen av å «oppdage» et fenomen. Det kan, for eksempel, være at elevene først skal pakke inn en varm hamburger i ull for å holde på «varmen», og deretter pakke inn en isbit i ull. Elevene kan bli ledet til en oppdagelse som kanskje virker litt motsigende mot sunn fornuft, når de ser at isbiten også holder seg «kald» lengere.

Problembasert instruksjon: Lærerstyrt spørsmål hvor elevene selv skal velge metode for å komme frem til et kjent resultat. Det kan, for eksempel, være at elevene skal måle romtemperaturen, men kan bruke ulike termometere for å nå frem til resultatet. Det er viktig at metoden står i fokus.

Utforskende instruksjon, (veiledet/delvis åpen/åpen): Felles for disse instruksjonene er at spørsmålene utformes på en måte at resultatene ikke kan bli lest fra en lærebok. I en veiledet utforskende instruksjon er spørsmålet og metoden lærerstyrt, men resultatet er åpent. Et eksempel kan være at elever skal undersøke faseoverganger til forskjellige stoffer (metaller, væsker eller gasser). Her vil elevene oppdage ulike smeltepunkt/kokepunkt etter hvilket stoff man undersøker, selv om fremgangsmåten kan være den samme. I en delvis åpen utforskende instruksjon er spørsmålet lærerstyrt, men metoden og resultatet er åpent. I en åpen utforskende instruksjon er det viktig for elever å formulere et spørsmål som kan undersøkes. Et eksempel kan være at en elev vil undersøke hvilke materialer som har høyest varmekapasitet. Det er viktig at elevene formulerer et spørsmål og en hypotese som kan undersøkes. Resultatene vil mest sannsynlig være åpne, basert på hvilke variabler eleven velger å bruke til å avgrense oppgaven sin.

I Berry et al (1999) og Hofstein & Lunetta (2004) sine forskninger, kommer det frem at gode rammer for praktisk arbeid krever god strukturert tilrettelegging og klare mål med arbeidet. Disse to faktorene mener forskerne er vesentlig for å engasjere elever inn i det praktiske arbeidet. Med bruken av taksonomien, beskrevet i Gyllenpalm et al (2010) kan man kategorisere ulike typer for praktisk arbeid etter, for eksempel, instruksjoner og undersøke hvordan fysikklærere uttrykker sine refleksjoner rundt sine valg av praktisk arbeid i termofysikk. Det vil også innebære refleksjoner om hvordan fysikklærerne tror elevene oppfattet det praktiske arbeidet Jeg vil også ta i bruk Schillings (2006) oppfordring når det gjelder å avgrense det praktiske arbeidets mål og hvorfor det bør inngå i skolen. Et av fysikkfagets mål, ifølge læreplanen i kunnskapsløftet (K06) er å bidra til forståelse av natur og fenomener i dagliglivet. Fysikkfaget skal gi innføring i fysikkbegreper […] og knytter teori og beregninger til observasjoner og praktisk laboratoriearbeid (Utdanningsdirektoratet, 2006). Jeg vil ta utgangspunkt i at et av målene med praktisk arbeid, er at elevene skal introduseres for et nytt teoretisk område og det skal gis konkrete læringsopplevelser, og dette er et kunnskapsmål som handler om å utvikle forståelsen av teori og koblingen mellom teori og erfaring (Schilling, 2006).

2.2 Begrepsforståelse av varme og temperatur

Til denne masteroppgaven vil jeg gå ut fra det konstruktivistiske læringssynet når det gjelder at ny forståelse bygger på det eksisterende. Jeg vil ta utgangspunkt i at hverdagsforestillinger

av begrepene, varme og temperatur dominerer elevers forståelse av disse begrepene (Baser, 2006). I denne masteroppgaven har jeg har valgt å definere begrepene varme og temperatur etter Grimenes, Jerstad & Sletbak (2011) sine definisjoner, som sier følgende:

> ***Temperatur*** *er et mål på den gjennomsnittlige kinetiske energien til molekylene i et stoff.*
>
> ***Varme*** *er indre energi som blir overført fra ett system til et annet på grunn av temperaturforskjeller.*

Jeg vil undersøke hva fysikklærene legger i god forståelse av begrepene og koble dette mot hva de sier om elevenes hverdagsforestillinger, eller andre alternative forestillinger. Dette vil jeg diskutere i kapittel 4. Et sentralt mål innenfor det fysikkdidaktiske feltet er å forstå elevtenking for å kunne forbedre undervisning, læring og forståelse (Angell et al., 2016). Min antakelse er at en form for praktisk arbeid kan hjelpe til å konfrontere elevene med at noen hverdagsforestillinger er uholdbare i noen sammenhenger, og kanskje må endres for å forstå mer komplekse konsepter som bygger på termofysikk.

Det er fremhevet tre viktige grunner til at praktisk arbeid bør inngå i undervisningen. Disse argumentene er fremhevet av Jerry Wellington (1998), og Hofstein & Lunetta (2004). En av disse grunnene, handler om det praktiske arbeidets bidrag til utvikling av elevenes forståelse av fysikkens begreper og teorier, betegnet som *kognitive argumenter* (Angell et al., 2016). I forhold til det praktiske arbeidets kunnskapsmål om kobling mellom teori og erfaring (Schilling, 2006)(se forrige avsnitt) og forståelse av begreper, er det hensiktsmessig å snakke om hva forståelse og læring kan bety.

Begrepet, kognitiv læring, brukes innen læringsteori og det handler om at elever selv må være aktive for å tilegne seg ny kunnskap (Angell et al., 2016). Innenfor de kognitive tilnærmingene, finner vi blant annet konstruktivistiske, og sosiokulturelle læringssyn. Ifølge konstruktivismen etableres kunnskap gjennom en prosess der individets forståelser og ideer om sammenhenger testes ut og justeres til de er forenelige med individets erfaringsverden (Angell et al., 2016). Jean Piaget (1896-1980) var en erkjennelsesteoretiker som mente at elevene konstruerte kunnskapen gjennom kognitive skjemaer (Imsen, 2006).

Et kognitivt skjema finnes i individets indre struktur hvor kunnskapen ordnes, organiseres og endres gjennom individets vekselvirkning med omgivelsene. Piaget omtaler dette som en adaptasjonsprosess der de kognitive strukturene gradvis forandres gjennom *assimilasjon* og

akkomodasjon. Ved delprosessen, assimilasjon, vil individet prøve å tolke eller forstå det som sanses og dette gjøres ved hjelp av den kunnskapen som finnes i individets eksisterende skjemaer. Man kan tenke seg at elever som møter temperatur og varme som fagbegreper i fysikk, vil kanskje relatere dette til hverdagserfaringer hvor de har «følt» på, for eksempel, både varme og kulde. Vi kan da si at temperatur og varme assimileres i elevenes eksisterende skjema om temperatur og varme. Den andre delprosessen, akkomodasjon, skjer når elevenes nye inntrykk ikke samsvarer med de eksisterende skjemaene, og det oppstår en kognitiv konflikt (Angell et al., 2016). En kognitiv konflikt er også sentralt for Piagets teorier i det konstruktivistiske læringssynet, og en kognitiv konflikt kan føre til at elevene ikke godtar nye inntrykk, eller ny kunnskap, fordi det ikke er tilstrekkelig, forståelig eller plausibelt med eksisterende begreper (Posner, Strike, Hewson & Gertzog, 1982).

Piaget omtaler endringen i strukturen i kognitive skjemaer som læring (Sjøberg, 2014). Dette gjelder både assimilering og akkomodasjon. Når elever, for eksempler, møter en ny definisjon av begrepene varme og temperatur i fysikk, er det ikke sikkert at disse passer inn i elevenes eksisterende skjemaer, og forståelsen av disse begrepene må endres. Det er vanlig for fysikklærere å møte elever med kognitive konflikter og man må kunne akseptere at elever har begreper og forståelser av fenomener som ikke er i overensstemmelse med dagens vitenskap, men som likevel kan være verdifulle i hverdagen (Angell et al., 2016). Dette kan illustreres med at elever, for eksempel, sier at den kalde vinden kommer inn i huset, hvis vinduet står åpent en vinterdag. Denne forestillingen er ikke i overensstemmelse med termofysikkens andre lov, som formuleres blant annet, at områder med høyere gjennomsnittlig molekylbevegelse vil spontant påvirke områder med lavere gjennomsnittlig molekylbevegelse. Det er altså snakk om at områder med høy temperatur vil spontant påvirke områder med lav temperatur, og ikke motsatt. Påstanden kan likevel ses på som verdifull for hverdagserfaringer (Angell et al., 2016).

I møte med fysikkfaget blir elevene presentert for nye begreper som kan være forskjellige fra hverdagslivet og dette gjelder også i termofysikk. Elever som ikke skiller mellom begrepene varme og temperatur, kan fortsette med å holde på utilstrekkelig kunnskap for dypere tenking om termodynamiske prosesser (Yeo & Zadnik, 2002). Et eksempel på dette kan være at elever bruker begrepene varme og temperatur om hverandre når de skal forklare prosessen om varmeutveksling fra innsiden til et hus til utsiden av huset. De kan for eksempel si ting som: «varmen går ut av huset», «kulden slipper inn i huset», eller «temperaturen blir kaldere».

I fysikkfaget er temperatur et mål på den gjennomsnittlige kinetiske energien i en mengde molekyler i et system, mens varme er en energioverføring som oppstår på grunn av temperaturforskjeller (Angell et al., 2016). Yeo & Zadnik (2001) hevder at man allerede som barn, vil samhandle gjennom det fysiske og sosiale miljøet med upresist språk, og at dette vil føre til disse hverdagsforestillingene om temperatur og varme. Det kan, for eksempel, være at barn bedømmer temperaturen på en gjenstand ved å føle på den. De bruker den erfaringen videre til å generalisere at temperatur er det man føler en gjenstand er: enten varm eller kald. Når et barn sier «å ta temperaturen på noe» vil dette være i strid med vitenskapelige synspunkter og kan skape forvirring om, for eksempel, ledere og isolatorer i forbindelse med varmelæring senere. Det er, for eksempel, vanskelig for en elev å skjønne at man kan pakke inn en isbit i ull for å holde den så kald som mulig, når man stort sett tenker på ull som et plagg som «skal holde på» varme (Baser, 2006). En annen forestilling som man kan finne igjen hos elever er at begrepet, varme, er et mål på temperatur, og ikke en form energioverføring (Yeo & Zadnik, 2001).

Kognitive konflikter er, som sagt, velkjent blant fysikklærere, og elever har stor sannsynlighet for å bringe med seg noe av hverdagsforestillingene inn i fysikk-klasserommet (Angell et al., 2016). Varme og temperatur er eksempler på abstrakte begreper i fysikk, som ikke kan bli observert direkte, og det er derfor vanskelig for elever å plutselig skulle endre oppfatning av disse begrepene (Baser, 2006). Å oppnå en konseptuell endring er ikke en lett oppgave hvis vanskeligheten oppstår der elevene relaterer til hverdagsforestillinger (Baser, 2006). Som lærer er det viktig at man selv har god forståelse for begrepene varme og temperatur, slik at man kan møte elevenes forestillinger, og utfordre disse forestillingene.

2.3 Læreren og elevene

I masteroppgaven min vil jeg ta utgangspunkt i lærerens betydning for elevenes læring. Jeg vil undersøke hvordan fysikklærerne uttrykker sin rolle i tilretteleggingen og gjennomføringen av det praktiske arbeidet i termofysikk, og knytte dette opp mot deres uttrykk for elevers begrepsforståelse av varme og temperatur.

Som nevnt tidligere, viser forskningen til Hofstein & Lunetta (2004) at fysikklærere må ha kunnskap og ressurser til hvordan man skal tilrettelegge et praktisk arbeid. Dette støttes også av Angell et al (2016) som poengterer at læreren bør ha klare tanker om hva elevene skal

lære, og hvilke situasjoner elevene skal brukes kunnskapen i. Dette bør også ses i lys av elevenes forutsetninger. Vi kan knytte dette til eksemplet, som jeg nevnte i kapittel 2.1, hvor vi har en varm kaffekopp stående på et bord. Abrahams & Millar (2008) poengterer at læringen av begrepene, varme og temperatur, har liten sannsynlighet for å skje, dersom eleven kun observerer kaffekoppen. De kan kjenne på koppen, men det er kanskje ikke alle elever som forstår at det er varmeoverføringen de føler, og ikke temperaturen. I forbindelse med dette, er det viktig at læreren har klare mål med arbeidet og hva fokuset skal være på. Skal elevene lære om forskjellen på varme og temperatur? Skal elevene observere kaffekoppen og beskrive det de ser?

Högström, Ottander & Benckert (2010) påpeker viktigheten med lærerens rolle under tilrettelegging og gjennomføring av et praktisk arbeid. I likhet med Berry et al (1999) sin forskning, impliserer studiet at en lærer bør hjelpe elevene til å utvikle observeringsevne, og at læreren bør stå sentralt når det kommer til å få elevene til å reflektere over sine egne observasjoner, eller se koblingen mellom teorien og erfaring. I tillegg bør læreren oppfordre elever til å stille spørsmål, og knytte teori til observasjonene. Spesielt i fysikk, er det viktig at en lærer kjenner til fysikkfagets mål og kan forsøke å tilrettelegge et praktisk arbeid som gir mening for elevene, hvor de, for eksempel, får mulighet til å stille spørsmål og diskutere med hverandre (Angell et al., 2016).

I forbindelse med elevenes konstruksjon av kunnskap er det viktig at læreren vet hva som, for eksempel, kjennetegner ny kunnskap og hvilke utfordringer som elever kan ha, når de skal lære noe nytt (Angell et al., 2016). Videre må læreren gi tilbakemeldinger på elevenes forståelse av teori, begrunnelser, og observasjoner. Ifølge Angell et al (2016) vet den gode fysikklæreren også hvilke utfordringer som kan oppstå underveis, ved en gjennomføring av et praktisk arbeid, og hvordan en kan utfordre elevenes refleksjoner slik at eleven kan endre sin forståelse.

3 Metode

I masteroppgaven min har jeg valgt å bruke en kvalitativ tilnærming for å forsøke å besvare forskningsspørsmålet mitt. I en kvalitativ tilnærming er det som regel få enheter som undersøkes i form av, for eksempel, åpne intervjuer, fokusgruppeintervjuer, observasjoner eller dokumentundersøkelser (Kvale & Brinkmann, 2008). Høsten 2020 gjennomførte jeg et metodeemne, hvor jeg lagde en spørreundersøkelse som handlet om læreres tilrettelegging av laboratoriearbeid i termofysikk. På grunn av stor variasjon i svarene jeg fikk, var det vanskelig å trekke frem noen resultater fra undersøkelsen. Et annet problem var at jeg ikke hadde noen informasjon om hvem som svarte på undersøkelsen. I denne masteroppgaven valgte jeg det individuelle, åpne intervjuet som metode. Metoden egner seg godt når man, for eksempel, vil prøve å avdekke noe som har skjedd, eller hvordan noe gjøres (Halvorsen, 1989). I denne masteroppgaven ligger søkelyset på hvordan læreres tilrettelegging av laboratoriearbeid kan synliggjøre begrepene: varme og temperatur. Derfor tenkte jeg å samtale med noen fysikklærere om deres tidligere erfaringer, og tanker rundt dette.

3.1 Det individuelle, åpne intervjuet som metode

Det individuelle, åpne intervjuet kjennetegnes ved at en respondent og intervjuer prater sammen som i en vanlig dialog. Data samles inn i form av ord, setninger og fortellinger, for eksempel, over internett eller i hverandres nærvær (Jacobsen, 2015). En respondent er en person som har kjennskap til et fenomen, eller at de er medlemmer av en spesiell gruppe (Jacobsen, 2015). Mine intervjuer ble gjennomført i form av videomøte over kommunikasjonsplattformen, Microsoft Teams, på grunn av Corona-situasjonen. Et videomøte er en av formene som et intervju kan ha, med den sterke siden ved at intervjueren og respondenten ser ansiktene til hverandre. På en annen side, er det utfordrende å fange opp kroppsspråk. Ifølge Jacobsen (2015) åpner dette for tett og informasjonsrik kommunikasjon, og i tillegg er kostnadene knyttet til reising og booking av et fysisk rom, lave.

Kommunikasjonen i det individuelle intervjuet foregår åpent, som, i praksis, betyr at det finnes lite begrensninger på hva respondenten kan si. Det som setter begrensningene for hva man bør snakke om, er de aktuelle temaene som intervjueren har satt opp på forhånd (Halvorsen, 1989). Et individuelt, åpent intervju er ifølge Halvorsen (1989), uformelt og

følger ingen bestemt rekkefølge på oppstilte spørsmål, men kan tas utgangspunkt fra en liste med viktige temaområder skal tas opp.

Et kvalitativt intervju kan ha ulike grader av strukturering. Jacobsen (2015) hevder at det kvalitative intervjuet bør ikke være så strukturert, og samtidig ikke så ustrukturert. Den kan tenkes som en skala, fra det sterkt strukturerte intervjuet til det fullstendige ustrukturerte intervjuet (Postholm & Jacobsen, 2014).

I masteroppgaven min valgte jeg å bruke et semistrukturert intervju hvor respondentene fikk en intervjuguide på forhånd med aktuelle temaer som jeg ville ta opp i intervjuene. Et semistrukturert intervju er, ifølge Postholm & Jacobsen (2014), en metode som egner seg for utspørring av flere individer hver for seg. Det som kjennetegner metoden, er at intervjueren har noen relevante spørsmål klare på forhånd, men er åpen for at det, for eksempel, kan tas opp tema som ikke var planlagt på forhånd (Postholm & Jacobsen, 2014). Det vil si at respondentenes svar kan være helt åpne, men struktureringen er til for å sikre at man kommer inn på de viktige temaene som man ønsker å belyse (Jacobsen, 2015). En annen god grunn med et semistrukturert, individuelt intervju, være at respondenten får mer frihet til å uttrykke seg med egne ord (Jacobsen, 2015). Temaene som jeg tok opp i intervjuene var: laboratoriearbeid i termofysikk, begrepsforståelse av varme og temperatur, lærerens tilrettelegging av laboratoriearbeid, og rolle under gjennomføringen.

En annen tilnærming som også likner på det åpne, individuelle intervjuet, er fokusgruppeintervjuet. Det er påpekt at dette kan lønne seg når det er et relativt avgrenset tema som skal diskuteres (Merton, 1987). Dette er også en tilnærming jeg kunne brukt til å få frem ulike synspunkter fra flere fysikklærere, fordi de blir drevet til å diskutere med andre, og begrunne synspunktene sine (Morgan, 1993). Grunnen til at jeg derimot valgte det åpne intervjuet var fordi jeg ønsket individuelle synspunkter (Jacobsen, 2015). Det har sin fordel ved at respondenten ikke trenger å ta hensyn til andres meninger, eller hvordan respondenten selv fremstår (Postholm & Jacobsen, 2014).

Selv om fokusgruppeintervjuet har en god metodisk styrke som kan frembringe mer kompleks data (Morgan, 1993), vil en svak side være at det kan oppstå følsomme gruppeprosesser i fokusgruppeintervjuet. Det kan, for eksempel, være at enkelte respondenter dominerer samtalen fullstendig og at andre synspunkter ikke kommer ordentlig fram (Jacobsen, 2015). En annen fordel med individuelt intervju, er at enkeltindividets tolkinger kan fås frem, uten påvirkning fra andre personer. Morgan (1993) påpeker at fokusgruppeintervjuer og

individuelle intervjuer som metoder, kan være ganske like når det gjelder å få frem synspunkter.

3.2 Utvalg

Planlegging og gjennomføring av individuelle intervjuer kan være tidkrevende (Jacobsen, 2015). Det skal avtales møtetid med respondenter, og en fordel er at intervjuguiden er utarbeidet på forhånd. I tillegg til forarbeidet og gjennomføringen, kan de ulike svarene man får etter intervjuet, være mye informasjon. Et godt poeng som Steinar Kvale (1997) hevder, er at store mengder informasjon begrenser antallet respondenter vi kan intervjue. Det kan resultere at man kan ende opp med for mye informasjon som man ikke klarer å analysere senere.

Jacobsen (2015) beskriver ulike steg som man bør gå gjennom i utvalgsprosessen. Det første steget handler om å få en oversikt over den teoretiske populasjonen med aktuelle respondenter for undersøkelsen. For masteroppgaven min er de aktuelle respondentene, og dermed det teoretiske utvalget, fysikklærere som har undervist og gjennomført en form for praktisk arbeid i termofysikk. En utfordring med å studere en teoretisk populasjon, er avgrensningen av utvalget og man kan spørre seg selv, hvor langt man skal gå tilbake i tid. Det er, ifølge Jacobsen (2015), viktig å avgrense tidsrammen som en følge av problemstillingen man opererer med. Jeg skal komme tilbake til dette senere i oppgaven (se kap. 3.6).

Det neste steget er å velge kriterier for utvalget. I kvalitative tilnærminger finnes det ulike kriterier for utvalget og hensikten med forskningsspørsmålet styrer hvem vi skal velge ut (Jacobsen, 2015). Ett av utvalgskriteriene går på å velge ut respondenter, basert på deres kunnskap om det man er interessert i. Det kan resultere at man kan få god informasjon om teamet man undersøker. Jeg valgte ut mine respondenter, etter informasjonskriteriet, fordi jeg mener at de er personer som er gode til å formulere seg, har erfaring med praktisk arbeid i termofysikk, og de er villig til å gi fra seg informasjon (Jacobsen, 2015). Totalt sett, ble det tre av seks ønskede fysikklærere, som stilte som respondenter.

Felles for de tre respondentene er at de har undervisningserfaring i fysikk, erfaring med praktisk arbeid i termofysikk og alle jobber fortsatt på videregående skole, per dags dato. I tillegg kjenner jeg alle sammen fra tidligere. Den ene respondenten var min egen fysikklærer når jeg gikk på videregående. De to andre respondentene kjente jeg fra forskjellige

praksisperioder jeg har hatt på ulike videregående skoler, tidligere i studieløpet mitt på lektorprogrammet. Å være godt kjent med respondentene, er fordel når det gjelder å skape tillit (Jacobsen, 2015). Når det gjelder tiden de har undervist i fysikk, er det en stor spredning, da den ene respondenten har undervist i fysikk i 20 år, mens de to andre har undervist i fem og seks år.

Et poeng som Postholm & Jacobsen (2014) nevner, er at man kan velge respondenter ut fra en variasjonsbredde. I mitt tilfelle kan, for eksempel, variasjonen i hvor lenge de ulike fysikklærerne har undervist i fysikk, påvirke informasjonen. Mitt forskningsspørsmål kan fortsatt belyses av respondentene i utvalget mitt, men den ene respondenten som har undervist i fysikk 20 år, vil mest sannsynlig ha kjennskap til tidligere læreplaner i fysikk, noe som kan gi en indikasjon på at det har skjedd en endring i termofysikk-fagets innhold i skolen fra år 2000 til år 2021. Jeg vil likevel påstå at alle mine respondenter er gode utvalg, på grunn av erfaringen med å bruke praktisk arbeid i termofysikk.

3.3 Min rolle

Når man velger en kvalitativ tilnærming som, for eksempel, observasjon eller intervju, vil man ofte komme nær respondentene og de man observerer (Jacobsen, 2015). Min rolle under intervjuet besto hovedsakelig av å være aktivt lyttende til det respondenten sa. Det kan skape en tillit mellom respondentene og meg selv dersom man inntar en aktivt lyttende posisjon, og heller fokusere på det respondentene har å si. Dette innebærer at man ikke avbryter med å, for eksempel, stille spørsmål hele tiden (Jacobsen, 2015).

Når det gjelder gestikuleringer, prøvde jeg å gi tydelige svar til respondentene at jeg fulgte med på hva som ble sagt. Jeg hadde kamera på PC påslått, slik at respondentene kunne se at jeg nikket til dem når de tok små pustepauser underveis. Stemmebruken min var rolig, og jeg brukte tid på å snakke tydelig. Dersom respondenten stoppet opp i en setning, ventet jeg litt før jeg, for eksempel, bekreftet med et «m-m», eller prøvde å formulere spørsmålet annerledes.

For å holde en god atmosfære i samtalen, lot jeg også respondenten snakke seg ferdig, hvis vi kom innpå temaer som ikke var så relevante. Dette gjorde jeg fordi jeg ikke ville avbryte respondenten, uansett. Som intervjuere må man tåle at intervjuene ikke blir helt målrettet, og at mye som respondentene sier, ikke er direkte relevant (Jacobsen, 2015). Når respondentene

var ferdig med en setning som ikke var så relevant, kunne jeg, for eksempel, antyde at jeg synes det var interessant og kommentere kort den setningen, før jeg fortsatte med neste spørsmål.

3.4 Gjennomføring av intervjuene

På grunn av Corona-situasjonen måtte jeg, som sagt, gjennomføre alle intervjuene mine digitalt over Microsoft Teams, etter respondentenes egne ønsker. På grunn av mye informasjonsdeling, ble samtalen tatt opp i form av et lydopptak. Dette må ikke forveksles med videointervju, som brukes som et middel for å lage spørsmål til noe som observeres i en video i forbindelse med en observasjonsprosess (Postholm & Jacobsen, 2014). Jeg hadde, i forkant, sendt en intervjuguide (se vedlegg 2) til alle respondentene mine, slik at de fikk muligheten til å forberede noen tanker rundt temaene. De aktuelle temaene jeg ville snakke om, var praktisk arbeid og begrepsforståelse av varme og temperatur. Jeg introduserte også forskningsspørsmålet mitt i intervjuguiden i e-posten jeg sendte til respondentene, som jeg intervjuet.

Alle intervjuene foregikk i løpet av februar 2021. I tillegg til intervjuguiden som jeg sendte ut til respondentene, hadde jeg min egen liste over spørsmål som jeg mente kunne være aktuelle å spørre om, dersom flyten i samtalen skulle stagnere. I intervjuene mine ble listen lite brukt, fordi samtalen gikk mye av seg selv. Ved oppstart, etter at jeg hadde brukt noen få minutter på å høre hvordan det gikk med respondentene, minnet jeg de på hva bakgrunnen for intervjuet var. Jeg ville gjøre respondentene oppmerksomme på hensikten med forskningsspørsmålet mitt, og hvordan deres informasjon som kom fram, skulle brukes. I tillegg minnet jeg de på at intervjuet ble foretatt anonymt. Ingen av respondentene mine hadde noen spørsmål ved start (Jacobsen, 2015) og alle ga sitt samtykke ved starten av lydopptaket. Jeg informerte at også at intervjuet ville ta omtrent 45 – 60 minutter, og spurte respondentene ved oppstart om de skulle rekke noe annet til senere.

Ved åpning av et intervju er det viktig at spørsmålene ikke blir for snevre. Da kan man risikere at respondenten vil svare noe som opptar han eller henne mest (Jacobsen, 2015). Jeg startet alltid intervjuet med å stille noen enkle spørsmål om, for eksempel, hvor lenge respondenten har undervist i fysikk, eller hva respondenten synes er morsomt med fysikk. Slike spørsmål er ikke så krevende. Etter hvert begynte jeg å stille spørsmål om termofysikk,

og laboratoriearbeid. Intervjuene varte i omtrent 1 time og samtalene ble spennende etter hvert, fordi jeg fikk mye gode innspill fra deres erfaringer. Når vi nærmet oss slutten, spurte jeg alle respondentene om det var noe ekstra de ville tilføye. Ifølge Jacobsen (2015) kan dette få respondenten til å gi mer informasjon.

3.5 Etiske refleksjoner

En forsker som samler inn rådata til informasjon, må legge vekt på å opprettholde og videreutvikle gode relasjoner til alle som bidrar til informasjon i undersøkelsen (Postholm & Jacobsen, 2014). Det er helt vanlig å ta etiske valg i forbindelse med forskning for å, for eksempel, opprettholde personvern (Jacobsen, 2015). Et utgangspunkt i forskningsetikken i Norge er det noen grunnleggende krav som er knyttet til forholdet mellom forskeren og de som forskes på. Kravene som nevnes av Jacobsen (2015) er informert samtykke, og retten til privatliv.

Jacobsen (2015) beskriver et informert samtykke som en retningslinje når det gjelder, for eksempel, kvalitative intervjuer. Respondentene skal, som forklart tidligere, gjøres bevisst på hensikten med forskningen i forkant, og hvorfor den valgte metoden skal brukes. Kvale (1997) skriver at utsending av et skriftlig informasjonsskriv, og en samtykkeerklæring er noe man kan gjøre. Et informert samtykke krever vurderingsevne (Jacobsen, 2015). Det vil si at respondenten må vurdere fordeler og ulemper med å delta. Før utsendingen av informasjonsskrivet og samtykkeerklæringen, ble den formelle, etiske vurderingen godkjent av NSD – Norsk senter for forskningsdata. I søknaden la jeg frem en prosjektbeskrivelse, et formål med forskningen, en intervjuguide og informasjon om hvordan datamateriale skulle behandles i masteroppgaven. Når jeg fikk svar fra respondentene mine, bekreftet de at de forsto informasjonsskrivet, før de stilte til intervju.

Når det kommer til respondentenes informasjonsdeling, er de informert om at de kan trekke samtykket tilbake på hvilket som helst tidspunkt. Kravet om informert samtykke i retningslinjene (Jacobsen, 2015) innebærer at det er frivillig å delta. Å trekke tilbake samtykket kan, for respondentene, være et tiltak de selv gjør for å sikre anonymitet. Det er, for eksempel, ikke lett å vite når informasjonen er for følsom og det skal være lov å trekke seg når som helst.

En annen retningslinje som omhandler etikk, er retten på privatliv (Jacobsen, 2015). Faren for brudd på privatliv er større, jo mindre utvalg man har (Jacobsen, 2015). Det er ifølge Jacobsen ofte umulig å skjule hvem som har sagt hva. I informasjonsskrivet informerte jeg respondentene at jeg skulle anonymisere de. Hovedpoenget med dette er at de ikke skal kunne gjenkjennes for utenforstående personer.

Jacobsen (2015) beskriver noen anonymiseringstiltak som sikre personopplysninger bedre. Tiltakene er blant annet, sletting av data, og bevisstgjøring av feil i data. Det sistnevnte tiltaket bruker jeg i denne oppgaven, ved at jeg har endret navn på respondentene mine. Når det gjelder informasjonsdelingen, har jeg lagret alle lydopptak og transkriberinger på min private konto via instituttet, som jeg gjennomfører masteroppgaven ved.

3.6 Kvalitetskontroll – validitet og reliabilitet

I alle undersøkelser som foretas, skal man alltid forsøke å minimere problemer knyttet til reliabilitet og validitet (Jacobsen, 2015). Validitet brukes ofte om hvor gyldige resultatene fra en forskning er, og om man har dekning for fortolkninger av funn. Det kan deles inn i intern gyldighet og ekstern gyldighet (Postholm & Jacobsen, 2014).

Den interne gyldigheten går på hvorvidt godt grunnlag man har, for å si at noe henger sammen som årsak og virkning (Brewer, 2000). I kapittel 3.2 nevnte jeg at mine tre respondenter har undervist i fysikk, men to av de er relativt ferske fysikklærere. Hvis man, for eksempel, sammenlikner to fysikklærere som har undervist i fysikk over forskjellige tidsperioder, vil man kanskje tolke, eller ha en antakelse om at den læreren som har undervist lengst, vet best hvordan elever lærer begreper. Et spørsmål som går på den interne gyldigheten er da, hvorfor man tolker, eller antar at den læreren som har lengst undervisningserfaring, vil gi det beste svaret. Her hevder Postholm & Jacobsen (2014) at den interne gyldigheten vil stille spørsmål om respondentene gir en sann representasjon av virkeligheten, og om forskeren presenterer funnene sine riktig.

Jacobsen (2015) hevder at det er flere spørsmål man kan stille seg når det kommer til å sikre den interne gyldigheten mer. Det er spørsmål om, for eksempel, når informasjon ble samlet, hvordan informasjonen kommer frem og forskerens validering av utvalg. Når det gjelder temaene i forskningsspørsmålet, er praktisk arbeid og termofysikk temaer som ikke inngår i såkalte «følsomme» temaer som, for eksempel, politikk og religion (Jacobsen, 2015). Dette

kan styrke validiteten ved at respondenter faktisk gir den ekte informasjonen som de forankrer i egne erfaringer med teamet. De tre respondentene jeg intervjuet, hadde noen ganger tilnærmet like svar på samme spørsmål, men med ulike formuleringer. Dette kan også styrke validiteten, ved at informasjon kan være lik fra flere kilder slik at man minske muligheter for usannheter (Jacobsen, 2015). Ofte hadde respondenter behovet for å utdype noen av utsagnene sine med, eksempler, som ikke var et krav til spørsmål jeg stilte. Hvis jeg, for eksempel, spurte en respondent om hva han, eller hun mente om termofysikkens plass i fysikk 1, kunne de først uttrykke seg noe om det, og deretter koble det mot noe større. Dette kunne, for eksempel, være tema om klima. Det at en respondent gir informasjon mer uoppfordret kan også styrke validiteten på forskningen (Jacobsen, 2015).

Den eksterne validiteten går på hvorvidt man kan generalisere funn til en gruppe som man ikke har utforsket (Postholm & Jacobsen, 2014). Hvis, for eksempel, noen av resultatene i en forskning impliserer at fysikklærere som har undervist i 20 år fremmer begrepslæring bedre enn fysikklærere som har undervist i 5 år, vil spørsmål knyttet til ekstern gyldighet rettes mot om noen andre kan komme frem til samme resultat ved bruk av samme metode. Empiriske funn fra en undersøkelse kan, for eksempel, støttes av tidligere forskninger som har kommet fram til samme svar. Dermed kan dette styrke den eksterne gyldigheten til undersøkelsen (Postholm & Jacobsen, 2014).

Jacobsen (2015) hevder at den eksterne gyldigheten kan styrkes ved å reflektere over antall respondenter man undersøker, og hvordan disse er valgt ut. En svakhet med min forskning er at det kun er tre respondenter som er undersøkt, og på grunn av dette er det vanskelig å generalisere funn til populasjon fra dette utvalget (Jacobsen, 2015). Som nevnt i kapittel 3.2 gjorde jeg et utvalg basert på informasjonskriteriet. Informasjonskriteriet går, som sagt, ut på at man velger ut respondenter som har kunnskap om det man vil finne ut av. Et stort problem med utvalget er at gyldighetsområde er for snevert til å kunne representere resten av den videregående skolen i Norge. Det er likevel mulig å sannsynliggjøre generaliserbarhetene med visse begrensninger (Jacobsen, 2015). For eksempel, hvis det viser seg at praktisk arbeid med fasediagram i termofysikk bidrar til læring om varme og temperatur, er det sannsynlig at lignende funn kan muligens finnes, ved å studere andre fysikklæreres tilrettelegging av samme type arbeid.

Reliabilitet, eller forskningens pålitelighet, handler blant annet om metoden som forskeren bruker, er korrekt utført. Dette er knyttet til, blant annet, hvordan forskeren kan slurve med informasjon (datainnsamling), rettskrivinger av transkriberinger og fremstilling av funn

(Postholm & Jacobsen, 2014). I prosessen hevder Postholm & Jacobsen (2014) at forskeren kan styrke reliabiliteten på forskningen dersom det man beskriver hvordan informasjonen samles inn, bearbeides og analyseres. Det handler om å synliggjøre handlinger og refleksjoner for andre lesere slik at arbeidet oppleves troverdig.

I forbindelse med intervju er, for eksempel, intervjueren med på å påvirke samtalen og informasjonen som deles (Jacobsen, 2015). Dette kalles en intervjuereffekt, og det er viktig at den som intervjuer er bevisst på hvordan sin egen oppførsel kan påvirke det som blir sagt av respondentene. Jeg kjente alle respondentene fra før av, og relasjonen mellom meg og de har vært preget av tillitt, da jeg tidligere har vært mye i kontakt med to av dem når jeg var i praksis. Dette kan styrke reliabiliteten til forskningen, fordi jeg tenker det er lite sannsynlig at for at jeg har fått feil informasjon fra respondentene på grunn av denne relasjonen.

Et annet poeng som Jacobsen (2015) hevder, er kontekseffekten av intervjuet. Det er både fordeler og ulemper med å gjennomføre intervju via Teams. En fordel med mine intervjuer, var at det var lite støy i bakgrunnen til de jeg intervjuet. Dette kan tyde på at det, for eksempel, var lite forstyrrende elementer på stedet som respondentene befant seg på. En ulempe med digitale intervjuer kan være at respondentene kan føle at det er unaturlig for dem å bli intervjuet på den måten, fordi de ikke opplever at de ikke sitter i samme rom som intervjueren. I intervjuguiden og e-posten jeg sendte til respondentene, sto hensikten med intervjuet og respondentene fikk tid til å planlegge når det passet med intervju. Ifølge Jacobsen (2015) er det de planlagte intervjuene som vil frembringe de gjennomtenkte synspunktene. Ved oppstart at videosamtalen brukte jeg litt tid på å snakke generelt med respondentene mine om hverdagen deres og hvordan det gikk med dem. I tillegg spurte jeg om hvor lang tid de hadde satt av til møtet. Alle respondentene mine var forberedt på intervjuet på forhånd og hadde satt av god tid til å prate.

Når det gjelder troverdigheten rundt registrering og analyse, hevder Jacobsen (2015), at forskeren ikke må slurve med, blant annet, transkriberinger eller annen registrering av informasjon, som notater. Kvale (1997) hevder at transkripsjoner bør være så konsistente så mulig, slik at forskeren kan forsøke å gjenskape informasjonen som ble gitt. Dette kan dermed styrke reliabiliteten til transkripsjonene. I transkripsjonsarbeidet mitt spilte jeg av ulike deler i intervjuene gjentatte ganger, og noterte ned hva som ble sagt. Det er merket med et skille på hva jeg som intervjuer har sagt, og hva respondent har sagt i transkripsjonen. Jeg var veldig nøye på pauser i samtalen, og nølinger i form av «…» og «eh». I tillegg noterte jeg stikkord

fra intervjuet, før transkripsjonen. Dette brukte jeg som et hjelpemiddel til å transkribere, da dette skulle minne meg på noen hovedpunkter jeg mente var viktig å få markert.

En ulempe med transkripsjonen er at jeg ikke har markert diverse gestikuleringer som, for eksempel, respondentenes ansiktsuttrykk, eller andre bevegelser med hender, hode eller øyer. Dette kan svekke reliabiliteten, fordi transkripsjonen ikke blir nøyaktig gjenskapt. Et poeng som Kvale (1997) påpeker, er at transkripsjonen ikke trenger å være en nøyaktig kopi av realiteten, men at det kan være en konstruksjon av intervjuet som fungerer som et nyttig verktøy for analyse.

3.7 Analyse av data

Analysearbeidets viktigste formål er å skape et system med mening fra en samling med tekst. Det handler altså om å finne en struktur på som kan gjøre forskningen mer oversiktlig og håndterlig (Postholm & Jacobsen, 2014). I en innholdsanalyse kan man dele opp datamaterialet i flere mindre deler, slik at man kan forsøke å sette de ulike delene i mer meningsfylte kategorier (Krippendorf, 2013). Prosessen innebærer at de ulike delene skal bygge opp datamaterialet igjen, med teoretiske perspektiver som, for eksempel, kan tilføre en spesiell mening. Utgangspunktet for mitt analysearbeid, er de tre intervjuene og transkripsjonene til hvert intervju. I tabell 2 vises en oversikt over respondenter, lengde på intervju og dato for intervjuet. I denne masteroppgaven har jeg valgt å anonymisere respondentene med pseudonymene Fredrik, Helene og Simen.

Navn på respondent	Dato for intervju	Varighet
Fredrik	9. februar 2021	65 minutter
Helene	11. februar 2021	55 minutter
Simen	18. februar 2021	37 minutter

Tabell 2: Oversikt over respondentenes navn, lengde på intervju og dato for intervju

Jeg startet analysearbeidet mitt med å skrive ut alle tre transkripsjonene, slik at jeg fikk dem på papirform. Deretter lagde jeg et dokument, hvor jeg listet opp de forskjellige spørsmålene jeg stilte respondentene, og tre kolonner under hvert spørsmål. I transkripsjonene var jeg interessert i å finne uttalelser som kunne knyttes til planlegging, gjennomføring og refleksjon

over praktisk arbeid i termofysikk, i første omgang. I andre omgang, var jeg interessert i å finne uttalelser og refleksjoner knyttet til begrepsforståelse av varme og temperatur. Siden jeg fikk mye utfyllende svar fra respondentene, valgte jeg å bruke en gul markeringstusj til å markere viktige utsagn i svarene. Utsagnene ble puttet inn i kolonnene, og brukt til videre analysearbeid.

Når de forskjellige markerte utsagnene var plassert i kolonnene, kunne jeg begynne å sammenlikne svarene jeg fikk. Jeg startet på dette tidspunktet med et arbeid som kalles for meningskondensasjon, eller meningsfortetning, som er en metode for å få frem sentralt innhold i tekstanalysen (Kvale, 1997). Det kan for eksempel være at man kun ser på de presise formuleringene (Kvale & Brinkmann, 2008). I tillegg skriver Trine Anker (2020) at kondensering handler om hvordan man kan få oversikt over datamateriale og dermed kunne komme med interessante funn. Dette prosessen består av kondensering, koding og kategorisering (Anker, 2020).

Et eksempel på hvordan kondensering, koding og kategorisering har blitt gjort i denne masteroppgaven, er at jeg har tatt ut ulike tekstsegmenter som, for eksempel, handler om begrepsforståelse og undersøkt hvilke uttrykk, som går igjen, eller er forskjellig, i transkripsjonene. Deretter har jeg gjentatt prosessen med læreres tilrettelegging av praktisk arbeid i termofysikk. Tabell 1 viser et eksempel på hvordan et analysearbeid og kondensering av tekstsegmenter kan se ut.

Begrepsforståelse av varme og temperatur		
Tekstutdrag	**Kondensert uttrykk**	**Koding**
«Du får grundigere svar (…) uten åpenbare glipper der da.»	Grundige svar	Presist språk
«Når det erstatter dagligspråket med å bruke faglige begreper som absorbere, eksitere, istedenfor å (…) hoppe fra skall.»	Erstatte dagligspråk	Hverdagsspråk og fagspråk

Tabell 3: Eksempel på et analysearbeid med meningskondensering.

For min egen del brukte jeg, innimellom, en *abduktiv koding*, som handler om at man leter etter koder ved nærlesing av datamateriale for så å se på teoretiske perspektivene. Dette mener Anker (2020) er en koding som innebærer at man løfter blikket mellom teori og empirisk materiale. Man tar utgangspunkt i forskningsspørsmålenes hovedtemaer og lager et kategoriseringshierarki, og det kan, for eksempel, bygges slik:

Praktisk arbeid

1.0 Utforskende arbeid

1.0.1 «Istedenfor å mate dem med info (…) så kan de finne ut av ting selv». (delvis åpent)

2.0 **Demonstrasjon**

2.0.1 «Jeg tror demonstrasjonsforsøk er bedre å bruke her, for da har man mer styring» (lukket)

Hovedkategorien *praktisk arbeid* er knyttet til forskningsspørsmål og teori, *Utforskende arbeid* kan være en kategori som kommer fra datamaterialet, og *delvis åpent/lukket* kommer fra de kondenserte uttrykkene (kategori), illustrert av sitater og tekstsegmenter. Både meningskondensering og abduktiv koding er gode eksempler på analysemetoder, men de har noen likheter. Jeg prøvde begge, fordi det kunne hjelpe meg til å, for eksempel, lese tekstsegmenter i en større sammenheng, når jeg skulle revidere koder som jeg først satte (Anker, 2020).

4 Analyse og funn

I denne delen av masteroppgaven min, vil jeg presentere resultatene fra mine tre individuelle intervjuer med fysikklærerne. Jeg har valgt å dele resultatene inn i tre hoveddeler, basert på analyse av hva fysikklærerne mener er gode kjennetegn på god begrepsforståelse og lærernes tilretteleggelse av praktisk arbeid. Disse to hoveddelene er valgt på bakgrunn av forskningsspørsmålet mitt. I den siste delen vil jeg forsøke å koble tilrettelegging av praktisk arbeid og begrepsforståelse sammen, og relatere dette til det overordnede forskningsspørsmålet mitt.

4.1 Fysikklærernes syn på begrepsforståelse av varme og temperatur

Etter analysearbeidet med leting av setninger som handlet om begrepsforståelse, endte jeg opp med at det var store likheter mellom fysikklærernes oppfatning om hva god begrepsforståelse innebærer. På en annen side var det noen forskjeller i lærernes beskrivelser om hvilke utfordringer elevene kunne møte ved disse begrepene, og de la ulik vekt på viktigheten av begrepsbruken. Elevenes utfordringer med begrepene, beskrevet av fysikklærerne, skal jeg snakke om senere i oppgaven.

I dette underkapitlet vil jeg først presentere likhetene mellom fysikklærernes oppfatning av elever med god begrepsforståelse med sitater som illustrerer dette. Tabell 2 viser likhetene mellom hva fysikklærene mener er kjennetegn på god begrepsforståelse av varme og temperatur.

Hva legger du i å ha god forståelse av begrepene varme og temperatur?		
Fredrik	**Helene**	**Simen**
Grundigere svar på spørsmål uten åpenbare glipper Forskjell på betydningen i fysikkrommet og hverdagsspråk	Bruke begrepene riktig og at de erstatter hverdagsspråket. Det avslører forståelsen	Bruke de riktig, skille mellom hverdagsspråket og fysikkspråket

Tabell 4: Likheter mellom fysikklærernes oppfatning av god begrepsforståelse av varme og temperatur

Fysikklærerne peker i stor grad på at elever som klarer å skille mellom fagspråk og hverdagsspråk, viser at de har kommet på god vei til å utvikle god begrepsforståelse av varme og temperatur. I følgende utdrag vises det noen eksempler på hvordan fysikklærerne ordlegger seg når de snakker om kjennetegn på god begrepsforståelse av varme og temperatur:

> ***Fredrik:*** *«(…) det er måten de svarer på (…) du får grundigere svar (…) uten åpenbare glipper». «(…) eleven mener ikke det er (…) eh (…) snakk om energioverføring når vannet er varmt (…) og sier heller ikke at jeg henter kaldt vann i springen». «Det er veldig avslørende hvem som skjønner ting og hvem som ikke skjønner ting (…) for dem som fortsatt bruker ordet varmt og kaldt etter dem har lært termofysikk, har ikke skjønt hva vi holder på med».*
>
> ***Helene:*** *«(…) det å bruke ordene riktig (…) rett og slett. Når det erstatter dagligspråket med å bruke faglige, presise begreper». «Elever som sier det var 2 grader (…) og det er kaldt (…) i et fysikkrom, vil ikke ha særlig høy forståelse av begrepene når de sitter med hverdagsspråket».*
>
> ***Simen:*** *«(…) hvis eleven kan bruke begrepene riktig (…) skille mellom hverdagsspråket og fysikkspråk og bruke det f.eks til en prøve (…) ikke bruke temperatur når man snakker om varmebegrepet, og holde begrepene adskilt». «(…) det at elevene rett og slett skjønner at de tar på energien til gjenstander i klasserommet, og ikke temperaturen».*

Fysikklærernes oppfatninger av hva som kjennetegner god begrepsforståelse, samsvarer godt med det Angell et al (2016) skiver om at elevene tar med seg hverdagsforestillinger i klasserommet. Det trenger ikke være logisk at elevene møter en form for kognitiv konflikt, men basert på sitatene, virker det som alle fysikklærerne har opplevd at noen fysikkelever tar med seg hverdagsforestillinger inn i klasserommet. Dersom elevenes erfaringer med hverdagsforestillinger av begrepene, ikke samsvarer med betydningen av fagbegrepet, må de kognitive skjemaene endres ifølge den sosialkonstruktivistiske læringsteorien (Sjøberg, 2004).

Fredrik, for eksempel, skiller lav forståelse og høy forståelse mellom elever som sier at de henter «kaldt», eller «varmt» vann i springen, og elever som ikke bruker ordene «kaldt» og varmt». Helene antyder også dette med at bruken av ordene «kaldt» og «varmt» viser mindre forståelse av termofysikkens begreper. Ordene «varmt» og «kaldt» kan bringes fra hverdagsspråket, og bruken av dette, gjør ikke elevene i stand til å oppnå de kognitive argumentene, som handler om å utvikle forståelse for fysikkens teorier og begreper

(Wellington, 1998; Hofstein & Lunetta (2004); Angell et al., 2016). Simen nevner «å ta på energi», ikke ta på temperatur. Dette blir tatt opp i Yeo & Zadnik (2001) og Baser (2006) sine forskninger, som handler om misoppfatninger av varme og temperatur. Spesielt i Yeo & Zadnik (2001) kommer det frem at noen elever har utfordringer med å holde begrepene adskilt. Eleven bruker, for eksempel varme som mål på temperatur, eller omvendt. Det er ifølge Baser (2006) vesentlig at elever som skal vise høy oppnåelse i termofysikk, må klare å bruke begrepene riktig når de snakker om termofysiske prosesser. Som Fredrik sier, om elever som gir grundigere svar, har forstått noe av begrepenes betydning, fordi eleven vet hva som skiller begrepene fra hverandre.

Jeg vil videre presentere hva fysikklærerne legger i forskjellen mellom hverdagsspråk og fagspråk, for å sammenlikne i hvilken grad de skiller mellom disse. Tabell 3 viser en overordnet oversikt over hva fysikklærerne legger i forskjell mellom bruken av fagspråk og hverdagsspråk.

Hva legger du i forskjellen mellom bruken av hverdagsspråk og fagspråk?		
Fredrik	**Helene**	**Simen**
Man skal bruke hverdagsspråket der det lar seg gjøre, og fagspråket der det gjør nytte for seg	Det handler om språkbruk i forskjellige situasjoner	I fysikk skal fagspråket brukes riktig i diskusjoner, men ikke i hverdagen

Tabell 5: En oversikt over hva fysikklærene legger i forskjell mellom fagspråk og hverdagsspråk.

Innledningsvis til oversikten i tabell 4, vil jeg si at fysikklærene gir klare uttrykk for at bruken av hverdagsspråk og fagspråk bør skilles i fysikkundervisningen. Nedenfor har jeg tatt med noen utdrag fra transkripsjonene som viser likheter, men også forskjeller mellom fysikklærenes meninger om hvor nøye man skal være på bruken av hverdagsspråket og fagspråket.

> ***Fredrik:*** *«Jeg mener at man ikke skal bruke fagspråket beinhardt, men termofysikk er et unntak. Hverdagsspråket kan brukes der det lar seg gjøre». «(…) man skal ikke la bruk av fagspråk gå på elevenes bekostning av forståelse (…) og da er man ute og kjører». «Det er kun når du skal beskrive det fysiske fenomenet når du skal bruke fagspråket».*

Helene: *«Jeg tenker jo at det greit å skille, for eksempel, ved middagsbordet trenger man ikke å bruke fagspråket, men i et fysikkrom skal man det. Det handler om språkbruk i forskjellige situasjoner. Det tenker jeg er uproblematisk at hverdagsspråket er det det faktisk er (…) det hadde blitt veldig slitsomt». «Vi tar opp det at varme brukes på forskjellige måter, det samme gjelder krefter, energi og arbeid».*

Simen: *«Det er ingen tvil om at man må bruke fagspråket riktig i fysikk (…) men det er ingen grunn til å skille mellom dem i hverdagen (…) og snakke om at det er varmt, eller kaldt ute, synes jeg er helt greit». «Jeg tenker at det er viktig at man har et godt fagspråk om energibegrepet mer enn noe annet i termofysikk (…) og prøve å skjønne at arbeid, varme og energi er det samme».*

Som utdragene viser, er det antydning til at alle fysikklærerne mener at det greit å bruke hverdagsspråket i noen sammenhenger, og fagspråket i andre sammenhenger.
Fredrik, for eksempel, legger vekt på at man ikke skal la begrepene gå på bekostning av elevenes forståelse. Det er nærliggende å tro at Fredrik mener det er mer viktig at elevene gjør seg bevisst på at fagspråket og hverdagsspråket ikke er det samme i termofysikk, enn at man skal gå for mye i dybden på begrepene. Det er ikke meningen at elevene skal skremmes av fagspråket, men bli gjort bevisst på at det er en forskjell på fagspråk og hverdagsspråk.

Helene legger vekt på at man skal bruke fagspråket korrekt og presist når man snakker om energi, arbeid og varme, som er fysikkbegreper med presise betydninger. I forhold til Fredrik sine utsagn, virker det som at Helene trekker frem at fysikk-klasserommet er med på «å avgrense» skillet mellom fagspråket og hverdagsspråket. Hun forsøker å få frem at elevenes hverdagsspråk er innenfor å bruke, så lenge det ikke brukes i et fysikk-klasserom.

Simen trekker også frem energibegrepet som en vesentlig del for utvikling av begrepsforståelse, på samme måte som Helene. Det som er forskjell på Helene og Simen, er at Simen snakker mer rundt elevenes erfaringer med energi og arbeid fra mekanikken, og hvordan disse begrepene også er knyttet til varme når elevene blir undervist i termofysikk. Simen gir også antydning til man skal la elevene bruke hverdagsspråket utenfor fysikk-undervisningen, men bruke fagspråk dersom det er snakk om en fysikkfaglig/realfaglig diskusjon.

Angell et al (2016) skriver at fysikkfaget har begreper som har presise definisjoner, mens de i dagliglivet brukes med løsere innhold. Det elevene allerede vet om temperatur og varme fra hverdagsspråket, er nok den viktigste faktoren som influerer læringen (Angell et al., 2016). Det er ikke så rart, da man som barn, for eksempel, blir fortalt at en temperaturmåler sier noe om hvor varmt, eller kaldt det er ute. Denne erfaringen er det også stor sannsynlighet for at eleven tar med seg videre i livet, som gjør at eleven kan få utfordringer med å godta den fagspråklige betydningen av temperatur i fysikkfaget.

Skal elevene møte fysikkfagets kultur hvor man trenger en vitenskapelig forståelse av begrepene, er det viktig at fysikklærere til en viss grad kan akseptere at elever bringer med seg noe av hverdagsspråket inn i fysikkundervisningen. Samtidig bør fysikklæreren legge til rette for at elevene kan krysse grensen mellom dagliglivet og fysikkfaget (Angell et al., 2016). Både Simen, Helene og Fredrik gir uttrykk for at de godtar en form for elevers hverdagsspråk når de ikke snakker fysikkfaglig, men i klasserommet prøver de å bruke begrepene varme og temperatur med presise og faglige betydninger, slik at elevene også skal bruke disse korrekt.

4.2 Fysikklærernes bruk av praktisk arbeid i termofysikk

I dette underkapitlet skal jeg ta for meg fysikklærernes tilrettelegging, gjennomføring og refleksjon rundt praktisk arbeid i termofysikk. Under intervjuene spurte jeg fysikklærerne om de kunne fortelle om en form for et praktisk arbeid de hadde gjennomført i termofysikk med deres refleksjoner til arbeidet underveis. Jeg spurte også fysikklærerne hva de mente var kjennetegn på en god øvelse, i form av praktisk arbeid, for elevene.

I denne delen vil jeg fokusere på hva som kom frem av analysearbeidet om praktisk arbeid i termofysikk. I analysearbeidet med transkripsjonene prøvde jeg å kategorisere fysikklærernes tilretteleggelse for praktisk arbeid, basert på hvilken instruksjon som ble gitt til oppgave/spørsmål, fremgang/metode og resultater. Kategoriene jeg har tatt utgangspunkt i, er hentet fram av taksonomien (se kap 2.1) beskrevet av Gyllenpalm et al (2010).

Tabell 4 viser en oversikt over de praktiske øvelsene i termofysikk, som fysikklærerne fortalte om. Et passende navn på temaene, har jeg selv gitt til øvelsene, for å gi en pekepinn på hva de handlet om. Tabellen viser informasjon om hvilke instruksjonsmetoder jeg synes lærerne brukte.

Hvordan legger fysikklærerne opp et praktisk arbeid i termofysikk?		
Navn	**Tema**	**Kategori/instruksjonsmetode**
Fredrik	Skål med «varmt» og «kaldt» vann	«Eksponerende/oppdagende instruksjon»
Helene	Fasediagram for oppvarming av vann	«Eksponerende/oppdagende instruksjon»
Simen	Kjenne på gjenstander i kjøkkenskuff	«Veiledet utforskende/oppdagende instruksjon»

Tabell 6: Oversikt over hvilke praktiske arbeid i termofysikk, som fysikklærerne brukte.

Jeg vil nå presentere fysikklærernes gjennomføring og refleksjoner av sitt valgte praktiske arbeid i termofysikk. Videre vil jeg forsøke å knytte fysikklærernes refleksjoner og gjennomføring av sitt praktiske arbeid opp mot beskrevet teori om praktisk arbeid (se kap 2.1) og sammenlikne fysikklærernes tilretteleggelse av, og refleksjoner om praktisk arbeid.

4.2.1 Fredriks bruk av praktisk arbeid i termofysikk

Fredrik valgte å fortelle om et demonstrasjonsforsøk han hadde gjennomført sammen med elevene. Elevene skulle selv måle temperaturen i en skål med henholdsvis «varmt» vann og «kaldt» vann over tid. Forsøket var satt opp på forhånd av Fredrik.

> ***Fredrik:*** *«(…) sette en skål med varmt vann og kaldt vann inntil hverandre med en tynn plastikkvegg mellom (…) få til den prosessen der da (…) det er måte å vise dette med forskjellen på varme og temperatur da, for å få dem begrepene inn». «(…) ja, det er temperatur vi måler oppi karet der, og det vi får ut på skalaen her, mens den varmen er endringen i temperaturen da (…) strengt tatt (…) at man har flytta energi».*

I samtalen med Fredrik, uttrykte han at målet med forsøket var at elevene skulle lære om forskjellen på varme og temperatur ved å ta utgangspunkt i temperaturendringen i vannet i skålene. Instruksjonen som Fredrik ga, minnet om en blanding av både en eksponerende og

oppdagende instruksjon, fordi forsøket virket fullstendig lærerstyrt. Dette omtaler Gyllenpalm et al (2010) som «*expository/discovery instruction*», og her er det læreren som velger ut et problem/spørsmål, en fremgangsmåte/metode og et resultat. Fredrik ville at elevene skulle selv føle at de hadde «oppdaget» forskjellen på varme og temperatur ved å måle temperaturen i vannskålen over tid. Utdraget nedenfor viser Fredriks refleksjoner av forsøket:

> ***Fredrik:*** *«Jeg vil tro at, for eksempel, det forsøket vi nettopp snakket om med vannkaret vil gi en bevisstgjøring på at temperaturen du måler er det tallet du får opp, temperaturendringa er varme (…) for å få en slags (…) ja (…) da får man en slags en tanke da at det vi måler er ikke hvor varmt det er. Vi måler hvor fort atomene beveger seg (…)». «Jeg ser det er masse feilkilder til et slikt forsøk, sånn som hvor mye romtemperaturen vil påvirke her. Plast er jo varmeisolerende, så noe annet som slipper varmen rett gjennom uten vannet! Da ville du kunne se den derre forskjellen på temperaturen vi måler, og den endringa du får i temperatur i karet når du «flytter gradene» over (…) kanskje en mer bevisstgjøring på når vi snakker om varme, så mener vi flyttinga av energi (…) ikke den temperaturen vi måler (…)».*

Fredrik trekker frem noen tanker om romtemperaturens innvirkning, og at bruk av plast er en stor feilkilde til forsøket. Ifølge Berry et al (1999) og Hofstein & Lunetta (2004) er det viktig at gode utformede øvelser er viktig for å hjelpe elever med å utvikle læringsmuligheter for begreper. Fredrik uttrykte at han hadde et konkret mål med øvelsen: å bevisstgjøre forskjellen mellom begrepenes betydning. I tillegg innser Fredrik at feilkilder som kan oppstå, påvirker forsøket. Dette er ifølge Berry et al (1999) et kjennetegn på en god øvelse. Neste tekstutdrag handler om Fredriks tanker rundt kjennetegn på et godt praktisk arbeid:

> ***Fredrik:*** *(…) helst et eller annet hvor man har muligheten til å endre flere variabler. Man bør også kunne forutse hva som skal komme til å skje, sånn at man kan lage seg en hypotese, at det ikke er for fjernt. Også bør man få kobla med teori, og det innebærer at elevene regner ut først også gjøre et forsøk og se om det stemmer». «(…) de fleste forsøk bør være enkle».*

Fredrik hinter til at elevene bør ha lært om begreper på forhånd før de skal gjøre en form for praktisk arbeid. Dette støttes av Abrahams & Millar (2008) hvor det poengteres at begreper er vanskelig å synliggjøre ved et praktisk arbeid, dersom begrepene ikke er klargjort på forhånd. Fredrik forteller følgende om hvordan han opplevde elevenes refleksjoner om forsøket:

> ***Fredrik:*** *«Elevene mine hadde ingen diskusjon om varmeoverføringen i vannkaret (…) eh (…) de virket som de tok den forskjellen ganske greit (…) ikke noe veldig diskusjon på dette».*

På en annen side kan det virke som at Fredrik tar litt for gitt at elevene skal forstå forskjellen på varme og temperatur ved å måle temperaturen i skålen over tid. Dette kan muligens ha noe å gjøre med Fredriks erfaring med demonstrasjonsforsøket i termofysikk.

4.2.2 Helenes bruk av praktisk arbeid i termofysikk

Helene valgte å fortelle om et praktisk arbeid hvor elevene skulle bruke temperaturmåler og et digitalt program til å måle temperaturen i en kjele med vann over tid. Det digitale programmet skulle vise elevene en grafisk fremstilling av temperatur på y-aksen og tiden på x-aksen. Her jobbet elevene selv med egen PC, egen kjele og egen temperaturmåler.

> ***Helene:*** *«(…) da er det sann at elevene bare setter i gang (…) og da har vi jo sånne digitale sensorer og temperaturmålere fra Pasco. Temperaturgrafen får de frem (…) og da ser de jo at temperaturgrafen flater ut på 100 grader celsius (…) og da skal de snakke om hvorfor det blir sånn».*

Helenes mål med forsøket, var ment til at elevene skulle se at tilført varme ikke nødvendigvis førte til økt temperatur, og snakke om hvorfor det blir slik. På samme måte som Fredriks øvelse, minner denne instruksjonen som en form for oppdagende instruksjon, fordi øvelsen virket fullstendig lærerstyrt. Øvelsen var ikke en demonstrasjon, slik som Fredrik gjennomførte, men en relativ enkel øvelse, hvor elevenes observasjoner av temperaturgrafen skulle få elevene til å tenke over hvorfor kurven «flatet ut» på ved 100˚C. Helene ville også gi elevene følelsen av å «oppdage» at tilført varme til kjelen ikke gir temperaturøkning i vannet ved 100℃, noe som kan virke uventet for elevene. Utdraget nedenfor viser Helenes refleksjoner til å forsøket:

> ***Helene:*** *«(…) Jeg tenker jo bare at vi sitter her og følger med på temperaturen og bare ser at det ikke endrer seg, selv om kokeplata står på for fullt, og vannet bare koker som bare det! (…) de ser at temperaturen øker like mye gjennom oppvarmingen av vannet (…) og ved faseovergangen går ikke den tilførte varmen til å øke temperaturen, men fordampe vannet».*

Helene fortalte at hun har brukt dette forsøket flere ganger i termofysikk, og uttrykker at forsøket kan få elevene til å snakke litt mer om hva temperatur og varme er. At varme i fysikk brukes om energioverføringen som fører til temperaturøkning, men også at temperaturen nødvendigvis ikke øker ved vannets faseoverganger, selv om platen fortsetter å tilføre varme til vannkjelen. Nedenfor vises et utdrag fra Helenes refleksjoner om god bruk av praktisk arbeid i undervisningen:

> ***Helene:*** *«Det må jo være en øvelse som gjør at de får sett i virkeligheten noe de har lært om teoretisk (…) så de får se koblingen mellom teori og virkelighet (…) eh (…) og jeg liker best å ha forsøk etter jeg har gått gjennom den teorien som man skal kunne». «Erfaringer med utforskende arbeid her er at elevene blir frustrerte (…) og det er ikke alltid de får så mye ut av å sitte å undre over for mye heller (…) åja, der målte de et eller annet, men vet ikke hva de så etter (…) eller hvorfor de skulle se det som de så».*

I likhet med Fredrik, gjennomførte Helene det praktiske arbeidet etter at teorien hadde blitt gjennomgått, da hun foretrekker å ha praktisk arbeid etter en teorigjennomgang. Det er nærliggende å tro at Helene er tilhenger av å tilrettelegge praktisk arbeid i undervisningen for at elevene skal «sjekke» at teorien stemmer. Ifølge Angell et al (2016) brukes da øvelsen som en form for repetisjon, hvor læreren først har gått gjennom den teoretiske delen, slik at et forsøk kan brukes for å «se om teorien stemmer». Dette kan minne om den tradisjonelle måten å gjennomføre et praktisk arbeid på, da Helene selv har valgt problem/spørsmål, metode/fremgangsmåte og resultat (Angell et al., 2016).

Helene hinter også til at hun ser en utfordring med å jobbe utforskende i et praktisk arbeid, og den utfordringen er hovedsakelig at elevene, selv ikke er klar over hva som skal undersøkes. Som nevnt, handler utforskende arbeid om at elever skal utvikle bruk av metodekompetanse, hvor de skal få trening i å lære om vitenskapelig metode, og hvordan man jobber vitenskapelig (Angell et al., 2016). Ifølge Gyllenpalm et al (2010) ble det hevdet at den tradisjonelle formen for å gjennomføre praktisk arbeid i undervisningen dominerte over den utforskende måten. Gyllenpalm et al (2010) hevder at mange lærere oppfatter praktisk arbeid som «lek og moro», og at det er mangel på hvordan man kan legge til rette for at elever skal jobbe utforskende. Dette kan være en grunn til at Helene ser på utforskende arbeid som lite nyttig, da hun kanskje ikke vet hvordan hun skal delta, eller veilede i denne prosessen. På en annen side var ikke målet med hennes med forsøket at elevene skulle lære om vitenskapelig metode, men at elevene skulle knytte erfaringer og observasjoner til teori.

4.2.3 Simens bruk av praktisk arbeid i termofysikk

Simen gjennomførte en øvelse hvor elevene skulle finne to gjenstander i kjøkkenskuffen sin, og snakke om varmebegrepet og temperaturbegrepet underveis.

> ***Simen:*** *«(…) i starten av termofysikken ba jeg elevene finne fram det kaldeste og det varmeste du finner i kjøkkenskuffen din (…) og de fleste elever fant frem noe som var metall, og noe som var ikke-metall da (…) også man fikk kjenne på noe og vi fikk snakket litt om hva varme egentlig er og hvorfor temperaturen var det samme på begge tingene».*

Simens forsøk ble gjennomført under hjemmeskole og målet med øvelsen var at elevene skulle få en innføring i termofysikk hvor de skulle ende opp med å diskutere forskjellen mellom begrepene varme og temperatur ved å kjenne på forskjellige gjenstander. Det er vanskelig å kategorisere instruksjonen til Simen. Dette fordi instruksjonen, på en måte, kan minne om en form for utforskende arbeid fordi elevene sto fritt til å velge gjenstander, som skulle lede til at elevene fikk følelsen av å sammenlikne et «kaldt» objekt med et «varmt» objekt. Samtidig kan det også virke at metoden er gitt av Simen, fordi alle elevene skulle finne to gjenstander, selv om de kunne velge forskjellige. Derfor vil jeg påstå at instruksjonen ligger et sted mellom en oppdagende, og en veiledet utforskende instruksjon. Nedenfor vises et utdrag fra Simens refleksjoner til forsøket:

> ***Simen:*** *«(…) man kan jo bruke kjøkkenskuff-forsøket til å snakke om energioverføring, altså (…) noe håndfast som man kan kjenne på (…) og måle temperatur». «vi brukte jo det som en intro til varme og temperatur, også jobbet vi med begrepene i bakhodet da (…) jeg tenker at det er viktig i termo, å gjøre sånne små forsøk som på en måte kan underbygge teorien som ligger der».*

Simen uttrykker at han brukte øvelsen som en introduksjon i termofysikk, for å introdusere begrepene varme og temperatur. Ifølge Angell et al (2016) er dette, som sagt, et eksempel på at et praktisk arbeid brukes for å introdusere et nytt kapittel/tema. Det som skiller Simens forsøk fra Fredriks og Helenes, er at Simen ikke hadde gjennomgått teorien på forhånd. Han valgte å starte termofysikk med å invitere elevene til å gjennomføre denne øvelsen, og prate om begrepene i ettertid.

Et formål med praktisk arbeid er ifølge Schilling (2006) å utvikle kognitive mål, som handler om å forstå teori og kobling mellom teori og erfaring. Simens form for praktisk arbeid er et

godt eksempel på å trekke inn elevenes erfaringer med å kjenne på «kalde» og «varme» gjenstander og koble dette mot teori i fysikk. Simen antyder at elevenes erfaringer skal være med på å underbygge teorien som ligger der. Ifølge Angell et al (2016) kan en slik tilretteleggelse av praktisk arbeid bidra til at elevene får en felles erfaring på samme plattform når et nytt tema skal gjennomgås. Et poeng med å bruke praktisk arbeid som en introduksjon i et nytt tema, kan derfor legge til rette for elever å gjøre mer strukturerte termofysiske forsøk, hvor de, for eksempel, må regne på varmeoverføringer. Simen forteller følgende om sine erfaringer med praktisk arbeid i termofysikk:

> ***Simen:*** *«(…) Jeg tror kanskje det å bryte seg litt løs fra den faste strukturen (…) og faktisk ha litt mer lek da (…) kunne være noe». «(…) Jeg tror absolutt at forsøk som er lagt opp slik at man kan gjøre det på forskjellige måter (…) og likevel komme fram til samme resultat da (…) vil være nyttig for de som ikke klarer å få det med seg på den måten man så det først da. Diskutere hva man kunne gjort annerledes?».*

Simen sier selv at han er tilhenger av å få elevene til å arbeide mer selvstendig i fysikkfaget. Han legger frem at lek kan være start på læring, og at «lekbaserte oppgaver» ikke er feil å bruke i fysikk, men at det må legges opp på en måte slik at elevene får prøvd seg frem og teste litt. Det kan for eksempel være testing av utstyr, eller teste forskjellige fremgangsmåter i et praktisk arbeid. Ved å ta med de forskjellige gjenstandene på skolen, kan elevene koble erfaringene fra å ta på håndfaste konkreter og deretter snakke om begrepene i ettertid.

4.2.4 Likheter mellom fysikklærernes bruk av praktisk arbeid i termofysikk

Både Fredrik, Simen og Helene gir uttrykk for at praktisk arbeid er en vesentlig del av fysikkundervisningen. Basert på fysikklærernes utsagn, uttrykker de også at de alltid har en hensikt med å tilrettelegge et praktisk arbeid, enten om det for å underbygge gjennomgått teori om temperatur og varme, eller for å lede elevene inn mot et mer utforskende arbeid med begrepene. Dette er ifølge Hofstein & Lunetta (2004) kjennetegn på gode utformede øvelser, fordi lærerne benytter det praktiske arbeidet mot et formål.

Når det gjaldt fysikklærernes strukturering av selvvalgte praktiske arbeid, var det den «oppdagende instruksjonen» som ble mest brukt. Altså at noen av fysikklærerne brukte en instruksjon hvor spørsmål/problem, fremgangsmåte og resultat var fullstendig lærerstyrt. En grunn til at denne instruksjonen forekom mest, kan være fysikklærernes mangel på kunnskap

om å tilrettelegge et praktisk arbeid i en mer utforskende grad (Gyllenpalm et al, 2010). Noe som Abrahams & Millar (2008) påpeker, er at læreren må skille mellom «å gjøre» og «å lære». Hvis, for eksempel, målet med en øvelse er at begrepene skal bli synliggjort for elevene, er det kanskje mer viktig at fokuset ligger på «å lære» begrepene istedenfor «å gjøre», i den betydning av å sette opp forsøket. Fredrik og Helene uttaler følgende om begrunnelse for valg type praktisk arbeid til termofysikk:

> ***Fredrik:*** *«Jeg tror demonstrasjonsforsøk er bedre å bruke her, for da har man mer styring, og kan passe på hva elevene skal huske på».*
>
> ***Helene:*** *«Jeg liker at de får med seg teorien først, som de for eksempel kan ha med seg i rapporten (...) jeg liker best at de vet litt hva de bør se etter».*

Som Fredrik og Helene mener, kan et praktisk arbeid i form av enten en demonstrasjon sammen med elever, eller et laboratorieforsøk som repetisjon, være nyttig å bruke for å synliggjøre begrepene. Dette er kanskje fordi elevene kan koble teorien med erfaringene sine, og ifølge Schilling (2006) er dette et kunnskapsmål i fysikkfaget som kan oppnås fra bruken av et praktisk arbeid. Ifølge Angell et al (2016) er, som nevnt, en utfordring med for åpne øvelser, at elevene opplever et svært omfattende arbeid dersom de selv skal ta fullt eierskap til den.

4.2.5 Ulikheter mellom fysikklærerens bruk av praktisk arbeid i termofysikk

Det er et poeng som er verdt å nevne når det kommer til ulikheter mellom fysikklærernes tilretteleggelse av praktisk arbeid i termofysikk, og den største ulikheten ligger nok i hvordan fysikklærerne utformer oppgavene til sine praktisk arbeid. Basert på fysikklærernes utsagn og refleksjoner, virker det som at de ønsker at elevene skal lære begrepene med presise uttrykk, men de bruker forskjellige typer praktiske arbeid for å synliggjøre disse. I tillegg er det forskjeller på når det praktiske arbeidet brukes med tanke på gjennomgått teori.

Fredrik og Helene gir et helhetlig inntrykk av å bruke praktisk arbeid etter de har gjennomgått noe teori i termofysikk. Dette støttes av Abrahams & Millar (2008) som poengterer at denne rekkefølgen vil lede elevene til å benytte praktisk arbeid som en måte å synliggjøre teorien og begrepene dersom de allerede vet om definisjonene på begrepene. Å bruke praktisk arbeid etter at teori er gjennomgått har ifølge Angell et al (2016) også den styrken, ved at øvelsen

kan bli tydelig avgrenset fra, for eksempel andre begreper i termofysikk. Da kan elevene kun fokusere på varmebegrepet og temperaturbegrepet.

Simen forteller at han brukte det praktiske arbeidet som en introduksjon til termofysikk, for å underbygge teorien med erfaringer underveis.

> ***Simen:*** *«Istedenfor å mate de med info, så kan de finne ut noen ting selv (…) i utgangspunktet synes jeg det er best, hvis de får den den aha-opplevelsen underveis (…) og gjerne sammen med andre elever».*

En fordel med å benytte denne fremgangsmåten for elevene, var at de kanskje følte de fikk mer eierskap til øvelsen, da de selv fikk velge ut gjenstander fra kjøkkenskuffen sin. Dette kan ifølge Gyllenpalm et al (2010) være en god måte for å hjelpe elevene til å huske innholdet bedre og kanskje gjøre praktisk arbeid morsommere. I tillegg er dette også en god måte for elevene å utvikle kunnskap om vitenskapelig metode og utforskende teori, som også er et mål man kan oppnå ved bruk av praktisk arbeid i fysikk.

4.3 Fysikklærernes bruk av praktisk arbeid for å synliggjøre begrepene

Fysikklærerne oppfatter god begrepsforståelse av varme og temperatur, dersom elevene ikke tar med seg hverdagsspråket i fysikkundervisningen. De mener at god begrepsforståelse hos elever kjennetegnes ved at elevene kan skille begrepene, og bruke de korrekt i ulike faglige sammenhenger. Det betyr blant annet at elevene kan forklare at temperaturen i et stoff er en fysisk målbar størrelse, som sier noe om den gjennomsnittlige kinetiske energien i molekylene i stoffet (Grimenes et al, 2011). Det er videre viktig at de forstår at temperaturen i et stoff ikke er et mål på «følt» varme, da varme, også er en abstrakt størrelse på energioverføringen som skjer på grunn av temperaturforskjeller i ulike stoffer. Med utgangspunkt i fysikklærernes oppfattelse av god begrepsforståelse av varme og temperatur, er deres valg av praktisk arbeid godt begrunnet. I fysikklærernes tilrettelegging av praktisk arbeid, legges det opp til at elevene får muligheten til å samtale om disse begrepene.

Fredriks praktiske arbeid kan hjelpe elevene med å synliggjøre at det blir en temperaturforskjell i vannkaret over tid, dersom man i utgangspunktet bruker vann med forskjellige temperaturer. Elevene kan først måle temperaturen i det «varme» vannet og det «kalde» vannet, og deretter måle temperaturen på nytt i karet, for eksempel etter en halvtime.

Når temperaturmåleren viser en annen verdi som ligger mellom temperaturverdiene i utgangspunktet, vil kanskje noen elever begynne å undre over hva som kan være grunnen til at det er en temperaturforskjell.

Helenes praktiske arbeid kan få elevene til å undre over hvorfor tilført varme ikke går med på å øke temperaturen i vannet når vannet skifter fase fra flytende form til gassform ved 100℃. Det samme skjer når vannet skifter fase fra fast form til flytende form ved 0℃. Det kan utfordre elevenes forståelse, og kanskje synliggjøre, for eksempel, at temperaturverdien holdes på bestemt verdi, 100℃, selv om det tilføres en form av energi til vannet. Ut fra loven om energibevaring, må da denne energien i form av varme, gå til å gjøre noe annet enn å endre temperaturen i vannet. I disse tilfeller, hvor elevenes forståelse utfordres på bekostning av begreper, er det viktig at læreren er i stand i til å gi tilbakemeldinger på elevenes forklaringer (Angell et al., 2016). Helene sier følgende:

> ***Helene:*** *«Når jeg går gjennom det så prøver jeg å være tydelig. Jeg kommenterer hvis elevene er upresise (…) Når elevene har hatt teorigjennomgang, så er begrepene noe de skal ha hørt fra før.*

Helene gir uttrykk for at hun støtter elevene i læringsprosessen ved at hun kommenterer bruk av upresist språk. I tillegg mener hun at bruken av teori før praktisk arbeid, kan hjelpe elevene med å unngå å skille mellom begrepene, fordi da skal de ha hørt om de før.

Simens praktiske arbeid kan få elevene til å undre over hvorfor temperaturen i to gjenstander er det samme målte verdien, selv om den ene gjenstanden føles kaldere ut, enn den andre. Dette er en øvelse hvor elevene virkelig blir utfordret med å skille begrepene, hvis elevenes hverdagsforestillinger dominerer elevens forståelse (Angell et al., 2016). Hvis temperaturen kan måles, og viser den samme i verdien i gjenstanden, hvorfor føles de så forskjellige ut da? Om elevenes hverdagserfaringer innebærer at de tror at menneskekroppen kan bedømme temperatur, kan nettopp dette forsøket bidra til å synliggjøre en viss forskjell mellom begrepene. Elevene kan, for eksempel, bruke denne erfaringen og diskutere hvorfor vanndamp føles varmere ut, enn varmluft fra stekeovn på 200℃. Det kan hjelpe elevene med å synliggjøre at, selv om temperaturen i et stoff er 200℃, betyr det ikke at den føles varmere ut enn et annet stoff med lavere temperatur. I denne prosessen er det også viktig at læreren fungerer som en veileder. Simen sier følgende:

> ***Simen:*** *«I klasserommet bruker jeg ting man kan ta og kjenne på (…) at man tar på energi, rett og slett. Også prøver jeg å bruke begrepene for det det faktisk er».*

Simen uttrykker også at han bruker tid på å ta utgangspunkt i elevenes erfaringer med å ta på ting, og snakke om begrepene. Simen har tidligere nevnt at han foretrekker praktisk arbeid, hvor elevene kan få muligheten til å endre på noen variabler, men likevel kan komme frem til samme resultat.

Basert på fysikklærernes utsagn, virker det som at de fremstår som gode veiledere, og deltar aktivt i læreprosessen til elevene ved at de, for eksempel, stiller spørsmål til elevenes erfaringer med hensyn til begrepene. Det er viktig at elevenes forståelse blir satt på prøve, ved at læreren veileder elevene til å stille spørsmål, skrive ned begrepene og diskutere hvilke sammenhenger man bør skille mellom de (Högström et al., 2010). På dette området trenger fysikklærerne et bredt kunnskapsperspektiv om elevenes utfordringer knyttet til hverdagsspråk, og hvordan en kan tilrettelegge praktisk arbeid som skal koble teorien med elevenes erfaringer.

5 Konklusjon og veien videre

Hva fysikklærerne mener er gode kjennetegn på begrepsforståelse av varme og temperatur, stemmer med noe av det teoretiske grunnlaget for oppgaven. Det er viktig at elever utvikler forståelse av bruken av fagspråk, og kan skille mellom fagspråket og hverdagsspråket. Innsikt i begrepsforståelse kan gi elevene et stødig grunnlag for å diskutere problemstillinger knyttet til, for eksempel, hvordan varmeenergi kan utnyttes. Fysikklærene uttrykker med sine utsagn at bruk av hverdagsspråket i en fysikkfaglig sammenheng bør unngås, og at elevene bør bli bevisstgjort om at begrepene, varme og temperatur, har forskjellige faglige betydninger og ikke må veksles med hverandre.

Når det gjelder tilrettelegging av praktisk arbeid i fysikkundervisningen, viser utsagnene at det kan benyttes ulike typer forsøk med ulike instruksjoner/metode, utstyr osv. for å snakke om begrepene: varme og temperatur. Det er viktig poeng å nevne at læreren står sentralt, når det kommer til å utfordre elevenes forklaringer og tanker, uavhengig om hvordan type praktisk arbeid det er snakk om. I studien kommer det frem, at de lærerstyrte øvelsene kanskje legger til rett for at noen elever vil møte en form for kognitiv konflikt med hverdagsforestillinger og fagbegreper. Dette støttes, som sagt, av beskrevet teori i Hofstein & Lunetta (2004), der forskerne mener at lærere trenger mer opplæring i hvordan man kan tilrettelegge praktisk arbeid mot mer utforskende øvelser for elevene. Simens tilrettelegging av praktisk arbeid er mer forbundet med en utforskende variant, enn Fredrik og Helenes tilrettelegging. Ifølge Gyllenpalm et al. (2010) og Schilling (2006), trenger elevene både teori og praksis for å oppnå de kognitive argumentene, og for å trene på å jobbe vitenskapelig.

Etter arbeidet med denne studien vil jeg presentere en mulighet for videre studier, som tar utgangspunkt i begrepsforståelse av varme og temperatur, og kobling med praktisk arbeid. En mulighet kan, for eksempel, være å ta utgangspunkt i Simens øvelse. Elevenes erfaringer med noe håndfast kan være godt utgangspunkt for å få elevene å, for eksempel, beskrive (ytre seg), og sammenligne gjenstander med andre elever. Det kan være interessant å forske på elevenes språkbruk i faget og knytte dette opp mot begrepsforståelsen. Elevintervjuer er en måte som man kan gjennomføre. I den nye læreplanen i fysikk som skal gjelde fra høsten 2021, er et kjerneelement av elevene skal utvikle kunnskap om hvordan teori og eksperimenter er med på å, for eksempel, forme fysikkfaget, og forstå fysiske sammenhenger.

På en annen side, peker ikke studien på at det finnes en bestemt retningslinje for hvordan praktisk arbeid kan synliggjøre begrepene, varme og temperatur. Kanskje det er en kobinasjon av lærerstyrte- og åpne øvelser? I videreføring av dette kunne det vært interessant å undersøke hvordan elevene uttrykker sin læring gjennom praktisk arbeid i termofysikk, og hvordan dette kan kobles, spesielt, mot begrepsforståelse.

På mitt personlige plan har studien fått meg til å, blant annet, tenke over min egen tilrettelegging av praktisk arbeid i undervisningen. Til nå har jeg gjennomført mye lærerstyrte øvelser for elevene, og kunne trengt mer opplæring i hvordan jeg tilrettelagt en mer utforskende variant i jobben. Det hadde vært interessant å undersøke videre med, for eksempel, hvilke(n) type(r) praktisk arbeid elevene husker best. Jeg håper dette vil gjøre meg til en mer reflektert fysikklærer i fremtiden.

6 Litteraturliste

Abrahams, I. & Millar, R. (2008). Does Practical Work Really Work? A Study of the effectiveness of practical work as a teaching and learning method in school science. International Journal of Science Education, 30(14), 1945-1969. http://dx.doi.org/10.1080/09500690701749305

Angell, C., Henriksen, E.K., og Renstrøm, R. (2011, 15. februar, sist endret 2020, 12. mai). *Implementering av ny læreplan i fysikk*. Hentet fra https://www.mn.uio.no/fysikk/forskning/prosjekter/fynyl/arbeidsdokument2.pdf

Angell, C., Bungum, B., Henriksen, E.K., Kolstø, S.D., Persson, J. & Renstrøm, R. (2016). *Fysikkdidaktikk*. Oslo: Cappelen Damm Akademisk.

Anker, T. (2020). *Analyse i praksis – En håndbok for masterstudenter*. Oslo: Cappelen Damm Akademisk.

Berry, A., Gunstone, R., Loughran, J. & Mulhall, P. (1999). Helping Students Learn from Laboratory Work. Australian Science Teachers Journal. 44:27-31. https://www.researchgate.net/publication/289540196_Helping_students_learn_from_laboratory_work

Baser, M. (2006). Fostering conceptual change by cognitive conflict-based instruction on students understanding of heat and temperature concepts. Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 2(2), 96-114. https://doi.org/10.12973/ejmste/75458

Brewer, M. (2000). Research Design and Issues of Validity. I: H. Reis, H. & C. Judd. (red.), *Handbook of Research Methods in Social and Personality Psychology* (s. 3-16). Cambridge: Cambridge: University Press.

Grimenes, A., Jerstad, P. & Sletbak B. (2011). *Grunnleggende fysikk for universitet og høgskole*. Oslo: Cappelen Damm AS

Gyllenpalm, J. & Wickman, P-O. "Experiments" and and the Inquiry Emphasis Conflation in Science Teacher Education. (2011). Science Education 95:908-926. https://doi.org/10.1002/sce.20446

Gyllenpalm, J., Wickman, P-O. & Holmgren, S-O. Secondary science teachers' selective traditions and examples of inquiry-oriented approaches. (2010). Nordic studies in Science Education, 6(1), 44-60. https://doi.org/10.5617/nordina.269

Halvorsen, K. (1989). *Å forske på samfunnet – en innføring i samfunnsvitenskapelig metode* (2. utg.). Larvik: Bedriftsøkonomens forlag.

Hofstein, A. & Lunetta, V.N. (2004). The Laboratory in Science Education: Foundations for the Twenty-First Century. Science Education, 88(1), 28-54. https://doi.org/10.1002/sce.10106

Högström, P., Ottander, C. & Benckert S. (2009). Lab Work *Learning* in Secondary School Chemistry: The Importance of Teacher and Student Interaction. *Res Sci Educ* (2010) 40:505-523. http://dx.doi.org/10.1007/s11165-009-9131-3

Imsen, G. (2010). *Elevenes verden – Innføring i pedagogisk psykologi*. (4. utg.). Oslo: Universitetsforlaget.

Jacobsen, D.I. (2015). *Hvordan gjennomføre undersøkelser? Innføring i samfunnsvitenskapelig metode* (3. utg.). Oslo: Cappelen Damm Akademisk.

Krippendorf, K. (2013). *Content analysis*. Thousand Oaks: Sage

Kvale, S. (1997). *Det kvalitative forskningsintervjuet*. Oslo: Ad Notam

Kvale, S. & Brinkmann, S. (2008). *InterViews. Learning the Craft of Qualitative Research Inquiry* (2nd ed). Thousand Oaks: Sage

Merton, R.K. (1987). The Focused Interview and Focus Groups: Continuities and Discontinuities. *The Public Opinion Quartertly*, 51(4): 550-556. https://www.jstor.org/stable/2749327

Morgan, D.L. (1993). *Successful Focus Groups*. Newbury Park: Sage

Postholm, M.B & Jacobsen, D.I. (2014). *Læreren med forskerblikk – innføring i vitenskapelig metode for lærerstudenter*. Oslo: Høyskoleforlaget.

Schilling, V. (2006). *Mentale modeller og eksperimentelt arbejde i fysikundervisningen*. (Doktorgradsavhandling, Syddansk Universitet). Hentet fra https://www.sdu.dk/~/media/Files/Forskning/PhD/phd_hum/afhandlinger/2007/Afhandlinger%2088_schilling%20pdf.ashx

Posner, G.J., Strike, K.A., Hewson, P.W. & Gertzog, W.A. (1982). Accommodation of a Scientific Conception: Toward a Theory of Conceptual Change. Science Education, 66(2), 221-227. https://doi.org/10.1002/sce.3730660207

Sjøberg, S. (2014). *Naturfag som allmenndannelse – en kritisk fagdidaktikk* (3. utg.). Oslo: Gyldendal Akademisk.

Utdanningsdirektoratet. (2006). *Læreplanen i fysikk (FYS1-01) - Formål.* Hentet fra https://www.udir.no/kl06/FYS1-01/Hele/Kompetansemaal/fysikk-1

Utdanningsdirektoratet. (2006). *Læreplanen i fysikk (FYS01-01) - Kompetansemål.* Hentet fra https://www.udir.no/kl06/FYS1-01/Hele/Kompetansemaal/fysikk-1

Utdanningsdirektoratet. (2021). *Læreplanen i fysikk (FYS01-02) – Kjerneelementer.* Hentet fra https://www.udir.no/lk20/fys01-02/om-faget/kjerneelementer

Utdanningsdirektoratet. (2021). *Læreplanen i fysikk (FYS01-02) – Kompetansemål og vurdering.* Hentet fra https://www.udir.no/lk20/fys01-02/kompetansemaal-og-vurdering/kv466

Utdanningsdirektoratet. (2021). *Læreplanen i fysikk (FYS01-02) – Tverrfaglige temaer.* Hentet fra https://www.udir.no/lk20/fys01-02/om-faget/tverrfaglige-temaer

Wellington, J. (1998). Practical work in science: time for a reappraisal. I: J. Wellington (red.), Practical work in School Science – which way now? London: Routlegde. Hentet fra https://doi.org/10.4324/9780203062487

Yeo, S. & Zadnik, M. (2001). Introductory thermal concept evaluation: Assessing students' understanding. The Physics Teacher. 39.496-504. https://doi.org/10.1119/1.1424603

Vedlegg 1 – Informasjonsskriv og samtykkeskjema

Vil du delta i forskningsprosjektet - Fysikklærers bruk av praktisk arbeid i termofysikk?
Dette er et spørsmål til deg om å delta i et forskningsprosjekt hvor formålet er å kartlegge fysikklæreres erfaringer med å bruke praktisk arbeid i termofysikkundervisningen. I dette skrivet gir vi deg informasjon om målene for prosjektet og hva deltakelse vil innebære for deg.

Formål
Forskningsprosjektet er en del av en mastergradsoppgave i fysikkdidaktikk, som vil bli gjennomført i løpet av våren 2021. Forskningsspørsmålet mitt handler om fysikklæreres erfaringer med å bruke praktisk arbeid i termofysikk for elever som har fysikk 1.

Hvem er ansvarlig for forskningsprosjektet?
Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU) er ansvarlig for forskningsprosjektet.

Hvorfor får du spørsmål om å delta?
Du er valgt ut fordi du har undervisningskompetanse og erfaring i fysikkfaget.

Hva innebærer det for deg å delta?
Det at du deltar i prosjektet vil si at du blir intervjuet. Det vil tas et lydopptak av intervjuet og varer i omtrent 45-60 minutter.

Det er frivillig å delta
Det er frivillig å delta i prosjektet. Hvis du velger å delta, kan du når som helst trekke samtykket tilbake uten å oppgi noen grunn. Alle dine personopplysninger vil da bli slettet. Det vil ikke ha noen negative konsekvenser for deg hvis du ikke vil delta eller senere velger å trekke deg.

Ditt personvern – hvordan vi oppbevarer og bruker dine opplysninger
Vi vil bare bruke opplysningene om deg til formålene vi har fortalt om i dette skrivet. Vi behandler opplysningene konfidensielt og i samsvar med personvernregelverket.

Opplysningen vil kun være tilgjengelig for masterstudent Anders Halvorsen (meg), veileder, Gerd Johansen.

Ditt navn og kontaktinfo blir erstattet med en kode som lagres på egen navneliste, samt skolen du jobber på blir anonymisert i alle presentasjoner av dataene.

Hva skjer med opplysningene dine når vi avslutter forskningsprosjektet
Opplysningene anonymiseres når prosjektet avsluttes/oppgaven er godkjent, noe som etter planen er 31. desember 2021. Da vil opptak, notater og andre personopplysninger blir slettet. Grunnen til at opplysningene lagres helt til 31. desember 2021, er fordi jeg trenger en tidsbuffer i tilfelle det skulle skje noe med meg. Skulle tidsbufferen ikke tre inn, sender jeg

melding til NSD om at behandlingen av opplysninger avsluttes tidligere.

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

- innsyn i hvilke personopplysninger som er registrert om deg, og å få utlevert en kopi av opplysningene,
- å få rettet personopplysninger om deg,
- å få slettet personopplysninger om deg,
- å sende klage til personvernforbundet om behandlingen av dine personopplysninger.

Hva gir oss rett til å behandle personopplysninger om deg?
Vi behandler opplysninger om deg basert på ditt samtykke. Ditt samtykke kan trekkes tilbake på hvilket som helst tidspunkt i perioden, og da slettes intervjuet.

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

Hvor kan jeg finne ut mer?
Hvis du har spørsmål til studien, eller ønsker å benytte deg av dine rettigheter, ta kontakt med:

NMBU, ved Gerd Johansen, Førsteamanuensis i fysikk- og naturfagdidaktikk, tlf: 67231923
Epost: gerd.johansen@nmbu.no

Anders Halvorsen, tlf: 41230811
Epost: andershalvorsen.ah@gmail.com

Hvis du har spørsmål knyttet til NSD sin vurdering av prosjektet, kan du ta kontakt med:
NSD – Norsk senter for forskningsdata AS på epost (personverntjenester@nsd.no) eller på telefon: 55 58 21 17.

Med vennlig hilsen

Prosjektansvarlig	Student
Gerd Johansen	Anders Halvorsen

Samtykkeerklæring

Jeg har mottatt og forstått informasjon om prosjektet *[sett inn tittel]*, og har fått anledning til å stille spørsmål. Jeg samtykker til:

☐ å delta på et intervju

Jeg samtykker til at mine opplysninger behandles frem til prosjektet er avsluttet, 31 desember 2021

(Signert av prosjektdeltaker, dato)

Vedlegg 2 – intervjuguide

Introduksjon
Velkommen til et åpent, individuelt, semistrukturert intervju som skal handle om fysikklæreres tilrettelegging av praktisk arbeid i termofysikk for fysikk 1 elever. Jeg heter Anders Halvorsen og skriver en masteroppgave i fysikkdidaktikk ved Norges miljø- og biovitenskapelige universitet. Hensikten med dette intervjuet er å avdekke læreres tilrettelegging av praktisk arbeid i termofysikk og hvordan dette kan støtte elevers forståelse av begreper som varme og temperatur.

Jeg deltar som intervjuer og kommer til å ta et lydopptak av samtalen. Siden dette er et halvstrukturert intervju er jeg åpen for ekstra uttalelser som bygger videre på et spørsmål, men om dette blir for mye, kommer jeg til å gå videre til neste spørsmål for å hindre temaskifte.

Jeg starter med å stille noen spørsmål om fysikkfaget generelt som skolefag, før jeg går videre over til spørsmål om praktisk arbeid. Eksempler på spørsmål kan være:

«Hva liker du best med å undervise i fysikk?» eller «Hva synes du om å bruke praktisk arbeid i fysikk?».

Etter hvert vil jeg gå over på spørsmål som handler om termofysikkens plass i fysikk 1 pensum, og praktisk arbeid knyttet til dette. Da er jeg interessert i å høre om dine erfaringer knyttet til å bruke praktisk arbeid i termofysikk. Eksempler på spørsmål, kan være:

«Hvordan legger du opp praktisk arbeid i termofysikk?» eller «Bruker du praktisk arbeid til å introdusere begrepene varme og temperatur?».

Den siste delen av intervjuet vil jeg stille spørsmål om elevers forståelse av begrepene varme og temperatur, i forhold tilla hverdagsspråk, og hvordan praktisk arbeid i termofysikk kan støtte denne forståelsen. Jeg er interessert i å høre dine erfaringer på hvordan praktisk arbeid har synliggjort disse begrepene for elevene. Eksempler på spørsmål kan være:

«Hva legger du i å ha god fysikkforståelse av begrepene varme og temperatur?» eller «Hvordan har du erfart at praktisk arbeid i termofysikk har bidratt til å synliggjøre begrepene varme og temperatur?»

Norges miljø- og biovitenskapelige universitet
Noregs miljø- og biovitskapelege universitet
Norwegian University of Life Sciences

Postboks 5003
NO-1432 Ås
Norway