

Fakultet for lærerutdanning og pedagogikk

Sigrun Skråmestø

## Masteroppgave

# Elevers tanker om naturvitenskapens egenart

Students perceptions of the nature of science

Master i realfagenes didaktikk

2018

Samtykker til tilgjengeliggjøring i digitalt arkiv Brage

JA  NEI

© Sigrun Skråmestø 2018

Elevs tanker om naturvitenskapens egenart

Hovedveileder: Anne Bergliot Øyehaug

Høgskolen i Innlandet – Fakultet for lærerutdanning og pedagogikk

Antall ord: 25 325

# Forord

Med denne masteroppgaven i realfagenes didaktikk avslutter jeg 5 år med utdanning på Høgskolen i Hedmark/Innlandet. Det har vært fem spennende, slitsomme, morsomme og ikke minst lærerike år. Arbeidet med masteroppgaven har vært givende, spennende og interessant, men også i perioder krevende, strevsomt og altoverskyggende. Det er likevel en erfaring jeg ikke ville vært foruten.

Jeg vil rette en stor takk til min veileder Anne Bergliot Øyehaug, for støtte, inspirasjon og veiledning gjennom hele prosessen.

Jeg vil også rette en takk til skoleledelsen, lærerne og til mine informanter ved den skolen som ble valgt som studieobjekt, og som har gjort at dette studiet kunne gjennomføres på den måten jeg hadde sett for meg. Uten denne velviljen hadde det ikke vært mulig å utforme oppgaven slik den foreligger.

Til mine medstudenter vil jeg takke for samtaler og refleksjoner og godt vennskap som har vært en god støtte i arbeidet mitt.

Det er mange andre som fortjener en takk for støtte og hjelp i gjennomføringen av dette studiet. Ikke bare for hjelp med oppgaven, som korrekturlesning og ideer, men til oppmuntring og avbrekk. En spesiell takk vil jeg rette til den nærmeste familien min, som har vært til uvurderlig hjelp i arbeidet med å gjøre oppgaven så god som mulig. I tillegg har de også vært til stor støtte når oppgaven har virket uoverkommelig. Det har vært godt å kunne dra hjem og få noen sårt trengte avbrekk, men også kunne ha samtaler rundt oppgaven, både i form og innhold. Takk til resterende familie og venner både i studiet og utenfor for at dere har holdt ut med meg gjennom denne tiden, og for oppmuntrende ord, kafebesøk og middager.

Ål, Mai 2018

Sigrun Skråmestø

# Norsk sammendrag

Denne masteroppgaven handler om hvilke tanker elever uttrykker om naturvitenskapens egenart. I formålet for faget i læreplan i naturfag (Utdanningsdirektoratet, 2013a) er det beskrevet at elevene gjennom undervisning i skolefaget naturfag skal tilegne seg kunnskaper om naturvitenskapens egenart, og de ulike naturvitenskapelige arbeidsmetodene. Dette studiet søker å få innsikt i elevenes tanker knyttet til de fire ulike kategoriene Sandoval (2005) bruker for å identifisere ulike aspekter ved naturvitenskapens egenart.

Utgangspunktet for studiet er følgende problemstilling:

**Hvilke tanker uttrykker elever om naturvitenskapens egenart i en utforskende kontekst?**

I tillegg til problemstillingen er det stilt følgende forskningsspørsmål:

Forskningsspørsmål 1: Hvilke deler av naturvitenskapens egenart har elevene en epistemologisk oppfattelse av?

Forskningsspørsmål 2: Er elevenes tanker om naturvitenskapen konsise?

Oppgaven er basert på at jeg har gjennomført et kvalitativt studie med observasjon og intervju som metode. De empiriske dataene i dette studiet er innhentet fra 6.trinn på en skole på Østlandet. Fem elever har blitt intervjuet etter en utforskende undervisningsøkt hentet fra *forskerføtter og leserøtter*. Datamaterialet som ble samlet inn er blitt analysert ved hjelp av et teoretisk rammeverk knyttet til naturvitenskapens egenart, da spesielt Sandovals (2005) perspektiver, Smith, Maclin, Houghton og Hennesey (2000) sin klassifisering av elevers epistemologiske oppfattelse og diSessa (1993) som skriver om elevers fragmenterte kunnskap.

Funnene i dette studiet viser at elevene, i ulik grad, har tanker knyttet til naturvitenskapens egenart men at de ikke ligger på et høyt epistemologisk nivå. Videre viser også resultatene at elevenes tanker og kunnskap om temaet er situasjonsbestemte, lite konsise og fragmenterte.

# Abstract

This master thesis is about what perceptions pupils express about the nature of science. The purpose, as described in the subject curriculum (Directorate for Education and Training, 2013), is that the pupils, as a part of the teaching, are supposed to acquire knowledge about the nature of science and the diverse working methods within natural sciences. This study seeks to gain insight in the pupils' perceptions in relation to the four categories Sandoval (2005) uses to identify different aspects of the nature of science.

The basis for the study is the following thesis:

**What thoughts do the pupils express about the nature of science in an exploratory context?**

In addition to this thesis the following research questions are asked:

Research question 1: What parts about the nature of science does the pupils have an epistemological understanding of?

Research question 2: Are the pupils' thoughts about the nature of science concise?

The study is based on the conduction of a qualitative study including observation and interview as methods. The empirical data in this study is gathered from the sixth grade in a elementary school in Østlandet, Norway. Five pupils have been interviewed after an inquiry based classroom session found in *forskerføtter og leserøtter*. The data material that was gathered has been analyzed based off a theoretical framework tied to the nature of science, especially based off Sandoval's (2005) perspectives, Smith et al. (2000) classification of pupils' epistemological understanding and diSessa (1993) who write about the fragmented knowledge of pupils.

The findings in this study makes it clear that the pupils, to a varying degree, have thoughts about the nature of science but that they are not positioned at a high epistemological level. Further, the results also tell us that the pupils' thoughts and knowledge about the topic is context-based, not very concise, and fragmented.

# Innholdsfortegnelse

<b>FORORD</b> .....	<b>4</b>
<b>NORSK SAMMENDRAG</b> .....	<b>5</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>6</b>
<b>1. INNLEDNING</b> .....	<b>9</b>
1.1 BEGRUNNELSE FOR VALG AV TEMA .....	9
1.2 PRESENTASJON AV PROBLEMSTILLING .....	10
1.2.1 <i>Forsknings spørsmål</i> .....	10
1.3 OPPGAVENS OPPBYGNING .....	10
<b>2. TEORI</b> .....	<b>12</b>
2.1 UTFORSKENDE ARBEIDSMÅTER .....	14
2.2 ELEVERS NATURVITENSKAPELIGE KOMPETANSE .....	17
2.3 NATURVITENSKAPENS EGENART .....	19
2.3.1 <i>Den historiske utviklingen av naturvitenskapens egenart</i> .....	20
2.3.2 <i>Naturvitenskapens egenart i dag</i> .....	21
2.4 ELEVERS EPISTEMOLOGISKE OPPFATTELSE .....	22
2.4.1 <i>Elevers naturfaglige epistemologi</i> .....	23
2.5 KONSEPTUELLE ENDRINGER OG FRAGMENTERT KUNNSKAP .....	29
<b>3. DATAINNSAMLING</b> .....	<b>32</b>
3.1 CASESTUDIE .....	32
3.2 UTFORSKENDE UNDERVISNINGSSOPPLEGG.....	32
3.3 OBSERVASJON .....	35
3.4 UTVALG AV INFORMANTER.....	36
3.5 INTERVJU .....	37
3.6 RAMMEVERK FOR ANALYSE AV DATA .....	38
3.7 VURDERING AV OPPGAVENS VALIDITET OG RELIABILITET .....	41
3.8 ETISKE HENSYN .....	43
<b>4. RESULTATER</b> .....	<b>45</b>
4.1 RESULTATER MARTIN.....	47
4.1.1 <i>Sitater fra klasserommet</i> .....	48
4.1.2 <i>Sitater fra Intervjuet</i> .....	48
4.2 RESULTATER KIM.....	51

4.2.1	<i>Sitater fra klasserommet</i> .....	52
4.2.2	<i>Sitater fra Intervjuet</i> .....	52
4.3	RESULTATER MALIN.....	54
4.3.1	<i>Sitater fra klasserommet</i> .....	55
4.3.2	<i>Sitater fra Intervjuet</i> .....	55
4.4	RESULTATER PIA .....	57
4.4.1	<i>Sitater fra klasserommet</i> .....	58
4.4.2	<i>Sitater fra Intervjuet</i> .....	59
4.5	RESULTATER JOHN.....	60
4.5.1	<i>Sitater fra klasserommet</i> .....	61
4.5.2	<i>Sitater fra Intervjuet</i> .....	62
<b>5.</b>	<b>DISKUSJON</b> .....	<b>65</b>
5.1	ELEVERS FORSTÅELSE AV NATURVITENSKAPENS EGENART .....	66
5.1.1	<i>Naturvitenskapelig kunnskap er konstruert</i> .....	66
5.1.2	<i>Naturvitenskapelige metoder kan arte seg svært forskjellig</i> .....	66
5.1.3	<i>Den naturvitenskapelige kunnskapen er av forskjellige former</i> .....	67
5.1.4	<i>Den naturvitenskapelige kunnskapen er mer eller mindre sikker</i> .....	68
5.1.5	<i>Elevenes oppfattelse av naturvitenskapens egenart samlet sett</i> .....	68
5.2	ER ELEVENES TANKER OM NATURVITENSKAPENS EGENART KONSISE? .....	70
5.3	IMPLIKASJONER FOR UNDERVISNING .....	73
5.4	IMPLIKASJONER FOR VIDERE FORSKNING .....	75
<b>6.</b>	<b>OPPSUMMERING</b> .....	<b>77</b>
	<b>LITTERATURLISTE</b> .....	<b>79</b>
	<b>VEDLEGG 1: INTERVJUGUIDE</b> .....	<b>1</b>
	<b>VEDLEGG 2: INFORMASJONSSKRIV OM OBSERVASJON</b> .....	<b>1</b>
	<b>VEDLEGG 3: SAMTYKKEERKLÆRING INTERJU</b> .....	<b>1</b>
	<b>VEDLEGG 4: VURDERING FRA NSD</b> .....	<b>1</b>



# 1. Innledning

Denne masteroppgaven handler om skolefaget naturfag. Det er et kvalitativt casestudie som ser på elevenes tanker knyttet til naturvitenskapens egenart i en utforskende kontekst. Naturfag i skolen innebærer å lære om Biologi (Mangfold i naturen), fysiologi (Kropp og helse), fysikk, kjemi og astronomi (fenomener og stoffer), teknologi og design og et overordnet tema som i læreplanen kalles for forskerspiren. Dette hovedområdet legger vekt på at elevene i økende grad skal få innsikt i, og erfaringer om naturvitenskapens egenart. I tillegg legges det opp til at undervisningen i naturfag skal ivareta de grunnleggende ferdighetene (lese, skrive, regne, muntlige og digitale). De ulike kompetansemålene innenfor forskerspiren legger vekt på at elevene gjennom undervisning og egne opplevelser skal erfare og tilegne seg kunnskaper om naturvitenskapens egenart (Utdanningsdirektoratet, 2013a). Det er ikke lagt noen spesielle føringer for hvordan dette skal gjøres, og heller ikke hvor mye elevene skal kunne om dette. Det er derfor en spennende vinkling for forskning knyttet til skolefaget naturfag å se på elevenes kunnskaper om naturvitenskapens egenart.

## 1.1 Begrunnelse for valg av tema

Temaet for denne masteroppgaven er valgt på bakgrunn av egne interesser for skolefaget naturfag og dets undervisningsmetoder. I tillegg er også nasjonale føringer og forskning knyttet til skolefaget naturfag en medvirkende grunn. Naturvitenskapens egenart er en betegnelse som viser til de forskjellige vitenskapelige tilnæringsmåtene som forsøker å forstå de ulike fenomenene i naturen. I tillegg viser betegnelsen til den kunnskapen vi har i dag, både hva den er og hvordan den har blitt til. I løpet av utdanningen har praksisperioder, vikariater og undervisning ved høgskolen ført til at jeg har lært om, og reflektert mye over hvilke ulike undervisningspraksiser som kan gi elevene et godt læringsutbytte og nysgjerrighet for faget. Et gjennomgående tema for disse periodene har vært utforskende arbeidsmåter. Elever vil generelt har et godt faglig utbytte av en slik tilnærming til læring. (Knain & Kolstø, (2011). I formålet for naturfag (Utdanningsdirektoratet, 2013a) er det lagt vekt på at elevene både gjennom en praktisk og en teoretisk tilnærming skal tilegne seg kunnskaper og ferdigheter om naturvitenskap som igjen kan sette dem i stand til å delta i de ulike prosessene i samfunnet. Blant annet har Øyehaug og Holt (2014) gjennomført studiet *Elevers refleksjoner over naturvitenskapens egenart* og fant at elevene generelt ikke har en

sofistikert oppfattelse av det som blir betegnet som naturvitenskapens egenart. Jeg vil i dette studiet undersøke hva elever i 6.trinn på en skole på Østlandet uttrykker av forståelse knyttet til naturvitenskapens egenart.

## 1.2 Presentasjon av problemstilling

Undervisningen i naturfag ved skolene skal som nevnt legge opp til at elevene får en forståelse for naturvitenskapens egenart. I tillegg beskriver *den generelle delen* av læreplanen i naturfag at elevene skal dannes inn i samfunnet, og at de gjennom sin skolegang skal lære seg å bli samfunnsborgere (Utdanningsdirektoratet, 2013b). Dette innebærer altså at elevene skal tilegne seg kunnskaper som de fleste i vårt samfunn bør ha, og at elevene gjennom skolefaget naturfag skal øke sine evner til å delta aktivt i et demokratisk samfunn. Med utgangspunkt i læreplanen og studier knyttet til elevenes forståelse av naturvitenskapens egenart ble problemstillingen for denne masteroppgaven formulert:

**Hvilke tanker uttrykker elever om naturvitenskapens egenart i en utforskende kontekst?**

### 1.2.1 Forskningsspørsmål

Forskingsspørsmål 1: Hvilke deler av naturvitenskapens egenart har elevene en epistemologisk oppfattelse av?

Forskingsspørsmål 2: Er elevenes tanker om naturvitenskapen konsise?

## 1.3 Oppgavens oppbygning

Dette studiet undersøker hvilke tanker elever uttrykker om naturvitenskapens egenart i en utforskende kontekst. Det er et kvalitativt casestudie hvor observasjon og intervju er metodikken som er brukt for å innhente data. For å belyse min problemstilling og forskningsspørsmålene vil jeg gjøre rede for de teorier som ligger til grunn for denne studien i kapittel 2. Jeg vil også vise til resultater av både nasjonal og internasjonal forskning på områdene som omfattes av oppgaven. Jeg har blant annet brukt Sandovals (2005) teori som

teoretisk rammeverk for dette studiet. Han har gjennomført en omfattende meta-studie av elevers læring av naturvitenskap og den grunnleggende forståelsen av naturvitenskapens egenart og på bakgrunn av dette utviklet fire epistemologiske perspektiver. Videre har jeg tatt utgangspunkt i Smith et al. (2000) som har utviklet et system for karakterisering av elevers naturvitenskapelige kunnskap. Mellom andre diSessa, Elby & Hammer (2002) har gjennomført studier av elevers naturvitenskapelige kunnskaper og spesielt viet oppmerksomhet mot at disse kan framstå som fragmenterte. Andre forskningsarbeider som er tatt med blir henvist til i teksten. I kapittel 3 vil jeg gjøre rede for de metodiske valgene som har blitt gjort og gi en presentasjon av det teoretiske rammeverket for analysen av dataene. I tillegg inneholder kapittel 3.7 og 3.8 en diskusjon av både studiets validitet og reliabilitet og de etiske hensyn som er blitt tatt gjennom hele prosessen. Kapittel 4 beskriver resultatene. De empiriske dataene består av informantenes utsagn i intervju og sitater fra observasjoner fra klasserommet. Resultatene blir drøftet i kapittel 5 ved å trekke inn tidligere forskning fra kapittel 2. Avslutningsvis vil det være en oppsummering fra dette studiet, der funnene fra analysen og diskusjonen vil bli presentert. Litteraturliste og vedlegg er plassert til slutt i oppgaven.

## 2. Teori

I dette kapitlet presenterer jeg den teoretiske rammen for studiet. Kapitlet er delt inn i fem underkapitler hvor hvert kapittel tar for seg forskjellige teoretiske emner som er relevante for problemstillingen og forskningsspørsmålene. Gjennom hele teorikapitlet vil naturvitenskapens egenart være en faktor. Kapittel 2.1 beskriver utforskende arbeidsmåter, studier knyttet til dette og ulike perspektiver på dette blir presentert. Videre i kapittel 2.2 blir forskning knyttet til elevenes naturvitenskapelige kompetanse presentert. Innenfor dette kapitlet blir begrepet naturfaglig allmenndannelse definert og diskutert. De fire læringstrådene (Duschl, Schweingruber & House, 2007) blir også forklart. I kapittel 2.3 blir begrepet naturvitenskapens egenart definert på en mer inngående måte enn tidligere i oppgaven. En beskrivelse av den historiske utviklingen og hvordan den er i dag er også med i dette kapitlet. Forskning knyttet til elevenes epistemologiske oppfattelse blir beskrevet i kapittel 2.4. Innenfor dette kapitlet blir Sandovals (2005) fire epistemologiske perspektiver på naturvitenskapens egenart beskrevet og satt i sammenheng med Smith et al. (2000) sin klassifisering av elevenes oppfattelser. Avslutningsvis i teorikapitlet blir begrepene konseptuelle endringer og fragmentert kunnskap belyst. Innenfor dette er det lagt spesielt vekt på diSessa (1993) sin forskning på dette emnet.

Naturvitenskapens egenart viser til de spesielle kravene til naturvitenskapelige arbeidsmåter. I tillegg kommer kravene til dokumentasjon av hvordan man har kommet frem til kunnskapen. Dette er altså et begrep som omfatter hvordan kunnskapsbasen stadig utvides, forbedres og revideres. Abd-El-Khalick et al. (2004) bruker i sin artikkel *Inquiry in Science Education: International Perspectives* begrepet Nature Of Science (NOS) for naturvitenskapens egenart. I formålet for naturfag i læreplanen for faget, er det som nevnt i innledningen beskrevet at elevene skal lære om naturvitenskapen gjennom hele utdanningsløpet (Utdanningsdirektoratet, 2013a). Abd-El-Khalick et al. (2004) presiserer at elevens kunnskap om naturvitenskapens egenart og utforskende arbeidsmåter ikke oppstår tilfeldig. Et godt eksempel på dette er at de ikke vil tilegne seg kunnskap om fotosyntesen ved å se på en plante. Kunnskapen vi har i dag har blitt til gjennom hypotesedanning, eksperimenter, utprøving av data, tolkning av resultater og teoridanning gjennom flere tiår. De vil ikke gjennom observasjon av en plante få kunnskaper om vekstprosessen til planten, og de vil heller ikke forstå hvordan vi har fått den kunnskapen vi har i dag om fotosyntesen.

Dette tilsier at undervisning i naturfag må legges opp på en måte som gjør at elevene kan få muligheten til å lære om, og reflektere over disse aspektene ved skolefaget naturfag. Carey og Smith (1993) skriver i sin artikkel *On Understanding the nature of Scientific Knowledge* om hvordan naturvitenskapens egenart blir fremstilt i lærebøker og i den generelle undervisningen og at denne fremstillingen ikke er adekvat for elevenes læring av naturvitenskapens egenart. De skriver videre:

... It is important to present students with a more constructivist epistemology of science: one in which students develop an understanding that scientist hold theories that can underlie the generation and interpretation of specific hypotheses and experiments. We want them to come to understand that our knowledge of regularity in nature is a consequence of successful conjecture, rather than its precursor, and that an adequate theoretical perspective is essential to both observation and experimentation (Carey & Smith, 1993, s. 2)

Denne formuleringen viser at elever gjennom undervisning i skolefaget naturfag må få muligheter til å reflektere over naturvitenskapens egenart. Utforskende arbeidsmåter er en tilnærming til undervisning som legger til rette for at elevene utvikler en forståelse for at forskere bruker de teoriene som er gjeldende innenfor et emne når hypoteser dannes, testes og analyseres. Sjøberg (2009) skriver i sin bok *Naturfag som allmenndannelse en kritisk fagdidaktikk* om to forskjellige argumenter for naturfaget i skolen og omtaler disse som henholdsvis naturfag som produkt og naturfag som prosess. Prosess-argumentet legger vekt på de naturvitenskapelige prosessene, arbeidsmåtene og metodene. Produkt-argumentet går ut på at de naturfaglige teoriene, begrepene og kunnskapene er viktige for det senere arbeidslivet. I takt med ideologiske svingninger i samfunnet har hovedvekten i lærebøker og læreplaner vekslet mellom de to ytterpunktene (Sjøberg, 2009). Disse to aspektene ved naturvitenskapen blir også omtalt i læreplan for naturfag under hovedområder. Forskerspiren er ett av disse hovedområdene der dette blir poengtert (Utdanningsdirektoratet, 2013a). Det blir også lagt vekt på at produktperspektivet omhandler de prosessene som dreier seg om hvordan naturvitenskapelig kunnskap etableres og bygges. Prosessperspektivet blir beskrevet som ”utvikling av hypoteser, eksperimentering, systematiske observasjoner, diskusjoner, kritisk vurdering, argumentasjon, begrunnelser for konklusjoner og formidling” (Utdanningsdirektoratet, 2013a). Videre sier læreplanen at disse to perspektivene skal integreres i de andre hovedområdene. Duschl, Schweingruber & Shouse (2007) er spesielt opptatt av prosessperspektivet innenfor naturvitenskapen og sidestiller tre ulike

prosessperspektiver. De omtaler naturvitenskap som prosess for logisk resonnering om evidens, naturvitenskap som en prosess der teorier er i forandring og til sist naturvitenskap som en prosess for deltagelse i en kultur der vitenskap blir praktisert.

## 2.1 Utforskende arbeidsmåter

Det er flere forskningsprosjekter (Ødegaard, Haug, Mork & Sørvik, 2014; Abd-El-Khalick, et al., 2004; Barber et al., 2007; Cervetti et al., 2006), politiske dokumenter (læreplan i naturfag (utdanningsdirektoratet, 2013a) og nasjonale reformer (LK06) som både nasjonalt og internasjonalt legger vekt på at utforskende arbeidsmåter skal være et prinsipp for utdanning innenfor naturfag. I formålet for naturfag i læreplanen står det at elevene skal lære om hvordan forskere jobber og om hvordan den naturvitenskapelige kunnskapen dannes. Dette er uttrykt slik: ”Å arbeide både praktisk og teoretisk i laboratorier og i naturen med ulike problemstillinger er nødvendig for å få erfaring med og utvikle kunnskap om metoder og tenkemåter i naturvitenskapen” (Utdanningsdirektoratet, 2013a). Denne beskrivelsen av arbeidsmåter kan kobles til det pedagogiske begrepet utforskende arbeidsmåter.

Utforskende arbeidsmåter eller ”Inquiry based Science Teaching” defineres på forskjellige måter, men det finnes ikke en spesifikk definisjon av dette begrepet. Knain & Kolstø (2011) begrunner disse forskjellene i sin bok ved at ulike forskere har forskjellig tilnærming både i synet på forskning og synet på læring. I deres definisjon er utforskende arbeidsmåter aktiviteter som påkaller og øver kompetanser i å stille et spørsmål og finne svar på dette gjennom ulike tilnærminger. Utforskende arbeidsmåter er altså en undervisningsform der elevene får være aktive deltagere i sin egen læringsprosess. Hovedmålet med en utforskende tilnærming til undervisningen er at elevene skal få innsikt og bli kjent med de forskjellige prosedyrene som blir brukt av forskere. Sandoval (2005, s.1) skriver i innledningen til sin artikkel:

Current standards argue that inquiry should be a strategy of science instruction, for several reasons. These reasons include that students will learn science concepts more deeply as well as develop their skills of doing science. A major reason is that inquiry is presumed to be a way to help students develop a sophisticated understanding of the nature of science

Han bygger sin oppsummering på en definisjon som tidligere er utviklet av andre, (for eksempel White & Fredricksen, 1998 & Krajcik, Blumenfeld, Marx, Bass, Fredricks, 1998) der utforskende arbeidsmåter eller ”inquiry” står sentralt i læringsprosessen. Denne prosessen innebærer å stille spørsmål, lage eller velge en strategi, og følge denne for å undersøke spørsmålene, samle inn data og analysere og tolke dataene. Strategien kan være enkel og inneholde en fast framgangsmåte eller den kan være mer kompleks og innebære at det må tas nye valg og vurderinger underveis eller at en må følge flere parallelle strategier. Videre skal man trekke slutninger fra analysen/tolkningen, dele sine slutninger og til slutt sammenligne slutningene med spørsmålene som ble laget innledningsvis i prosessen. Denne prosessen kan gjentas, da det til stadighet kommer opp nye spørsmål. Utforskende arbeidsmåter blir vektlagt innenfor ett av hovedområdene i læreplan for naturfag (utdanningsdirektoratet, 2013a) *forskerspiren*. Dette er som nevnt i innledningen til oppgaven et hovedområde som legger vekt på at elevene i økende grad skal få innsikt i, og erfaringer om naturvitenskapens egenart gjennom å arbeide på en utforskende måte. De ulike kompetansemålene innenfor dette området legger vekt på at elevene gjennom undervisning og egne opplevelser skal erfare og tilegne seg kunnskap om dette emnet. Det jobbes nå med å utforme en ny læreplan hvor hovedområdene skal byttes ut med det som nå skal hete kjerneelementer. I den siste høringen fra Utdanningsdirektoratet *fagfornyelsen* blir disse beskrevet slik ”Kjerneelementene er det viktigste elevene skal lære og er et forarbeid til læreplanene som skal utarbeides neste skoleår” (Utdanningsdirektoratet, 2018). De foreslår fem kjerneelementer der ett av disse er naturvitenskapelige metoder, tenkemåter og verdier. Dette blir beskrevet som

...innebærer at naturfag er et praktisk og utforskende fag. Elevene skal gjennom opplevelse, utforskning og erfaring forstå verden omkring seg i et naturvitenskapelig perspektiv. Ved å arbeide praktisk og lage egne modeller for å løse faglige utfordringer, kan elevene utvikle skaperglede, evne til nytenking og forståelse av naturfaglig teori. Naturfaglig kunnskap vil kunne øke elevens evne til å ta bevisste valg og kritisk vurdere informasjon. (Utdanningsdirektoratet, 2018).

Slik dette kjerneelementet blir beskrevet ser det ut til at en utforskende tilnærming til naturfaget vil få en større plass i den nye læreplanen og dermed også i den undervisningen som skal foregå i skolene. Det må også bemerkes at dette er ikke noe som er endelig vedtatt, ettersom arbeidet med å finne ut hvilke kjerneelementer som skal være i naturfag enda ikke er ferdigstilt. Sandoval (2005) peker videre på at utforskende arbeidsmåter kan være en måte å organisere undervisningen på i et klasserom. Da vil en spørrende tilnærming til emnet som

skal læres, være en grunnleggende premiss for aktiviteten i klasserommet. Dette viser at utforskende arbeidsmåter kan benyttes på ulike måter i opplæringen.

Sandoval (2005) trekker fram viktige funn fra forskningen til Chinn og Malhotra (2002) som han knytter til utforskende arbeidsmetoder og legger særlig vekt på utformingen av problemstillinger og bruk av disse i opplæringen. Chinn og Malhotra (2002) gjennomførte et teoretisk komparativt studie der de undersøkte utformingen av utforskende oppgaver/problemstillinger hentet fra de ordinære lærebøkene i faget og spørsmålsstillinger/problemstillinger utformet av reelle forskere. De fant at det er en betydelig forskjell mellom disse. Elevene møter altså ikke problemstillinger i skolen som er tilnærmet like de problemstillingene som blir brukt av naturvitenskapelige forskere. De legger til grunn at elevers resonnement og logiske tankerekker kan bli avvikende fra "real science". Oppgaver som baserer seg på en vedtatt læreplan eller fra lærebøker gir ikke elevene det eierskap til problemstillingene som er nødvendig for å utvikle ekte naturvitenskapelig kunnskap.

I den senere tid er det blitt satt i gang flere forskningsprosjekter for å undersøke ulike effekter av en mer utforskende tilnærming til naturfagene (Ødegaard, Haug, Mork & Sørvik, 2016; Øyehaug, 2014). Avhandlingen til Øyehaug (2014) *Små forskere lærer naturfag- En longitudinell studie av 10-13 åringers naturfagkompetanse i en utforskende kontekst* handler om både undersøkelser av læreplanen og av elevers naturvitenskapelige kompetanse. Et av hovedfunnene i denne avhandlingen er at elevenes epistemologiske forståelse av naturvitenskapelige arbeidsmåter ikke blir klassifisert på et høyt nivå. Avhandlingen og artiklene som er relevante for oppgaven vil bli nevnt og forklart ved flere anledninger senere i oppgaven. I boken *På forskerfotter i naturfag* (Ødegaard, Haug, Mork & Sørvik, 2016) blir forskningsprosjektet *forskerfotter* og leserøtter forklart. Dette prosjektet kommer fra en samarbeidsavtale mellom det engelske forskningsprosjektet *Seeds of Science/ Roots of reading* (Barber et al. 2007; Cervetti et al. 2006) og Nasjonalt senter for naturfag i opplæringa (Naturfagsenteret). Ideen bak disse prosjektene er at elever vil få en mer autentisk opplevelse og en økt forståelse for naturvitenskapen dersom aktiviteter som ligner på den måten forskere leser, skriver og snakker på vil bli inkludert i undervisningen. En sentral idé er slagordet *Do it! Talk it! Read it! Write it!*. De norske forskerne har jobbet med å oversette og tilpasse det engelske opplegget til norske elever og den norske skolen. Denne undervisningsmodellen blir kalt *forskerfottermodellen*. Slagordet har også blitt oversatt til *Gjør det! Si det! Les det! Skriv*



det!. Det har blitt gjort mange studier av elever og lærere knyttet til dette arbeidet (for eksempel; Ødegaard, Haug, Mork & Sørvik 2014; Haug & Ødegaard, 2014).

Gjennom forskningen til Barber et al. (2007) og Cervetti et al. (2006) for *Seeds Of Science/ Roots of Reading*, kommer det inn enda et perspektiv på utforskende arbeidsmåter. De finner klare sammenhenger mellom elevenes oppnådde kompetanse avhengig av om det arbeides parallelt med grunnleggende ferdigheter i lesing, skriving og å uttrykke seg muntlig eller ikke. Leseferdigheter vil også være en del av de grunnleggende forutsetningene for å kunne gjennomføre utforskende arbeidsmåter og at utvikling av språk og leseforståelse må gå hånd i hånd med utviklingen av naturfaglig kunnskap. Forskningen viser at innflytelsen på elevenes forståelse av naturvitenskapens egenart, øker når elevene samtidig lærer og bruker vitenskapelige ord og uttrykk.

## 2.2 Elevers naturvitenskapelige kompetanse

I boken *Naturfag som allmenndannelse en kritisk fagdidaktikk* beskriver Sjøberg (2009) et av de sentrale spørsmålene knyttet til hvordan produkt- og prosessperspektivene skal vektlegges i naturfagundervisningen. Dette spørsmålet handler om hvilke spesifikke kunnskaper innenfor naturfaget som folk flest burde ha i det samfunnet de lever i. Scientific literacy er et begrep som prøver å omfatte disse kunnskapene og ferdighetene. Gjennom PISA 2000 (Lie, Kjærnsli, Roe & Turmo, 2001) ble begrepet oversatt til naturfaglig allmenndannelse. Dette ble videre utvidet, da det var enighet om at den definisjonen av begrepet scientific literacy ikke dekket de sidene av naturfaglig allmenndannelse som blir brukt i den norske faglitteraturen (Sjøberg, 2009). Kjærnsli & Roe (2010, s.160) konkretiserer begrepet etter gjennomføringen av PISA i 2009 til en persons

- Kunnskap i naturfag og bruk av denne kunnskapen for å identifisere naturvitenskapelige problemstillinger, til å skaffe seg ny kunnskap, å utforske naturfaglige fenomener og å trekke evidensbaserte konklusjoner om naturfagrelaterte problemer
- Forståelse av de karakteristiske trekkene ved naturvitenskap som et menneskeskapt produkt, og innsikt i grunnleggende trekk ved utforskende arbeidsmåter
- Innsikt i hvordan naturvitenskap og teknologi former våre materielle, intellektuelle og kulturelle omgivelser

- Vilje til å engasjere seg som en reflektert samfunnsborger når problemstillingen krever en naturvitenskapelig tilnærming

Tre viktige dimensjoner innenfor naturvitenskapen blir ivaretatt av denne definisjonen. De tre dimensjonene som blir ivaretatt er; naturvitenskapens prosesser (metoder og arbeidsmåter), naturvitenskapen som en sosial institusjon og naturvitenskapens produkter( begreper, lover, teorier og ideer). Å beherske ett av aspektene ved naturvitenskapen er nært knyttet til å beherske de andre aspektene ved naturvitenskapen. I PISA 2015 er naturfaglig kunnskap delt inn i tre former: innhold, metode og epistemologi (Kjærnsli & Jensen, 2016), Amsel & Brock (1996) fant for eksempel at evnen til å tolke naturvitenskapelige data, er avhengig av at man har gode fagkunnskaper innenfor emnet. I boken *taking Science to School: Learning and Teaching Science in Grades K-8* drøfter Duschl, Schweingruber og Shouse (2007) også produkt- og prosessspørsmålet og introduserer fire læringstråder som viser hvordan både prosess- og produktperspektivene innenfor naturvitenskapen er viktige for at elevene skal kunne utvikle en helhetlig naturfaglig kompetanse. De fire læringstrådene de foreslår er:

- Forstå, anvende og tolke forklaringer innenfor naturvitenskapen
- Produsere og vurdere naturvitenskapelige forklaringer og evidens
- Utvikle en forståelse for naturvitenskapens egenart og reflektere over hvordan naturvitenskapelig kunnskap utvikles
- Delta produktivt i naturvitenskapelig praksis og diskurs

Disse fire læringstrådene kan ikke sees på som enkelte tråder. De enkelte trådene er forbundet med hverandre, og fremgang i en av ”trådene” vil føre til en fremgang i de andre tre (Duschl, Schweingruber og House, 2007). Læringstråd 1 sier at elevene skal forstå, anvende og tolke forklaringer innenfor naturvitenskapen. Disse forklaringene omhandler begreper, modeller og teorier. Dette innebærer at elevene skal kunne bruke sin kunnskap om et gitt fenomen til å konstruere og avklare forklaringer, argumenter eller modeller av fenomener. Læringstråd 2 sier at elevene skal delta i naturvitenskapelige arbeidsmåter og på denne måten produsere og tolke data. Dette innebærer blant annet å klassifisere, observere, beskrive, trekke konklusjoner, fremstille data, tolke data og eksperimentere. I følge læringstråd 3 skal elevene utvikle en forståelse for naturvitenskapens egenart. De anbefaler at elevene skal få et innblikk i og reflektere over hva som er karakteristisk for naturvitenskapen. Det er flere studier som viser at elevers evne til å reflektere over de ulike naturvitenskapelige prosessene er begrenset, det samme viser studier som har sett på elevenes evne til å reflektere over forholdet mellom

forskeres ideer, eksperimenter og data (Carey & Smith 1993, Driver, et al., 1996). Holt & Øyehaug (2010) fant i sitt studie *Metode for analyse av læreplaner i naturfag- anvendt på den norske læreplanen* at læreplanen i naturfag ikke legger stor vekt på læringstråd 3, altså at elevene skal utvikle en forståelse for naturvitenskapens tenkemåte. Denne læringstråden blir ivaretatt i formålet for naturfag, men den er ikke tilfredsstillende vektlagt innenfor de ulike hovedområdene i læreplanen. Læringstråd 4 innebærer å samhandle og kommunisere i naturvitenskapen. Direkte oversatt handler det om å delta produktivt i naturvitenskapelig praksis og diskurs (Duschl, Schweingruber og House, 2007). Lemke (1990) hevder at å lære naturfag i hovedsak handler om å lære det naturfaglige språket. Dette innebærer at undervisningen bør legges opp slik at elever kan øves i å samtale om de ulike naturfaglige fenomenene og de ulike naturvitenskapelige prosessene. I disse samtalene bør det vektlegges at elevene benytter naturfaglige ord og uttrykk. Dette blir også vektlagt og bekreftet av forskningen til Chinn & Malhotra (2002) som nettopp vektlegger parallell læring av språket i faget og faget selv. Studier viser at arbeid med dialoger og kommunikasjon (læringstråd 4) bidrar til at elevene øker sin kunnskap og forståelse av naturfaglig innhold (læringstråd 1) som videre fører til økt kompetanse i de naturvitenskapelige arbeids og tenkemåtene (Læringstråd 4)(Felton, 2004, Mortimer og scott, 2003). Akerson, Abd-el-Khalick og Lederman (2000) fant i sin forskning at barneskolelærere ikke har en tilfredsstillende forståelse for de naturvitenskapelige tenkemåtene. Denne manglende forståelsen kan være en av grunnene til resultatene i de forskningsprosjektene som viser at elever ikke har en tilfredsstillende forståelse for naturvitenskap. Utvikling av den epistemologiske forståelsen til elevene er ikke noe som skjer automatisk (Bell & Linn, 2000). Khishfe & Abd-el-Khalick (2002) påpeker at dersom elevene skal utvikle sin epistemologiske oppfattelse må det legges til rette for refleksjoner i undervisningen. I sitt arbeid *Influence of explicit and reflective versus implicit inquiry- oriented instruction on sixth graders`views of nature of science* (Khishfe & Abd-El.Khalick, 2002) konkluderer også de med at lærere kan hjelpe elevene til å utvikle en forståelse av naturvitenskapens egenart gjennom utforskende arbeidsmåter. Utforskende arbeidsmåter er altså en undervisningsmetode som, med rett tilnærming, kan legge et grunnlag for at elever skal utvikle en oppfattelse av naturvitenskapens egenart.

## 2.3 Naturvitenskapens egenart

Naturvitenskapens mål er å beskrive og forklare både den levende og ikke-levende virkeligheten (Sjøberg, 2009). Innenfor naturvitenskapen må alle påstander og all kunnskap

på en eller annen måte forankres i den virkelige verden. Det må kunne observeres og gjentas under like forhold. Forskere innenfor naturvitenskapen har på grunn av sin verdslige, kritiske og antiautoritære karakter stadig stått i konflikt med den etablerte makten, spesielt med religion (Sjøberg, 2009). Eksempelvis vil eksistensen av kreasjonisme eller ”intelligent design” som en religiøs overbevisning om at verden, universet og alt liv ble skapt slik som det er beskrevet i bibelen fortsatt utgjøre en direkte motsetning til det vi anerkjenner som vitenskapelig kunnskap basert på Darwins evolusjonsteori.

### **2.3.1 Den historiske utviklingen av naturvitenskapens egenart**

Sjøberg (2009) beskriver i sin bok *Naturfag som allmenndannelse en kritisk fagdidaktikk* den historiske utviklingen av naturvitenskapens egenart, fra oldtiden frem til i dag. Det er hans beskrivelse som i dette kapitlet er sammenfattet. I tillegg er det brukt noen andre kilder innimellom, disse vil bli referert.

Det vitenskapelige synet på forskning var frem til den vitenskapelige revolusjonen på 1600-tallet at man kunne nå erkjennelse gjennom tenkning alene. Det var ingen krav knyttet til den kunnskapen man hadde. Kepler (1571-1630) og Newton(1643-1727) er to av mange som var medvirkende i den vitenskapelige revolusjonen. I denne perioden ble det stilt stadig sterkere krav til den kunnskapen som ble presentert. Det skulle være mulig å gjenskape resultater og sammenhenger mellom årsak og virkning skulle være tydelige. Begrepet positivisme blir brukt om denne endringen i synet på vitenskap. August Comte(1798-1857) var en av de sentrale personene innenfor dette, og mente at vitenskapen skulle være basert på det som kunne erfares, sanses eller observeres. Senere ble dette synet videreutviklet og begrepet logisk positivisme blir benyttet om den neste naturvitenskapelige epoken. I følge den logiske positivismen er det to kilder til kunnskap; empirisk erfaring og logisk resonnement. Innenfor denne tankegangen er en påstand bare verdifull dersom den kan bekreftes gjennom direkte erfaring (Kvarv, 2014). Denne påstanden blir kalt verifikasjonsprinsippet, eller empirisme.

Et tydelig skille i den videre utviklingen av naturvitenskapens egenart kom når Karl Popper (1902-1994) beskrev hovedelementet i hans nye filosofi; falsifikasjonsprinsippet. Hans grunnleggende tanke er at en ikke bare kan bekrefte at noe er sant ved å gjenta eksperimenter, men at en faktisk må forsøke å bevise at noe er usant, selv om en har gode indikasjoner på det

motsatte. I motsetning til positivistene ville Popper avsløre usannhet i utsagnene (Kvarv, 2014). En annen person som har hatt innvirkning på utviklingen er boken til Thomas Kuhn (1962) som deler Poppers syn på at teoriutviklingen må knyttes til de hittil uløste vitenskapelige problemene og ikke innsamling av observasjonsdata. Videre mente Kuhn at vitenskap kan forklares ved hjelp av begrepet paradigme. Med paradigme mener han de felles spillereglene som samler et forskerkollektiv rundt en problemløsende praksis.

En nyere vitenskapsfilosofisk bevegelse (blant annet Giere, 1991; Longino, 1990; 2002 og Suppe 1989) har prøvd å utfylle Kuhns kritikk av de logiske positivistene. De vektlegger modeller og konstruksjon av data i de vitenskapelige prosessene. I motsetning til Kuhn legger ikke disse vitenskapsfilosofene vekt på teoriens plass i det dominerende paradigmet. De ser på de sosiale prosessene og forskersamfunnet som helt nødvendige for de vitenskapelige prosessene.

### **2.3.2 Naturvitenskapens egenart i dag**

Utviklingen av naturvitenskapen det siste århundret har endret hva som bli oppfattet som naturvitenskapens egenart. Duschl og Grandy(2007) mener det er tre hovedoppfatninger som kan oppsummere denne utviklingen. Naturvitenskap som en eksperimentdrevet virksomhet (Positivisme, Poppers falsifikasjonsprinsipp), som en teoridrevet virksomhet (Kuhns paradigmer) og som en modell-drevet og sosial virksomhet (for eksempel: Giere, 1991 og Suppe, 1989).

Denne oppsummeringen viser at en fortsatt har ulike tilnæringsmåter til forskning og at det i skjæringspunktet mellom disse i dag kan framstå en ny og mer helhetlig tilnærming til forskning der disse elementene møtes og utfordrer hverandre. I tillegg til å endre oppfattelsen av naturvitenskapens egenart har inntrykket folk flest har av forskere blitt endret. Denne endringen består i at naturvitenskapelig forskning tidligere ble sett på som en relativt ensom prosess der forskeren gjennomførte eksperimenter på laboratorier eller under kummerlige forhold i felt (eksempelvis utforskning av Antarktis), mens det i dag framstår i større grad som en sosial prosess der forskere samarbeider i større team og søker løsninger på komplekse problemstillinger (Sjøberg, 2009). Som nevnt tidligere sier læreplan i naturfag (Utdanningsdirektoratet, 2013a) at elevene gjennom undervisning skal få kunnskaper om

naturvitenskapens egenart. I det neste kapitlet om elevenes epistemologi kommer jeg nærmere inn på hvordan naturvitenskapens egenart kan deles opp i ulike kategorier som kan bidra til å øke elevens innsikt og forståelse.

## 2.4 Elevers epistemologiske oppfattelse

Epistemologi eller erkjennelsesteori er et viktig perspektiv innenfor de forskjellige vitenskapsfilosofiene. Sandoval (2005) omtaler personlig epistemologi som menneskers oppfatning om hva som karakteriserer kunnskap og tilegnelse av kunnskap. Ved å ta utgangspunkt i denne definisjonen av epistemologi kan man definere den naturvitenskapelige epistemologien som en elevs oppfatning av hva som er karakteristisk for naturvitenskapens egenart, eller de naturvitenskapelige arbeidsmåtene og kunnskapen.

Sandoval (2005) gir en utfyllende forklaring på begrepet epistemologi og kommer med to nye begreper; praktisk og formell epistemologi. Han definerer praktisk epistemologi som de epistemologiske ideene elevene bruker når de selv konstruerer kunnskap innenfor naturvitenskapen gjennom utforskende arbeidsmåter. Formell epistemologi definerer han som elevers refleksjoner om formell eller profesjonell naturvitenskap. Det er altså elevers refleksjoner om hva ”ekte forskere gjør”. Abd-El-Khalick (2013) legger vekt på at det kreves strukturert undervisning med muligheter for refleksjon mens elevene arbeider utforskende for at elever skal få en forståelse for naturvitenskapens egenart (for eksempel Khishfe & Abd-El-Khalick, 2002; Peters & Kitsantas, 2010). Det er også flere studier som har konkludert med at måten de utforskende diskusjonene i undervisningen foregår vil ha stor betydning for elevenes læring (Blant annet Haug, 2014; Minner, Levy & Century, 2010). Haug (2014) poengterer i sin artikkel Inquiry-Based Science: Turning Teachable Moments into Learnable Moments at det er viktig å utnytte lærings situasjonene, altså å dra nytte av de situasjonene som forekommer og gjøre de om til ”learnable moments”. Sett i sammenheng med dette studiet vil det være viktig at læreren i klasserommet drar nytte av de situasjonene som oppstår i naturfagundervisningen til å introdusere elevene for naturvitenskapens egenart, både med en praktisk tilnærming og en teoretisk tilnærming. Smith et al. (2000) fant i sin forskning et eksempel på en lærer som i mange år underviste på en utforskende måte, og fikk elevene til å reflektere over egen kunnskapsbygging på en systematisk måte. Elevene i denne klassen uttrykte en langt mer sofistikert epistemologisk oppfattelse enn det andre studier har funnet for elever i den aldersgruppen.

### 2.4.1 Elevers naturfaglige epistemologi

Lederman, Abd-el-Khalick, Bell & Schwartz (2002) har utformet 7 aspekter innenfor naturvitenskapens egenart som de mener er vidt akseptert blant historiske, filosofiske og sosiologiske studier av naturvitenskap. Disse aspektene er; naturvitenskapelig kunnskap er tentativ (ikke sikker), er delvis subjektiv, bygger på et empirisk grunnlag, er kreativt, er sosialt og kulturelt integrert, er basert på observasjoner og slutninger og til slutt at teorier og lover er forskjellige typer av naturvitenskapelig kunnskap. Disse aspektene ble utarbeidet for å hjelpe dem med å tolke svar på en spørreundersøkelse de laget for å teste elevers kunnskaper innenfor naturvitenskapens egenart. En av svakhetene ved de 7 aspektene som er presentert er at det er uklart om de alle har samme grad av abstraksjon. Sandoval (2005) har på bakgrunn av denne definisjonen og flere andre (Driver, Leach, Millar & Scott, 1996; McComas & Olson, 1998) foreslått fire nokså vide epistemologiske perspektiver knyttet til naturvitenskapens egenart.

Disse fire kategoriene vil bli nærmere forklart senere i kapitlet. Øyehaug og Holt (2014) gjennomførte en longitudinell studie med utgangspunkt i Sandovals (2005) perspektiver på naturvitenskapens egenart hvor hensikten var å undersøke hvordan elevene utvikler refleksjoner om de ulike naturvitenskapelige arbeidsmetodene i en utforskende praksis. Ett av hovedfunnene var at ingen av elevenes uttrykk for forståelse og refleksjoner ble klassifisert på en høyt refleksjonsnivå. Videre indikerer resultatene de har kommet frem til at å arbeide med utforskende arbeidsmåter kan styrke elevenes bevissthet knyttet til de naturvitenskapelige tenkemåtene. I sin bok *stø kurs norske elevers kompetanse i naturfag, matematikk og lesing i PISA 2015* gir Kjærnsli og Jensen(2016) en oversikt over hvordan de norske elevene presterer innenfor naturfag. Resultatene fra PISA 2015 viser en fremgang innenfor skolefaget naturfag fra PISA 2006. Et av funnene som blir presentert i boken er at norske elever presterer noe bedre på de oppgavene som måler kompetanse i å forklare fenomener på en naturvitenskapelig måte enn på oppgaver som måler kompetanse i å vurdere og planlegge naturvitenskapelige undersøkelser. Et annet funn som blir presentert er at elevene presterer bedre på oppgaver knyttet til naturfag som produkt (teorier, begreper og fakta) enn de gjør på oppgaver som er knyttet til naturfag som prosess (metode og epistemologi).

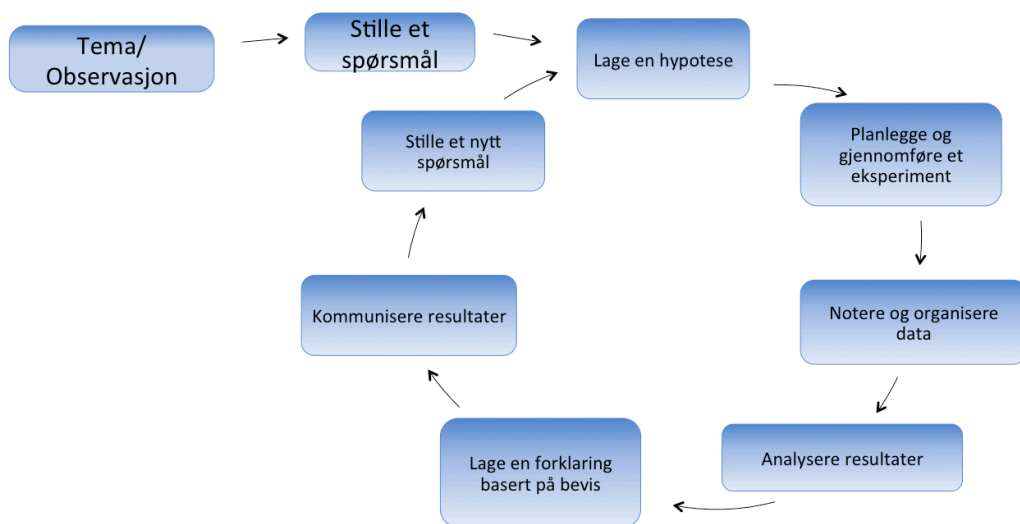
Smith et al. (2000) har på bakgrunn av flere andre (Carey & Smith, 1993; Smith & Wenk, 2006) karakterisert elevers oppfatninger av naturvitenskapen i tre nivåer. Fra en svært umoden Knowledge Unproblematic epistemology (KUE), til et mellomnivå (INT) og til sist en

avansert Knowledge Problematic Epistemology (KPE). En mer utfyllende forklaring på disse nivåene vil bli gitt etter en utfyllende forklaring av de fire epistemologiske perspektivene til Sandoval (2005). I de neste avsnittene vil perspektivene til Sandoval (2005) bli presentert.

### Naturvitenskapelig kunnskap er konstruert.

Dette perspektivet blir beskrevet som det viktigste og mest sentrale. Det er viktig at elevene forstår at den naturvitenskapelige kunnskapen vi har er konstruert av mennesket, og at den ikke bare er oppdaget ute i verden. Et av nøkkelpunktene ved at naturvitenskapelig kunnskap er konstruert er at det er et dialektisk forhold mellom observasjon og teori.

Naturvitenskapelig teori og forskning kan beskrives ved følgende figur:



Figur 1: Fremstilling av naturvitenskapelig forskning på bakgrunn av Ødegaard, Haug, Mork & Sørvik (2016).

Figuren over er tenkt for aktiviteter i klasserommet, og er ikke spesielt vinklet for forskere innenfor naturvitenskapen. Denne grunnleggende metodikken for å konstruere kunnskap er forutsetningen for å forstå hvordan naturvitenskapelige kunnskaper er blitt tilgjengelige for oss. Figuren illustrerer også hvordan disse kunnskapene vil være i kontinuerlig utvikling. På bakgrunn av det vi vet og observerer, kan det settes fram nye hypoteser, gjøres nye forsøk og utvikle dypere forståelse innenfor et emne eller naturvitenskapelig fagfelt. Figuren viser også



hvordan teorier dannes over tid, gjennom at en hypotese bekreftes flere ganger. Generelt gjelder at vår forforståelse, både av selve kunnskapen og måten den blir til på, vil påvirke vår forståelse av de endrede teoriene. Nivået på forforståelsen vil naturlig nok variere mye med den lærendes alder og det vil være avgjørende for videre dybdelæring at den grunnleggende forståelsen av hvordan naturvitenskapelig kunnskap blir konstruert, er tilstede hos den som skal lære. I grunnopplæringen vil det å etablere dette kunnskapssynet, være viktig i seg selv og må vies tilstrekkelig oppmerksomhet.

I tillegg vil vi måtte ta hensyn til at vi konstruerer kunnskapen ut fra det verdenssynet, det samfunnet vi lever i og de ulike teoriene som er gjeldende innenfor naturvitenskapen. Det blir også beskrevet to ulike konsekvenser knyttet til å vite at den vitenskapelige kunnskapen er konstruert. Det første er at kreativitet spiller en viktig rolle for utviklingen av kunnskap, og at det derfor er den kreative siden ved menneskene som er kilden til kunnskap. Den andre konsekvensen er at kunnskapen er sosialt konstruert, og dermed er resultat av samarbeid og konkurranse. Å arbeide med å utarbeide hypoteser for deretter å gjennomføre eksperimenter eller undersøke dem vil kunne få elever til å få en oppfatning om at naturvitenskapelig kunnskap konstrueres av dem som gjennomfører undersøkelsene (Sandoval, 2005).

Forskning på elevers forståelse av at naturvitenskapelig kunnskap er konstruert viser at elever ikke anerkjenner dette perspektivet gjennom grunnskolen. Elever har en oppfattelse av at kunnskap kommer rett fra eksperimentelle resultater (Driver et al. 1996; Carey & Smith, 1993). Videre vil noen elever på videregående ha en begynnende forståelse for at det er forskere som konstruerer modeller og teorier (Driver et al., 1996; Solomon, Scott & Duveen, 1996).

### **Naturvitenskapelige metoder kan arte seg svært forskjellig.**

Diversiteten i forskningsmetodene innenfor naturvitenskapen grunner i de ulike vitenskapelige disiplinene. De ulike disiplinene undersøker forskjellige typer fenomener. Valg av metode avhenger av hva man vil undersøke. Kontrollerte eksperimenter er et viktig middel for å generere vitenskapelig kunnskap, men det er disipliner (for eksempel astronomi og etologi) som ikke benytter seg av denne metoden i det hele tatt fordi det ikke er

gjennomførbart med en slik metode. Sandoval (2005) påpeker at det ikke er én metode som kan ansees som vitenskapelig men at de ulike vitenskapelige feltene ser ut til å stole på standarder for evaluering av metoder og den kunnskapen de produserer. Epistemologisk sett vil målet være å hjelpe elever å utvikle et sett med regler for å kunne evaluere forholdet mellom observasjoner og metoder, og hvilken kunnskap man kan få ut av dem.

Forskning knyttet til elevers forståelse av naturvitenskapens forskjellige metoder viser at elever i alle aldre som oftest ikke har en forståelse for dette, og heller ikke for forholdet mellom metoder og teorier ( for eksempel Lederman et al., 2002; Smith et al., 2000 ; Driver et al., 1996; Leach, Millar, Ryder & Séré, 2000 og Rubba & Andersen, 1978). Kuhn (1993; Kuhn, Amsel, O'Loughlin, 1988) argumenterer for at de fleste barn og unge voksne, ikke klarer å skille mellom teorier og beviser, men andre naturvitenskapelige forskere ( Sodian, Zaitchik & Carey, 1991; Tschirgi, 1980; Carey & Smith, 1993) har funnet at barn helt ned i 5års alderen klarer å skille ideer fra eksperimenter designet for å teste disse. Sandoval og Morrison (2003) påpeker at problemet kan være at elever ikke har en klar oppfatning av hva eksperimenter er og derfor har de vanskeligheter med å snakke om hvordan man kan teste eller lage ideer.

### **Naturvitenskapelig kunnskap er av forskjellige former.**

Det tredje epistemologiske perspektivet er at elever skal forstå at naturvitenskapelig kunnskap er av forskjellige former. Vi har i hovedsak tre typer av naturvitenskapelig kunnskap; teorier, lover og hypoteser. Enhetene varierer i omfang og formål, for eksempel er lover oftest forstått som generaliserte beskrivelser av fenomener, men de er ikke forklarende. Teorier er på den andre siden veldig forklarende og fungerer som et teoretisk rammeverk, med en varierende grad av forutsigbarhet. Hypoteser defineres som en kvalifisert gjetning eller antagelse som dannes på bakgrunn av den kunnskapen man sitter inne med, og som en deretter skal prøve å avkrefte eller bekrefte. Typisk for forskning knyttet til naturvitenskapens egenart er at de ser en lineær progresjon fra hypotese til lover (Lederman et al, 2002; McComas,1996). I tillegg til lover, teorier og hypoteser er også modeller en viktig form for vitenskapelig kunnskap.

Sandoval (2005) poengterer i sin artikkel at undervisning knyttet til dette perspektivet ikke legger vekt på hva det betyr å ha en teori om noe, i tillegg er det ikke lagt mye vekt på hvordan en teori er forskjellig fra lover eller modeller. Forskning knyttet til elevers forståelse

til at naturvitenskapelig kunnskap viser blant annet at de fleste elever og studenter har en oppfattelse om hypoteser, teorier og lover i et lineært hierarki, der hypoteser er gjetninger, teorier er hypoteser som har blitt vist er rette, og lover har blitt ugjendrivelig bevist (Carey et al., 1989; Smith et al., 2000; Sandoval & Morrison, 2003).

### **Den naturvitenskapelig kunnskapen vi har er mer eller mindre sikker.**

Det fjerde epistemologiske perspektivet er at den naturvitenskapelige kunnskapen vi har er mer eller mindre sikker. Lederman et al (2002) beskriver naturvitenskapelig kunnskap som tentativ. Med dette mener de at den tar opp i seg en erkjennelse av at den er i utvikling og at dagens kunnskap kan være endret og kan ha fått en ny erkjennelse om en tid. Altså er den grunnleggende både riktig (i nåtid) og usikker (foranderlig i framtid). Videre peker Osborne et al. (2003) på at noen kunnskapselementer er mer sikre enn andre. Eksempelvis er tyngdekraften noe vi nå er mer sikre på enn da Newton formulerte at  $F=mg$  (Kraft er lik masse multiplisert med tyngdens akselerasjon), ettersom den er har blitt bekreftet på mange ulike måter. På den andre siden er Einsteins ”string”-teori både mer usikker ettersom den åpenbart er vanskeligere å bekrefte og den er langt mer teoretisk krevende å sette seg inn i. Et annet eksempel vil være naturvitenskapelig tilnærming til å forstå oppbygging av grunnstoffer (atomer). Vi har i dag langt mer kunnskap om atomer og de ulike deler et atom er bygd opp av, enn for få år tilbake. Sandoval (2005) påpeker at elevene kan ha vanskeligheter med å ta inn over seg at kunnskapen er i utvikling og ikke konstant og endelig. I et epistemologisk perspektiv finnes det mange forklaringer til hvorfor dette er vanskelig. Noe av forklaringen kan være at vi ikke evner å forstå verden i detalj, at det kan være vanskelig å akseptere at det vi ser (med egne øyne) bare er en del av sannheten når vi måler i naturvitenskapelige termer. Det kan også være vanskelig å erkjenne at vi ikke har fullstendig kunnskap og dermed må akseptere at vi er i en kunnskapsutviklende prosess og enda dypere; å akseptere at det er ting vi verken vet eller forstår (Sandoval, 2005). Dette vil være filosofiske spørsmål som kan undersøkes nærmere innenfor det fagfeltet.

Konsekvensene av at naturvitenskapelig kunnskap har et element av usikkerhet ved seg, oppsummerer Sandoval (2005) til to hovedområder. Han peker på at lærerens eller rettere sagt, kunnskapens autoritet, svekkes. Det er jo ikke helt sikkert at det er helt sant, det som presenteres. Et mindre modent kunnskapssyn vil lett kunne ty til å ta avstand fra kunnskapen som presenteres på dette grunnlaget. Elever med lavt utviklet epistemologi vil kunne hevde at det ikke er noen vits i å lære noe som ikke er riktig (eller i alle fall ikke helt riktig) likevel.

Det kan oppfattes som et i og for seg både negativt og krevende hinder for læreprosessen. Det andre punktet Sandoval trekker fram er at når erkjennelsen av at en naturvitenskapelig sannhet vil være ufullstendig er etablert, kan det inspirere til nye undersøkende prosesser for å komme fram til en dypere erkjennelse av det naturvitenskapelige fenomenet som blir behandlet. Dette er den positive og kreative siden ved å arbeide med naturvitenskapelige emner. Det siste elementet kan knyttes opp mot epistemologi i naturvitenskapen ved å se på den historiske utviklingen av dette kunnskapsområdet.

Carey og Smith (1993) fant at yngre elever ofte tror at kunnskap og eksperimentelle resultater er det samme. I tillegg fant de at elever på høyere trinn ofte omtaler ideer som rette eller gale. William Perry (1970) gjennomførte en longitudinell studie av universitetsstudenters personlige epistemologi på 50- og 60 tallet. I denne studien konkluderer han med at individer går fra å se på kunnskapen som sikker, til å erkjenne at kunnskap har en iboende usikkerhet.

Smith et al. (2000) sin karakterisering av elevenes naturfaglige oppfatning vil nå bli videre forklart og satt i sammenheng med de tidligere forklarte epistemologiske perspektivene til Sandoval (2005). Elever som ligger på et "Knowledge Unproblematic Epistemology" nivå vil ha en oppfatning av at naturvitenskap handler om å gjøre ting, altså prosedyrer, og resultater. Elevene vil ha en tro om at den naturvitenskapelige kunnskapen vi har er sikker og uforanderlig. I tillegg vil de ikke kunne klare å skille mellom hypoteser, data og teorier. Elever som ligger på et "Intermediate" nivå vil ha en begynnende forståelse for naturvitenskapens egenart. Dette kan vises ved at de tror at den naturvitenskapelige kunnskapen vi har består av testede ideer, at forskere gjennomfører eksperimenter og studier for å teste den kunnskapen vi allerede har. Eleven vil, til en viss grad, differensiere mellom hypoteser og teorier og vil se forskjeller mellom de vitenskapelige ideene, aktivitetene og resultatene. Elever som ligger på et "Knowledge Problematic Epistemology" vil forstå at den naturvitenskapelige kunnskapen er konstruert, at det finnes ulike naturvitenskapelige metoder, at den naturvitenskapelige kunnskapen vi har er foranderlig og usikker. I tillegg vil elevene på det høyeste epistemologiske perspektivet ha en forståelse for at det er kvalitative forskjeller mellom teorier, lover, hypoteser og modeller.

## 2.5 Konseptuelle endringer og fragmentert kunnskap

Som tidligere nevnt er det forsket mye på elevers læring, både innenfor naturfag men også i andre sammenhenger. Sandoval (2005) trekker i sin artikkel *Understanding Students' Practical Epistemologies and Their Influence on Learning Through Inquiry* frem et perspektiv innenfor utforskende arbeidsmåter som også kan knyttes til elevenes konseptuelle forståelse av naturfaget. Han påpeker at all utforskende undervisning vil variere i graden av struktur og tilrettelegging, og konkluderer med at den maksimalt frie og ustrukturerte pedagogikken som ble fremmet på 1960-tallet (Bruner 1961) viser seg å være alt for krevende for de aller fleste studenter. Han benytter det generelle uttrykket ”guided inquiry” om å gi veiledning til elever på ett eller flere av stegene i en utforskende arbeidsprosess. Lærere vil med sikkerhet ha forskjellige tilnærminger til det å arbeide utforskende med elever. Spørsmålet blir om den veiledningen elevene får ved de forskjellige fasene i den utforskende arbeidsprosessen er nyttig for elevenes epistemologiske oppfattelse av naturvitenskapen, eller om de gjør at elevene selv ikke får reflektert ”nok” over dette ved en slik tilnærming.

diSessa(1993) anvender begrepet *phenomenological primitives* (p-prims) om elevenes intuitive responser som kan forklares som underliggende kunnskapselementer som er generelle og anvendbare i ulike kontekster. Kunnskapselementene elevene har blir ikke brukt på en systematisk måte, og det fører derfor til at uttalelsene ofte ikke er konsekvente. Eksempelvis kan elever forstå at luften består av partikler når de blir introdusert for partikkelmodellen gjennom undervisning, men hvis de i en senere anledning blir spurt om de kan beskrive hva det er de puster inn, kan denne forklaringen si at luft er enhetlig. De ulike p-prims elevene har kan karakteriseres som elementer av forståelse. Disse elementene har noe riktig i seg. Elevers tenkning kan være fragmentarisk og lite ordnet. Dette viser seg gjennom at de ulike p-prims aktiveres ved ulike omstendigheter. Thaagard (1992) skriver i boken *conceptual revolutions* om antagelser. Et av poengene han trekker frem er at antagelser er situasjonsspesifikke. Dette tilsier at elevenes antagelser om et fenomen eller et emne vil komme til uttrykk på forskjellige måter når situasjonen endres.

I 1982 introduserte Hewson (1982) begrepet *conceptual change*. Dette er et begrep som blir brukt om en tilstand der elevene tilegner seg kunnskap. Dette begrepet ble først beskrevet som *conceptual exchange* og ble brukt for strategier der målet var å erstatte elevenes hverdagsforestillinger med et naturvitenskapelig syn på verden (Hewson, 1982; Posner, Strike, Hewson & Gertzog, 1982). Det var Hewson(1982) som beskrev tre betingelser som må

være oppfylt for at elever skal oppleve at det skjer en ”conceptual change”. For det første må den nye forklaringsmodellen være forståelig. Eleven må forstå den på et rent kognitivt plan. I tillegg må elevene finne den nye forklaringsmodellen sannsynlig. For det tredje må den være fruktbar. Med andre ord må eleven finne den nye forklaringsmodellen nyttig i den forstand at den avklarer uoverensstemmelser og fører til nye tilnæringer og eksperimenter som kan gi nye bidrag til forklaringsmodellen.

Et spørsmål som stadig dukker opp innenfor forskningen knyttet til conceptual change er om en slik prosess skjer gradvis eller om det skjer en radikal endring i elevenes forståelse. Knyttet til elevers konsistens i forestillinger har forskere debattert to konkurrerende perspektiver.

Den ene siden er relatert til begrepet ”alternative frameworks” og går ut på at kunnskap kan beskrives som et sammenhengende helhetlig rammeverk i likhet med teorier (Carey 1999; Chi, 2005). Elevenes kunnskap om et emne vil med dette ikke endre seg men være konsistent i ulike kontekster. Det blir beskrevet to alternative typer omstrukturering av kunnskap. Svak restrukturering kan sammenlignes med overgangen fra nybegynner til ekspert og forholdet mellom forestillingene til elevene vil endre seg over tid. Sterk restrukturering kan sees på som en analogi til et paradigmeskifte, hvor hele forestillingen vil endres ganske raskt (Carey, 1999).

Den andre retningen som blir debattert er påvirket av tanken om elevenes fragmenterte kunnskap og kalles knowledge-as-elements (diSessa, Elby & Hammer, 2002; Southerland, Abrams, Cummins & Anzelmod, 2001). I følge denne retningen kan elevers kunnskap sees på som et samspill av delvis uavhengige elementer som er løst forbundet til hverandre. De ulike p-prims kommer til uttrykk ved forskjellige anledninger, og dette fører til at den kunnskapen elevene har blir uttrykt som fragmenterte elementer av kunnskap (diSessa, 1993). Driver og Erickson (1983) påpeker fra sin forskning at elevenes oppfatninger knyttet til et fenomen er mer stabile når de har tilegnet seg kunnskap om den vitenskapelige forklaringen enn når de opererer med sine alternative forestillinger. Southerland et al. (2001) fant i sitt studie *Understanding students' explanations of biological phenomena. Conceptual frameworks or p-prims* at en tilfredsstillende forklaring på elevenes stadige skiftende forklaringer er at deres kunnskaper er fragmenterte

En måte å oppfatte conceptual change på blir beskrevet som ”conceptual restructuring”. Dette er basert på knowledge-as-elements perspektivene. Conceptual restructuring forutsetter at elevenes elementer av kunnskap ligger på ulike nivåer. Disse kunnskapselementene kan være intuitive forestillinger som p-prims(diSessa,1993), kunnskap, erfaringer, mentale modeller

(Carey, 1999) eller som forestillinger på ulike utviklingsstadier (diSessa,1993; 2006; Linn, Eylon & Davis,2004). Det er gjennom omorganisering og endring av disse ulike elementene at læring vil forekomme. Özedmir og Clark (2007) skriver i sin artikkel *An Overview of Conceptual Change Theories* om elevers konseptuelle endringer og argumenterer for at dersom elever viser at kunnskapen de har er fragmentert bør læreren fokusere på hvordan og når disse elementene blir brukt og bygge videre på elevenes kunnskapselementer. Sett i lys av denne oppgaven vil en slik bevissthet gi elevene flere anledninger til å bli presentert for, og få muligheten til å reflektere over, naturvitenskapens egenart. Øyehaug og Holt (2013) undersøkte elevenes forståelse av stoff og kjemiske reaksjoner i en longitudinell studie. Resultatene fra deres forskning viser at elevenes forståelse og læringsforløp kom til uttrykk på forskjellige måter. De fant også at elevene viste ufullstendige og uferdige kunnskapselementer. De viser også at elevene restrukturerer og reorganiserer den kunnskapen de innehar over tid. Selv om de ikke undersøkte elevenes kunnskaper knyttet til naturvitenskap vil det de fant kunne sees i sammenheng med dette studiet, da begge er innenfor elevenes kunnskaper knyttet til skolefaget naturfag. I dette studiet vil både elevenes oppfattelse av naturvitenskapens egenart undersøkes og om disse oppfatningen er konsekvente.

### 3. Datainnsamling

For å belyse oppgavens problemstilling og forskningsspørsmålene har jeg gjennomført et casestudie. Valget på metode for innsamling av data falt på observasjon og intervju. I dette kapittelet er metodiske valg forklart og begrunnet, samtidig er også det teoretiske rammeverket for analysen presentert og diskutert. Jeg ser også på noen etiske aspekter ved forskningsprosessen og diskuterer oppgavens validitet og reliabilitet

#### 3.1 Casestudie

Forskningsstrategien jeg har valgt å benytte klassifiseres som et casestudie. Grønmo (2016) definerer et casestudie som en detaljert og intensiv studie av en enkelt analyseenhet eller av noen få analyseenheter som skal sammenlignes. Et casestudie baserer seg altså på å komme frem til utfyllende beskrivelser av de studerte fenomenene og ikke på representative utvalg der målet er å lage generaliserende funn (Geertz, 1973). Colin Robson (2002, s. 89). skriver i sin bok *Real world research* at et casestudie kan defineres som: "Development of detailed, intensive knowledge about a single "case", or of a small number of related "cases". Ramian (2007) skriver også om casestudier, og forklarer at det ofte blir tatt i bruk flere kvalitative forskningsmetoder. Dette har jeg gjort i mitt arbeid med å innhente data. Jeg har gjennomført en observasjon av en undervisningsøkt, og i etterkant av denne observasjonen har det blitt gjennomført et kvalitativt intervju av 5 elever. Robson (2002) bruker begrepet metodetriangulering om denne måten å samle inn data på. En av fordelene med å benytte seg av en slik tilnærming er at det kan føre til en mer utfyllende beskrivelse av elevenes tanker. Observasjon som innsamlingsmetode er brukt mye innenfor den kvalitative forskningen (Kvarv, 2014).

#### 3.2 Utforskende undervisningsopplegg

Forskerføtter og leserøtter er et forsknings- og utviklingsprosjekt ved Naturfagsenteret hvor utforskende naturfagsaktiviteter kombineres med grunnleggende ferdigheter. Opplegget jeg har valgt å observere er økt 1.4 *eksperiment med fenolrødt* innenfor undervisningsopplegget som heter kjemiske endringer. Jeg har valgt denne økten fordi det er lagt opp til diskusjoner og samtaler om hva forskere gjør ved flere tilfeller gjennom utforskningen.



Elevgruppen som ble observert har siden starten på 5.trinn arbeidet med noe utforskende arbeid. Kontaktlæreren har ikke fått noen informasjon fra tidligere kontaktlærere om hvordan de har arbeidet utforskende før de begynte i 5.trinn.. Gjennom 5.trinn jobbet elevene en del med kjøkkenkjem, hypoteser og forsøk. I tillegg har de arbeidet med det opplegget i forskerfotter og leserotter som heter magnetisme og gravitasjon. Kontaktlæreren har også informert om at de har arbeidet med energi/energiovergang hvor denne undervisningsperioden ble avsluttet med et utforskende opplegg knyttet til å lage musefellebil. Elevgruppen består av elleve gutter og fire jenter. To av elevene er flerspråklige hvorav den ene kom til Norge bare 5 dager før observasjonen ble gjennomført

Tidligere har elevene gjennomført et eksperiment for å se hva som skjer når man blander natron, kalsiumklorid og fenolrødtløsning. Undervisningen starter med en refleksjon over den økten der de gjennomførte eksperimentet. Læreren benytter seg av metoden tenk-par-del (tenk alene- snakk i par – del med klassen) når denne seksjonen av undervisningen blir gjennomført. Elevene skal etter dette skrive ned andre spørsmål de har knyttet til kjemiske reaksjoner og til varm-, gul-, gass-reaksjonen (VGG-reaksjonen) spesielt. Videre blir samtalen styrt mot det å avgrense spørsmål. Læreren forteller at hun har skrevet ned et spørsmål selv; ”Hva skjer i VGG-reaksjonen”. Læreren påpeker at vil være vanskelig å undersøke dette spørsmålet, da det er svært omfattende. Spørsmålet blir skrevet på tavlen og læreren skriver tre mindre spørsmål under det første. ”Hvorfor blir stoffene i VGG-reaksjonen varme?”, ”Hvorfor blir stoffene i VGG-reaksjonen gule?” og ”Hvorfor dannes det gass i VGG-reaksjonen?”. Læreren påpeker igjen at disse spørsmålene også kan være litt for omfattende for én undersøkelse og påpeker at det kan være lurt å konsentrere seg om ett av utgangsstoffene i den kjemiske reaksjonen. Hun bygger videre på spørsmålet om hvorfor stoffene i VGG-reaksjonen blir gule og skriver; ”Blir stoffene i VGG-reaksjonen gule hvis du ikke tar med fenolrødtløsning?”. Læreren spør elevene om de kan tenke seg hvordan dette kan undersøkes. En av elevene svarer; vi kan gjøre en med fenolrødtløsning og en uten. Læreren er enig med dette og legger til; ja, for da kan vi sammenligne de to eksperimentene.

Undervisningen fortsetter med at læreren stiller et spørsmål om hva som må gjøres før man kan gjennomføre et eksperiment. Elevene kommer med forskjellige svar og samlet som klasse kommer de frem til at de må lage en forklaring av fremgangsmåten, en utstysliste og en hypotese. I tillegg svarer en elev at de også må skrive ned de resultatene de får fra eksperimentet. Læreren tar opp begrepet hypotese og forklarer dette. Hun bruker den definisjonen som er gitt; ”En hypotese er en mulig forklaring som kan testes i en

undersøkelse. En hypotese bygger på det vi vet fra før, og skal gi svar på spørsmålet ditt. En hypotese er det du tror kommer til å skje og hvorfor du tror det. Vi har noen observasjoner om fenolrødtløsning, fordi vi observerte hva som skjedde i VGG-reaksjonen”. På tavlen skriver hun at en hypotese er; hva du tror kommer til å skje og hvorfor du tror det. Elevene blir deretter bedt om å lage sin egen hypotese til forsøket. Først skriver elevene ned en (eller to) hypoteser i sin egen bok. Deretter blir de bedt om å bruke tenkt-par-del med gruppen. Elevene må argumentere for valget av hypotese. Videre legger gruppene frem sin hypotese, og blir spurt om å begrunne hvorfor de hadde den hypotesen de hadde.

Elevene fikk først en demonstrasjon av hvordan forsøket skulle gjennomføres. En elev leste opp fremgangsmåten og læreren gjorde som eleven leste. Læreren gjennomførte da det eksperimentet som elevene hadde sett tidligere, altså med fenolrødtløsning. Videre skulle elevene gjennomføre eksperimentet i gruppene. Læreren og den ekstra læreren som var med gikk rundt og veiledet elevene og samtalte med dem. Etter gjennomført eksperiment diskuterte de resultatene. De diskuterte dette ved at hver gruppe la frem sine resultater og forklarte hvilken hypotese de hadde hatt, og om resultatene stemte overens med dette eller ikke. Når dette blir gjennomført ble elevene også spurt om hva som kunne gjøre at et eksperiment ikke stemte overens med det de trodde skulle skje. Det var flere av gruppene som i denne sammenhengen snakket om at feilkilder kunne forekomme. De fikk også spørsmål om de hadde funnet ut noe mer enn bare det som forskningsspørsmålet spurte etter. Gruppene ga forskjellige svar, og læreren la opp til at elevene kunne diskutere litt mellom gruppene. Avslutningsvis i undervisningsøkten laget hver gruppe en rapport.

Dette undervisningsopplegget legger til rette for at elevene skal kunne reflektere over flere av perspektivene til Sandoval (2005). Elevene får ved flere anledninger muligheten til å reflektere over begrepet hypotese (perspektiv 3), og at den naturvitenskapelige kunnskapen er konstruert (perspektiv 1). Videre legger også dette undervisningsopplegget opp til at elevene kan få innsikt i hva et eksperiment er (perspektiv 2), og på denne måten kunne de også fått en større forståelse for de ulike naturvitenskapelige metodene. Avslutningsvis i undervisningsøkten blir det snakket om de ulike feilkildene som kan forekomme når man gjennomfører et eksperiment, dette kan kobles til det fjerde perspektivet til Sandoval.

### 3.3 Observasjon

Min problemstilling stiller spørsmål ved hvilke tanker elever uttrykker om naturvitenskapens egenart i en utforskende kontekst. For å kunne uttale meg om elevenes tanker i en utforskende kontekst fant jeg det nødvendig å observere en økt som var lagt opp utforskende. Ved deltagende observasjon er observatøren nærværende og fysisk til stede i den aktuelle sosiale konteksten (Befring, 2015). Å bruke observasjon som metode for å samle inn data egner seg spesielt når forskeren ønsker en direkte tilgang til det som skal undersøkes (Christoffersen & Johannessen, 2012, Thaagard, 2013). Rautaskoski (2012) beskriver de to vanligste måtene for observasjon som feltnotater og produksjon av videomateriale. Jeg har i dette studiet valgt å bruke videoopptak som metode, for å kunne gå tilbake å se på det som ble gjort og sagt i undervisningen forut for intervjuene. Rautaskoski (2012) påpeker også at slike observasjonsmetoder ofte blir kombinert med intervjuer og spørreskjemaer, der jeg har valgt å bruke intervju.

Det ble bare observert en utforskende undervisningsøkt for å belyse min problemstilling, og som hjelp til å utforme intervjuguiden. Jeg visste på forhånd hvordan denne undervisningsøkten skulle gjennomføres da det ble fulgt ett opplegg fra *forskerføtter og leserøtter*. Observasjonen foregikk i en naturlig setting. Dette forklarer Christoffersen og Johannessen (2012) som at det fenomenet som skal studeres gir mening like mye ut fra sine omgivelser som ut fra fenomenet seg. Jeg gjennomførte en fullstendig observasjon (Christoffersen & Johannessen, 2012). Det vil si at jeg som forsker ikke hadde noen form for interaksjon med deltakerne i undervisningsøkten. Dette innebærer at forskeren ikke kan be informantene i klasserommet om å forklare hendelser som skjer i klasserommet, eller utdype de ytringene de eventuelt kommer med gjennom observasjonsperioden.

I forkant av observasjonen var jeg i kontakt med læreren til den klassen jeg skulle observere. Hun tok kontakt med rektor på skolen, hvor jeg fikk godkjenning til å gjennomføre videoopptak av undervisningen. Elevene hadde også blitt informert (Vedlegg 2) om at denne undervisningsøkten skulle bli filmen, og at det kom en forsker for å se på i tillegg til at jeg skulle intervjuer noen elever i etterkant av undervisningsøkten. Når undervisningsøkten foregikk satt jeg bakerst i klasserommet og fulgte med sammen med elevene, og kameraet var plassert på et stativ, slik at det fanget opp hva mesteparten av elevene gjorde. Her hadde jeg samtalt med lærer om hvilke elever som etter endt undervisning skulle bli intervjuet, slik at disse elevene alltid var innenfor kameraets rekkevidde. Rautaskoski (2012) poengterer at

tilstedeværelsen av et videokamera kan påvirke folks atferd. Videre skriver han også at forskningens oppmerksomhet med fordel kan rettes mot hvordan kameraet oppfattes som en del av situasjonen.

### 3.4 Utvalg av informanter

Ett av kjennetegnene ved de kvalitative metodene er at forskeren bruker få informanter for å få mye informasjon (Johannessen, Tufte & Christiansen, 2016; Dalland 2012). Det blir ikke gitt føringer for et bestemt antall informanter man skal bruke ved gjennomføring av datainnsamling, men det blir lagt vekt på at innsamlingen skal skje helt til forskeren ikke lenger får noe ny informasjon som kan belyse den bestemte problemstillingen (Kvale & Brinkmann, 2015; Johannesen, Tufte & Christiansen, 2016). På bakgrunn av dette, og vanskeligheter med å få klasseledere til å stille med sin klasse, endte jeg opp med å observere én klasse, og intervjuer fem elever. Klassen ble informert om forskningsprosjektet gjennom et skriftlig brev som ble delt ut uken før gjennomføringen av observasjonen og intervjuene skulle skje (Vedlegg 2 og 3). Alle elevene fikk utdelt begge skriv, og det var opp til hvert hushold og bestemme om eleven kunne stille til intervju eller ikke. Videre i dette kapittelet vil jeg gjøre rede for elevgruppen og de fem enkeltelevne som stilte til intervju.

Utvalgsprosessen av enkeltelever til intervjuet ble gjennomført ved at jeg og kontaktlæreren til klassen hadde kontakt via epost. For å kunne belyse problemstillingen og forskningsspørsmålene i oppgaven på best mulig måte gjennom intervjuer stilte jeg to kriterier til kontaktlæreren. Det første var at elevene som ville stille til intervju også kom til å være komfortable i en intervjusituasjon. Det andre kriteriet jeg stilte til læreren var at elevene helst skulle være på forskjellige mestringsnivåer innenfor skolefaget naturfag. Det siste kriteriet ble lagt til for å kunne få et mer representativt utvalg fra klassen. Når intervjuene skulle gjennomføres hadde jeg 10 elever tilgjengelig for intervju, men både på bakgrunn av oppgavens omfang og tiden jeg hadde til rådighet når intervjuene skulle gjennomføres endte jeg opp med fem enkeltelever hvorav tre er gutter og 2 er jenter. Videre i denne oppgaven vil disse elevene bli omtalt med fiktive navn.

## 3.5 Intervju

Min problemstilling innebærer å få en innsikt i elevenes tanker og erfaringer knyttet til naturvitenskapens egenart. Å innhente en slik informasjon ved å bare bruke observasjon, ville gitt et ufullstendig inntrykk av elevenes naturvitenskapelige oppfatninger. Respondentenes tanker og erfaringer kommer derimot godt til uttrykk gjennom intervjuene. Et forskningsintervju har som mål å innhente kunnskap og informasjon om de ulike intervjuobjektens erfaringer og opplevelser knyttet til et fenomen (Johannessen, Tufte & Christoffersen, 2016). Jeg valgte derfor å bruke intervju som metode for å samle inn data til dette studiet. Ved å gjennomføre et slikt intervju får informantene mine en større mulighet til å uttrykke seg enn de hadde fått ved for eksempel et spørreskjema. Formålet ved et kvalitativt forskningsintervju er å forstå sider av informantens dagligliv fra informantens eget perspektiv (Johannessen, Tufte & Christoffersen, 2016; Kvale & Brinkmann, 2015; Befring; 2015).

Kvarv (2014,) definerer to forskjellige typer intervjuer. Informantintervju og respondentintervju. Jeg valgte å gjennomføre et informantintervju, med mål om å finne ut av intervjuobjektets kunnskaper knyttet til naturvitenskapens egenart. I forkant av intervjuene utarbeidet jeg en intervjuguide (Vedlegg 1). Denne var utgangspunktet for gjennomføringen av intervjuene med elevene. Spørsmålene som ble stilt var laget for å få innsikt i elevenes oppfattelse av naturvitenskapens egenart med bakgrunn i Sandovals (2005) perspektiver. Intervjuguiden er delt inn i to hoveddeler; formell epistemologi og praktisk epistemologi. I den formelle delen av intervjuet forsøker jeg å få elevene til å uttrykke seg om sin formelle epistemologiske oppfattelse av naturvitenskapens egenart. I den praktiske delen av intervjuet knytter jeg naturvitenskapens egenart opp mot den undervisningen elevene var med på den foregående timen. På denne måten forsøker jeg å få elevene til å uttrykke seg om sin praktiske epistemologiske oppfattelse av naturvitenskapens egenart. Et kvalitativt forskningsintervju ligner på mange måter på den dagligdagse samtalen, men blir definert som en profesjonell samtale fordi den også involverer bestemte metoder og spørreteknikker (Johannessen, Tufte & Christoffersen, 2016; Kvale & Brinkmann, 2015). Når jeg gjennomførte intervjuene brukte jeg intervjuguiden som en føring, og kom med oppfølgingsspørsmål til informantene underveis. Kvarv (2014) definerer dette som et strukturert intervju. Som beskrevet i kap. 3.3 poengterer Rautaskoski(2012) at tilstedeværelsen av et videokamera kan påvirke folks atferd. Dette er også noe som kan påvirke elevenes atferd i intervjusituasjonen. I tillegg til dette kan en medvirkende grunn til elevenes svar være at jeg er en ukjent person for dem.

### 3.6 Rammeverk for analyse av data

For å få data som belyser forskningsspørsmålene og problemstillingen valgte jeg og ta utgangspunkt i de fire epistemologiske perspektivene som Sandoval (2005) har utarbeidet. Intervjuguiden (Vedlegg 1) ble laget på bakgrunn av disse, og dermed søker de forskjellige spørsmålene svar på en eller flere av perspektivene.

*Tabell 1: kategorier for hva som kjennetegner naturvitenskapelig kunnskap og naturvitenskapelige arbeidsmåter (Sandoval, 2005, Øyehaug & Holt, 2014; egen oversettelse)*

<b>Perspektiv 1:</b>	Naturvitenskapelig kunnskap er konstruert
<b>Perspektiv 2:</b>	Naturvitenskapelige metoder kan arte seg svært forskjellig.
<b>Perspektiv 3:</b>	Naturvitenskapelig kunnskap er av forskjellige typer
<b>Perspektiv 4:</b>	Den Naturvitenskapelige kunnskapen vi har er mer eller mindre sikker

Videre ble elevenes sitater analysert etter inndeling kjent fra Smith, Øyehaug mfl, etter hvor sofistikerte de epistemologiske ideene er. Den kjente inndelingen fra deres forskning har opprinnelig 3 inndelinger. Øyehaug og Holt (2014) som i sin longitudinelle studie gjennomførte en analyse av elevenes oppfattelse av naturvitenskapens egenart differensierer disse tre nivåene. KUE; elever differensierer ikke mellom de ulike naturvitenskapelige metodene, ideene eller resultatene. I tillegg tror elever at kunnskap er sann og at naturvitenskapen er en samling av fakta om fenomener i naturen, med konkrete fremgangsmåter. INT; elever som er på dette nivået har en oppfatning om både forklaringer og hypotesetesting, og skiller mellom vitenskapelige resultater, aktiviteter og ideer. De har også fått en større forståelse for at naturvitenskapen består av en samling ideer som er testet og at forskere gjennomfører eksperimenter for å teste de allerede eksisterende ideene, eller nye ideer. Elever på dette nivået vil differensiere mellom hypoteser og teorier. KPE; elever på dette nivået vil ha en dypere forståelse til de ulike delene av naturvitenskapen. De vet at det finnes ulike naturvitenskapelige metoder, og at den kunnskapen vi har er foranderlig og

usikker. De bruker de naturvitenskapelige teoriene som retningsgivende for alt utforskende arbeid og de vil differensiere mellom teorier og hypoteser

Det ble klart gjennom analysen av intervjuene at elevenes kunnskaper ikke på en rettferdig måte kan framstilles ved hjelp av disse tre nivåene alene. Jeg har derfor valgt å legge til en kolonne der jeg benytter begrepet "No Knowledge". Dette må leses i denne konteksten og i forhold til de spørsmålene som er stilt til elevene i intervjuet. Jeg innser at det kan være en negativ påstand at elever ikke har kunnskaper i det hele tatt. Dette må altså leses inn i den konkrete konteksten intervjuet foregikk i. For å dokumentere hvorfor dette er brukt, vil jeg når det kommer til analysen av den enkelte elev, gi eksempler på hvordan jeg har tolket elevenes utsagn også inn i denne kategorien. Videre er det også gitt en forklaring på klassifiseringen av elevenes utsagn i tabell 2. Det kan innvendes at når en elev fra samme intervjusituasjon både kommer i kategorien "No Knowledge" og "Knowledge Unproblematic Epistemology" og til og med på enkelte utsagn kommer i kategorien "Intermediate", kan det se ut som at den siste kategorien er overflødig. Vurderingen som ligger til grunn for å ta med en ny kategori innenfor klassifiseringen av informantenes tanker er for å kunne klassifisere elevenes sitater på en mer riktig måte.

Tabell 2: Kvalitative kjennetegn over elevenes sitater innenfor de ulike perspektivene til Sandoval (2005) ved et ”No Knowledge” nivå, et svært umodent ”Knowledge Unproblematic Epistemology” nivå, et ”intermediate” nivå til et sofistikert ”Knowledge Problematic Epistemology” nivå utviklet på bakgrunn av Smith et al. (2000).

	<b>No Knowledge (NK)</b>	<b>Knowledge Unproblematic Epistemology (KUE)</b>	<b>Intermediate (INT)</b>	<b>Knowledge Unproblematic Epistemology (KPE)</b>
<b>Perspektiv 1</b>	Elevenes svar har ingen eller en svært vag relevans for at naturvitenskapelig kunnskap er konstruert	Elevenes svar har en vag eller upresis relevans for at naturvitenskapelig kunnskap er konstruert	Elevenes svar viser en begynnende forståelse for at naturvitenskapelig kunnskap er konstruert	Eleven forstår at naturvitenskapen er konstruert og at hele forskningsprosessen er styrt av de underliggende og eksisterende teoriene som finnes innenfor feltet.
<b>Perspektiv 2</b>	Elevenes svar har ingen eller en svært vag relevans for at naturvitenskapelige metoder kan arte seg svært forskjellig,	Elevenes svar har en vag eller upresis relevans for at naturvitenskapelige metoder kan arte seg svært forskjellig.	Elevenes svar viser en begynnende forståelse for at naturvitenskapelige metoder kan arte seg svært forskjellig.	Eleven forstår at det finnes ulike naturvitenskapelige metoder. Forstår at forskningsmetoden må være relevant for det som skal undersøkes, og dermed må de naturvitenskapelige metodene variere
<b>Perspektiv 3</b>	Elevenes svar har ingen eller en svært vag relevans for at naturvitenskapelig kunnskap er av forskjellige typer	Elevenes svar har en vag eller upresis relevans for at naturvitenskapelig kunnskap er av forskjellige typer (for eksempel at teori og hypotese blir blandet)	Elevenes svar viser en begynnende forståelse for at naturvitenskapelig kunnskap er av forskjellige typer (Differensierer mellom hypoteser og teorier)	Eleven ser at det er kvalitative forskjeller mellom lover, teorier, hypoteser og modeller. De ser på teorier som et sett av hypoteser som brukes til å forklare fenomener og empiri.
<b>Perspektiv 4:</b>	Elevenes svar har ingen eller en svært vag relevans for at naturvitenskapelig kunnskap er mer eller mindre sikker	Elevenes svar har en vag eller upresis relevans for at naturvitenskapelig kunnskap er mer eller mindre sikker.	Elevenes svar viser en begynnende forståelse for at naturvitenskapelig kunnskap er mer eller mindre sikker	Eleven forstår at den kunnskapen vi har er usikker og foranderlig.



## 3.7 Vurdering av oppgavens validitet og reliabilitet

”Et viktig normativt krav til vitenskap er at den kunnskap som innhentes og spres videre er samlet inn ved hjelp av vitenskapelige metoder” (Kvarv, 2014. S. 51). Dette tilsier at metoden og resultatene skal være etterprøvbare. Å vurdere oppgavens reliabilitet handler i hovedsak om å vurdere påliteligheten i de ulike delene av prosjektet. Å vurdere oppgavens validitet handler om å se på i hvilken grad resultatene fra studiet er gyldige. Med andre ord om metoden har målt det som det er tenkt at det skal måle. Johannesen, Tufte og Kristofferssen (2016) beskriver disse aspektene ved forskning, og knytter det mest til den kvantitative forskningsmetoden. Videre bruker de på bakgrunn av Guba og Lincoln (1989) begreper som kan brukes til å vurdere et kvalitativt studie. Disse begrepene vil bli presentert og drøftet opp mot mitt studie i de neste avsnittene. Det er forklaringen til Johannesen, Tufte og Kristofferssen (2016) som er lagt til grunn for de forklaringene nedenfor. De andre kildene som blir brukt blir referert.

### **Pålitelighet**

Dette begrepet kan knyttes til det kvantitative begrepet reliabilitet. Det dreier seg om dataens kvalitet. Altså om hvordan de er samlet inn, og hvordan de er produsert. Det handler også om hvordan dataene har blitt bearbeidet. Det blir påpekt at det er vanskelig å kunne sikre en høy pålitelighet innenfor den kvalitative forskningen fordi det blir gjort mange tolkninger av transkripsjonene. I tillegg kan informantene lett bli påvirket av forskeren og av situasjonen. Det er altså mange ting som spiller inn for hvilke resultater man får. Det vil med andre ord nesten være umulig for andre forskere å gjennomføre den samme datainnsamlingen som jeg har gjort og komme frem til de samme resultatene. Det er derfor viktig å gi en inngående beskrivelse av konteksten og hele forskningsprosessen. Jeg har jobbet for å imøtekomme dette perspektivet ved at intervju spørsmålene hadde klare formuleringer, og at transkripsjonene fra timen og intervjuene har blitt analysert på en bestemt måte. Ryen (2002) påpeker at påliteligheten også blir vurdert ved at forskeren gjør rede for datagrunnlaget. I kapittel 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, og 3.5 har jeg lagt et grunnlag for en pålitelighetsvurdering da jeg har beskrevet metoder, avgjørelser gjennom prosjektet og innsamlingen av data.

## **Troverdighet**

Troverdigheten innenfor kvalitative undersøkelser handler om i hvor stor grad forskerens fremgangsmåter og funn på en riktig måte representerer virkeligheten og formålet med studiet. Det kan også betegnes som en intern validitet. Lincoln og Guba(1985) skriver at en måte som øker sannsynligheten for at forskningen gir troverdige resultater er metodetriangulering. Dette betyr å bruke ulike metoder for datainnsamling. Jeg har i dette studiet brukt både observasjon og intervju. Det vil også være viktig å vurdere om den informasjonen som er innhentet er riktig. Med riktighet menes det i hvor stor grad informantene kan kjenne seg igjen i den beskrivelsen som blir gitt for intervjuene, om informasjonen tilsvarer det som er beskrevet i teorien og om dette kommer frem under observasjonen. I tillegg kan troverdigheten til en oppgave øke ved å sammenligne de empiriske funnene fra observasjonen og intervjuene med tidligere lignende studier. I kapittel 5, vil en sammenligning av andre studier opp mot mine resultater bli gjort. Johannesen, Tufte og Christoffersen (2016) påpeker også at troverdigheten kan styrkes ved å la andre personer analysere dataene. Dette har blitt gjort i en forenklet form i mitt arbeid med resultatene. To andre personer har satt seg inn i rammeverket for analysen og gjennomført en analyse av transkripsjonene. I etterkant av dette har jeg gjennomført samtaler og felles refleksjoner med hver av de to andre. På dette grunnlaget har jeg trukket konklusjonene fra materialet.

## **Overførbarhet**

Begrepet overførbarhet innenfor den kvalitative forskningen handler om hvorvidt resultatene fra et studie kan overføres til andre lignende situasjoner. Det kan også bli betegnet som ekstern validitet. Johannesen, Tufte og Christoffersen (2012) påpeker at en undersøkelse kan betegnes som overførbar hvis det blir etablert begreper, beskrivelser, fortolkninger og forklaringer som er nyttige innenfor andre områder enn akkurat det som studeres. I mitt studie deltok bare 5 enkeltelever og en klasse. Data som er produsert er derfor knyttet til disse informantene. Jeg kan ikke gjøre mine funn statistisk sikre og angi graden av usikkerhet, slik som det blir gjort i kvantitative undersøkelser. Jeg kan derimot gi en utfyllende beskrivelse av analyseprosessen og resultatene. Målet med studiet er altså ikke å finne generaliserbare funn, men å komme med en utfyllende beskrivelse av undervisningsopplegget, utvalget og analysen slik at de funnene jeg kommer frem til kan betraktes som hypoteser som kan brukes som grunnlag for videre forskning.

”Et viktig normativt krav til vitenskap er at den kunnskap som innhentes og spres videre er samlet inn ved hjelp av vitenskapelige metoder” (Kvarv, 2014. S. 51). Dette tilsier at metoden og resultatene skal være etterprøvbare. Dette innebærer at andre skal kunne kontrollere forskningsfunnene. Dette kan gjøres på grunnlag av observasjoner, resonnementer eller eksperimenter.

### 3.8 Etske hensyn

Når kvalitative studier blir gjennomført er det en rekke forskningsetiske retningslinjer og prinsipper som må følges. Gjennom hele prosessen har jeg forsøkt å være bevisst mine valg med tanke på disse. Tranøy (1992) skiller mellom to hovedtyper av forskningsetiske problemer. Det første er problemer som er knyttet til produksjon av forskningsresultater. Det andre er problemer knyttet til bruken av forskningsresultatene.

Christoffersen og Johannessen (2012) refererer i sin bok til Nedrum(1998) som har sammenfattet NESH (Den nasjonale forskningsetiske komité for samfunnsvitenskap og humaniora) sine retningslinjer som forskere må ta hensyn til. Videre vil jeg gjøre rede for disse og hvordan jeg har jobbet for å møte disse. Det første er at informantene har rett til selvbestemmelse og autonomi. Dette omhandler at informantene selv kan velge å trekke seg fra studiet uten å komme med en grunn. Dette la jeg til rette for når jeg sendte informasjonsbrevet for studiet (Vedlegg 2 og vedlegg 3). Informantene fikk da mulighet til å takke nei til å være med på studiet, og det ble opplyst at de kunne avslutte sin deltagelse når som helst uten begrunnelse. Jeg ga også ut min kontaktinformasjon slik at de i senere tid kunne kontakte meg ved eventuelle spørsmål. En annen retningslinje jeg har tatt hensyn til er min plikt til å respektere informantenes privatliv. Christoffersen og Johannessen (2012) beskriver denne retningslinjen ved at informantene selv skal velge hvilken informasjon som skal komme ut, og kan med dette nekte forskeren tilgang til sensitive opplysninger. I tillegg skal forskeren med sikkerhet kunne konstatere at identiteten til informantene er anonymisert og at identiteten forblir det. Det tredje forskningsetiske retningslinjen som Christoffersen og Johannessen (2012) beskriver, er forskerens ansvar for å unngå skade. Dette punktet er i hovedsak relatert til forskning innenfor medisin, men prinsippene gjelder også innenfor den samfunnsvitenskapelige forskningen. ”Det må vurderes om innsamling av data, for eksempel ved intervjuer, kan berøre sårbare og følsomme områder som det for informanten kan være vanskelig å bearbeide og komme seg ut av igjen” (Christoffersen & Johannessen, 2012, s.42).

Slik intervjuguiden ble utformet, vurderte jeg det slik at det ikke var sannsynlig at vi ville komme inn på sårbare eller følsomme områder hos eleven. Begrunnelsen for dette er at intervjuet skulle handle om helt generelle spørsmål omkring naturvitenskapen og videre stille spørsmål knyttet til en definert undervisningsøkt. .

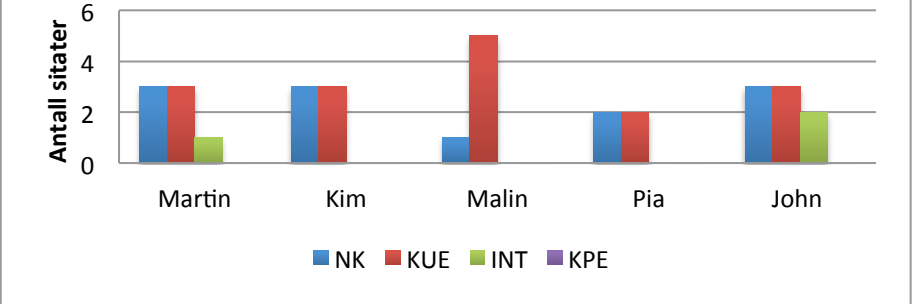
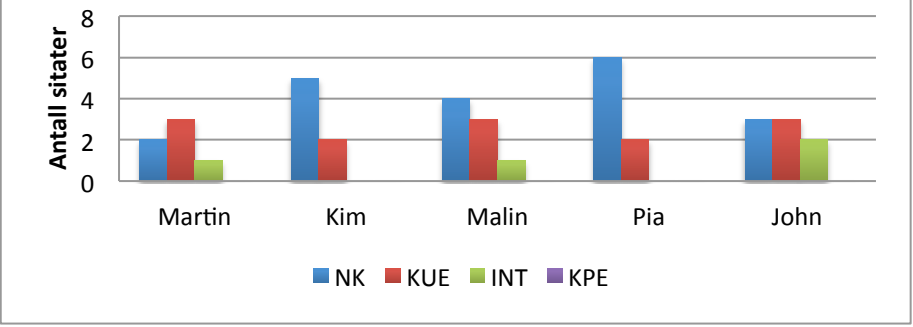
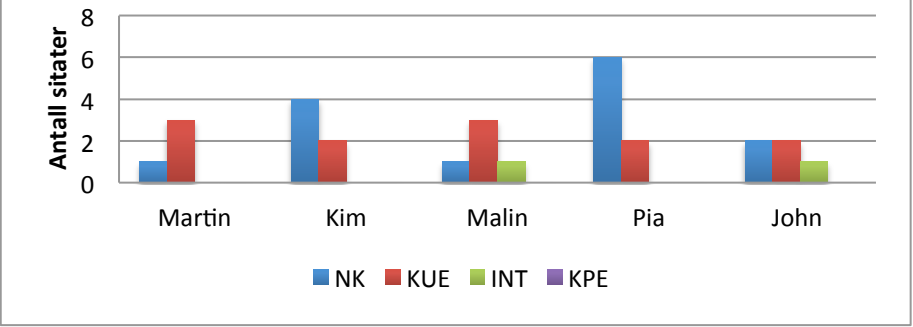
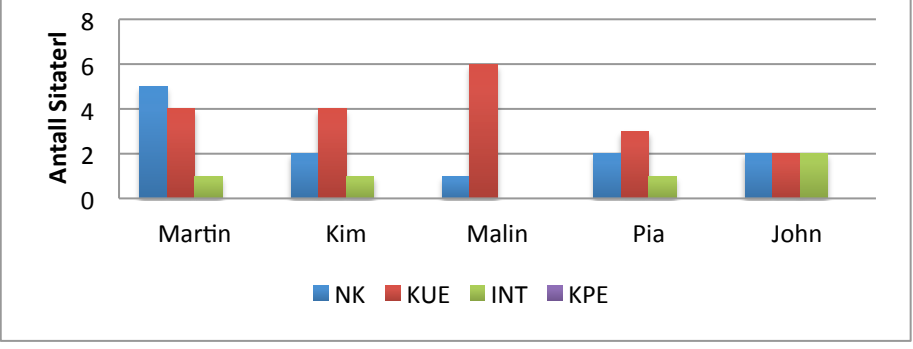
Personopplysningsloven (2015) sier at all data og informasjon om informanter som kan tilbakeføres må anonymiseres. Den informasjonen som er innhentet er også taushetsbelagt. NESH (2010, s.19) omtaler også dette i punkt 16: ”Opplysninger om identifiserbare enkeltpersoner skal lagres forsvarlig. Slike opplysninger skal ikke lagres lenger enn det som er nødvendig for å gjennomføre formålet med behandlingen”. Informantenes konfidensialitet har blitt sikret ved at det bare er jeg som har hatt tilgang til både videoopptak, lydopptak og samtykkeerklæringene for intervjuet. Det er flere måter jeg har sikret at informantene til dette studiet forblir anonyme. Etter gjennomført innsamling av data, ble all data lagret på min datamaskin og fjernet fra minnekortene. Lagringen på min personlige datamaskin er passordbeskyttet to ganger. Ett passord kreves for å logge inn på maskinen, det andre passordet kreves for å komme inn i den aktuelle mappen. Timen og intervjuene ble transkribert, og informantene ble gitt fiktive navn. To av informantene bruker navnet på læreren og en medelev i gjennomføringen av intervjuet, når dette skjedde brukte jeg også fiktive navn på dem. Underveis i arbeidet har jeg ikke skrevet ned navnet på skolen dataene har blitt hente fra eller elevenes navn. Når arbeidet med masteroppgaven avsluttes 15.05.2018 vil alt innhold i omtalte mappe slettes i tråd med vedtak fra Norsk senter for forskningsdata (NSD) (Vedlegg 4)

I Personopplysningsloven (2015, §31) står det at ”Den behandlingsansvarlige skal gi melding til Datatilsynet før behandling av personopplysninger med elektroniske hjelpemidler...”. På bakgrunn av dette meldte jeg mitt prosjekt til NSD høsten 2017. Jeg mottok godkjenning fra NSD 22.11.2017 (Vedlegg 4). Etter at jeg fikk godkjenningen for å gjennomføre , ble dette gjort i tråd med de retningslinjer som gjelder.

## 4. Resultater

I dette kapitlet presenterer jeg resultatene, med bakgrunn i transkripsjonene fra intervjuene og undervisningstimen. For å ha en oversiktlig fremstilling av resultatene fra intervjuene har jeg laget en tabell (Tabell 3), som viser fordelingen av elevenes svar. Elevenes sitater fra undervisningstimen har jeg valgt å utelate fra denne tabellen. Disse sitatene blir lagt frem på starten av hvert delkapittel.

Tabell 3: Oversikt over antall sitater elevene har innenfor de ulike epistemologiske perspektivene (Sandoval, 2005) klassifisert etter Smith et al. (2000) sine nivåer.

<p><b>Perspektiv 1:</b> Naturvitenskapelig kunnskap er konstruert</p>	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Student</th> <th>NK</th> <th>KUE</th> <th>INT</th> <th>KPE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Martin</td> <td>3</td> <td>3</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Kim</td> <td>3</td> <td>3</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Malin</td> <td>1</td> <td>5</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Pia</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>John</td> <td>3</td> <td>3</td> <td>2</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	Student	NK	KUE	INT	KPE	Martin	3	3	1	0	Kim	3	3	0	0	Malin	1	5	0	0	Pia	2	2	0	0	John	3	3	2	0
Student	NK	KUE	INT	KPE																											
Martin	3	3	1	0																											
Kim	3	3	0	0																											
Malin	1	5	0	0																											
Pia	2	2	0	0																											
John	3	3	2	0																											
<p><b>Perspektiv 2:</b> Naturvitenskapelige metoder kan arte seg svært forskjellig</p>	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Student</th> <th>NK</th> <th>KUE</th> <th>INT</th> <th>KPE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Martin</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Kim</td> <td>5</td> <td>2</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Malin</td> <td>4</td> <td>3</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Pia</td> <td>6</td> <td>2</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>John</td> <td>3</td> <td>3</td> <td>2</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	Student	NK	KUE	INT	KPE	Martin	2	3	1	0	Kim	5	2	0	0	Malin	4	3	1	0	Pia	6	2	0	0	John	3	3	2	0
Student	NK	KUE	INT	KPE																											
Martin	2	3	1	0																											
Kim	5	2	0	0																											
Malin	4	3	1	0																											
Pia	6	2	0	0																											
John	3	3	2	0																											
<p><b>Perspektiv 3:</b> naturvitenskapelig kunnskap er av forskjellige former</p>	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Student</th> <th>NK</th> <th>KUE</th> <th>INT</th> <th>KPE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Martin</td> <td>1</td> <td>3</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Kim</td> <td>4</td> <td>2</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Malin</td> <td>1</td> <td>3</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Pia</td> <td>6</td> <td>2</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>John</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	Student	NK	KUE	INT	KPE	Martin	1	3	0	0	Kim	4	2	0	0	Malin	1	3	1	0	Pia	6	2	0	0	John	2	2	1	0
Student	NK	KUE	INT	KPE																											
Martin	1	3	0	0																											
Kim	4	2	0	0																											
Malin	1	3	1	0																											
Pia	6	2	0	0																											
John	2	2	1	0																											
<p><b>Perspektiv 4:</b> Naturvitenskapelig kunnskap er mer eller mindre sikker</p>	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Student</th> <th>NK</th> <th>KUE</th> <th>INT</th> <th>KPE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Martin</td> <td>5</td> <td>4</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Kim</td> <td>2</td> <td>4</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Malin</td> <td>1</td> <td>6</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Pia</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>1</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>John</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	Student	NK	KUE	INT	KPE	Martin	5	4	1	0	Kim	2	4	1	0	Malin	1	6	0	0	Pia	2	3	1	0	John	2	2	2	0
Student	NK	KUE	INT	KPE																											
Martin	5	4	1	0																											
Kim	2	4	1	0																											
Malin	1	6	0	0																											
Pia	2	3	1	0																											
John	2	2	2	0																											

Tabellen viser at elevene generelt har en lav epistemologisk forståelse for naturvitenskapens egenart. Av totalt 132 sitater er det 58 sitater som er klassifisert på et "No Knowledge" nivå. Dette utgjør 43,9% av alle sitatene. Av de resterende 74 sitatene er 60 klassifisert på et "Knowledge Unproblematic Epistemology" nivå. Dette utgjør 45,5% av totalen på 132 sitater. De siste 14 sitatene er klassifisert innenfor et "Intermediate" nivå, dette utgjør bare 10,6% av det totale utvalget. Det er ingen sitater fra intervjuet som ligger på et "Knowledge Problematic Epistemology".

Videre kan vi se at elevene har flest sitater som er klassifisert innenfor "Intermediate" på perspektiv 4. Fire av fem elever viser en begynnende forståelse for at den naturvitenskapelige kunnskapen er mer eller mindre sikker. Kategori 1 og 3 er de kategoriene elevenes svar viser minst begynnende forståelse, da 2 av 5 elever viser en begynnende forståelse. Innenfor Kategori 2 er det tre elever som viser en begynnende forståelse for at de naturvitenskapelige metodene kan arte seg svært forskjellig, men det er i denne kategorien at elevene har flest svar som er klassifisert på et "No Knowledge" nivå. Det er også kategori 2 som har flest sitater fra intervjuene. Elevene gir til sammen 37 svar som kan knyttes til at de naturvitenskapelige metodene kan arte seg svært forskjellig.

Videre vil jeg ved hjelp av elevsitater gi en detaljert presentasjon av hvordan hver av de fem elevene uttrykker seg både i undervisningen og i løpet av intervjuet om naturvitenskapens egenart i ulike kontekster/sammenhenger. Hensikten er å gi et mer utfyllende, kvalitativt bilde av hva som ligger bak søylene i tabell 3. Presentasjonen av hver elev vil først inneholde en generell forklaring av eleven, deretter vil det være en presentasjon av sitater eleven gir i klasserommet, og avslutningsvis vil det være en fremstilling av noen av elevenes svar i intervjusituasjonen.

## 4.1 Resultater Martin

Generelt kan vi se at Martin har noe spredning i sin epistemologiske oppfatning av naturvitenskapens egenart. Svarene Martin gir på spørsmål knyttet til de fire perspektivene viser bare ved 3 anledninger en begynnende forståelse. De resterende svarene han avgir er på et lavere epistemologisk nivå. Av totalt 27 sitater eller svar fra intervjuet, er 11 karakterisert som "No Knowledge", 13 er karakterisert som "Knowledge Unproblematic Epistemology" og

altså 3 på ”Intermediate”. Martin har gitt flest svar på spørsmål om hvor sikker naturvitenskapelig kunnskap er og færrest svar på spørsmål om de ulike formene av naturvitenskapelig kunnskap.

Ett av svarene til Martin viser en begynnende forståelse for at den naturvitenskapelige kunnskapen er konstruert. De andre svarene viser ingen eller vag og upresis relevans.

Martins svar på spørsmål knyttet til at naturvitenskapelige metoder kan arte seg svært forskjellig, viser ved ett eksempel at han har en begynnende forståelse. De øvrige svarene viser ingen eller vag og upresis relevans

Martins svar knyttet til at naturvitenskapelig kunnskap er av forskjellige former har blitt klassifisert innenfor ”No Knowledge” og ”Knowledge Unproblematic Epistemology”. Svarene viser altså ingen begynnende forståelse for at det er kvalitative forskjeller mellom lover, teorier og hypoteser. De øvrige svarene har overvekt av vag og upresis relevans.

Martins svar på spørsmål knyttet til at den naturvitenskapelige kunnskapen vi har er mer eller mindre sikker viser ved ett eksempel at han har en begynnende forståelse for dette perspektivet. De øvrige svarene har ingen eller en veldig vag relevans for dette.

#### **4.1.1 Sitater fra klasserommet**

På spørsmål om hvorfor vi lager en rapport, svarer Martin: *Det er også for at vi skal kunne vise det til andre. Og sammenligne det vi fant ut senere.* Dette svaret har en vag relevans for at den naturvitenskapelige kunnskapen er konstruert. I tillegg har dette svaret en vag relevans for at den naturvitenskapelige kunnskapen vi har er mer eller mindre sikker. Det kan virke som om han har en mening om at eksperimenter må gjennomføres flere ganger, og resultatene må sammenlignes.

#### **4.1.2 Sitater fra Intervjuet**

##### **Naturvitenskapelig kunnskap er konstruert.**

Noen av Martins svar har en svært vag relevans for at den naturvitenskapelige kunnskapen er konstruert. Han svarer på et oppfølgingsspørsmål om det å snakke med voksne rundt seg kan kalles for forskning. På dette svarer han at han ikke vet. Når Martin” blir spurt om å fortelle hva naturvitenskapen er svarer han; *De tinga som naturfaget handler om og... uhm.. og for eksempel naturfag... at man.. vet forskjellige ting om det.* Videre har svarene til Martin en



upresis/vag relevans for at den naturvitenskapelige kunnskapen er konstruert når han svarer på spørsmål om det finnes ulike måter å forske på ; *Går an å drive å blande ting. Altså kjemi, dra opp i verdensrommet, og drive å gå rundt ute. For eksempel drar noen forskere langt til Afrika i jungler for å finne ut mye mer ting om det.* Den siste delen av dette svaret indikerer at eleven har en, om enn ikke helt vitenskapelig klar, oppfatning av at en forsker for å bygge opp ”mye mer av det” (altså kunnskap). Dette kan tyde på at han har en vag forståelse for at den kunnskapen vi har i dag fremdeles blir utvidet og testet. Martin viser en begynnende forståelse for at den naturvitenskapelige kunnskapen er konstruert. Denne begynnende forståelsen viser han når han får spørsmål om det som blir beskrevet i bøker er akkurat det samme i boken som i virkeligheten. Svaret han gir er: *Alt som er funnet ut om ting, sånne viktige ting, det har jo skjedd for ganske lenge siden... og så kan det hende at vi ser på det på en annen måte.* Ved at Martin kommer med dette utsagnet kan man trekke en slutning om at han ser at kunnskap blir til over tid, og at vi fortsetter å bygge på den kunnskapen vi allerede har. Han viser i tillegg her en begynnende forståelse knyttet til at forskjellige mennesker kan se på kunnskap på forskjellige måter.

### **Naturvitenskapelige metoder kan arte seg svært forskjellig**

Martins svar har ingen eller en veldig vag relevans for at de naturvitenskapelige metodene kan arte seg svært forskjellig når han blant annet får spørsmål om hvorfor man gjennomfører eksperimenter; *Og det kan også være fordi man synes det er artig, eller fordi man har lyst til å finne ut av ting.* Den første delen av dette svaret viser at han ikke har noen oppfattelse av den vitenskapelige prosessen som ligger til grunn for gjennomføring av eksperimenter, men den siste delen av svaret viser derimot en svært vag relevans for at eksperimenter blir gjennomført ”for å finne ut av ting”. Videre viser Martins svar en vag relevans for at de naturvitenskapelige metodene kan arte seg svært forskjellig når han svarer på spørsmål om hvordan vi kan bli sikre på de resultatene vi får etter et gjennomført eksperiment; *Når man finner ut det- nøyaktig det som skjer, hvordan det skal gjøres, og i hvilken rekkefølge og hvor mye av det og det.* Når han får spørsmål om hva en hypotese er svarer Martin; *At man skriver hva man tror skal skje, og hvorfor, og hvordan også skal man gjøre det også kan man sjekke om det man har gjort er riktig og ikke.. også skal man skrive om hva som skjedde.* Disse svarene har en upresis relevans for at naturvitenskapelige metoder kan arte seg svært forskjellig. Svarene viser at Martin forstår at når en metode er valgt følger det konkrete fremgangsmåter, men svarene viser ingen konkrete eksempler på at han har en forståelse for at de naturvitenskapelige metodene varierer, alt etter hva man vil forske på. Martins svar viser

en begynnende forståelse for at de naturvitenskapelige metodene kan arte seg svært forskjellig når han får spørsmål om det finnes ulike måter å forske på: *Går an å drive å blande ting. Altså kjemi, dra opp i verdensrommet, og drive å gå rundt ute. For eksempel drar noen forskere langt til Afrika i jungler for å finne ut mye mer ting om det.* Når han sier at en metode å forske på er ”å gå rundt ute” tolker jeg dette til at Martin har en forståelse for at innsamling av vegetasjonsdata er en måte å drive forskning på. I tillegg forteller eleven om at forskere også reiser til Afrika i jungler. Han kommer ikke med noen konkrete metoder, men ved å si dette og at han nevner ”går an å blande ting” viser at han har en forståelse for at det finnes ulike metoder innenfor de ulike fagdisiplinene i naturvitenskapen.

### **Naturvitenskapelig kunnskap er av forskjellige former**

Noen av Martins svar viser ingen relevans for at den naturvitenskapelige kunnskapen vi har er av forskjellige former. Dette viser han når han får spørsmål om hvorfor han laget en hypotese før gjennomføringen av eksperimentet: *fordi læreren sa vi skulle gjøre det.* når intervjuer ber om et mer utfyllende svar svarer han *Da vet man mer.* Ved spørsmål om hva en teori er for noe svarer han: *Vet ikke.* Videre får han vite av intervjuer at en teori for lenge siden var at verden var flat, men at denne teorien nå har blitt forkastet. Teorien nå er at verden er rund. Ved spørsmål om han da kan tenke seg hva en teori er svarer han; *At teorier er noe folk tror eller trodde.* Martins svar på spørsmål om hva en hypotese er har en vag relevans for at den naturvitenskapelige kunnskapen vi har er av forskjellige former. Han klarer å forklare hva en hypotese er, men differensierer ikke mellom en hypotese og teori. ... *at man skriver hva man tror skal skje, og hvorfor, og hvordan, også skal man gjøre det også kan man sjekke om det man har gjort er riktig, også skal man sjekke hva som er riktig og ikke.. også skal man skrive hva som skjedde.* Her viser Martin at han har god kunnskap knyttet til begrepet hypotese. Det kan også se ut som om han har en begynnende forståelse knyttet til at hypoteser krever en bakenforliggende teori og at hypotesen må testes. Dette viser likevel ikke annet enn en vag og upresis relevans for at den naturvitenskapelige kunnskapen vi har er av forskjellige former.

### **Naturvitenskapelig kunnskap er mer eller mindre sikker**

Når Martin får spørsmål knyttet til at den naturvitenskapelige kunnskapen er mer eller mindre sikker har svarene hans ved flere tilfeller en svært vag eller ingen relevans for perspektivet. Ved spørsmål om hvor sikkert et resultat fra et eksperiment er svarer han; *Hvis noen har prøvd det før... er ikke helt sikker.* På spørsmål om vi kunne være sikre på at de resultatene vi fikk etter gjennomført eksperiment alltid ville være de samme, svarer han: *Ikke helt sikre,*

*men ganske sikre.* Dette viser en vag og upresis relevans. Intervjuer følger opp med et spørsmål om når kan vi være helt sikre på det. *Når man finner ut det- nøyaktig det som skjer, hvordan det skal gjøres og i hvilken rekkefølge og hvor mye av det og det.* Martin viser her en vag og upresis forståelse for at vi ikke uten grunnlag kan hevde at noe er sikkert. Martin viser en vag og upresis forståelse knyttet til at forsøk og eksperimenter har en usikkerhet ved seg. At både elever og ”ordentlige ” forskere kan gjøre feil når de gjennomfører eksperimenter. Dette samsvarer med at han svarer på et spørsmål om hva som kunne skjedd dersom man ikke får det samme resultatet selv om man følger samme fremgangsmåte: *Ja, eller for eksempel at noen hadde oppi vann så natron.. også skjedde det nesten ingenting.* Martin viser en begynnende forståelse for at den naturvitenskapelige kunnskapen vi har er mer eller mindre sikker når han får spørsmål om det som står i bøkene er det samme som det som er i virkeligheten: *Ikke helt og Fordi at nesten alt som er funnet ut om ting, sånne viktige ting, det har jo skjedd for ganske lenge siden.. også kan det hende at vi ser det på en annen måte.*

## 4.2 Resultater Kim

Generelt ser vi at Kim har relativt liten spredning i sin forståelse og at han generelt har en lav epistemologisk forståelse for naturvitenskapens egenart. Han blir klassifisert til ”No Knowledge” og ”Knowledge Unproblematic Epistemology” på de tre første perspektivene, og har ett svar innenfor perspektiv fire som viser en begynnende forståelse for at den naturvitenskapelige kunnskapen vi har er mer eller mindre sikker. Av totalt 26 sitater eller svar fra intervjuet, er 14 karakterisert som ”No Knowledge”, 11 er karakterisert som ”Knowledge Unproblematic Epistemology” og ett på ”Intermediate ”. Kim har gitt færrest svar på spørsmål om at naturvitenskapelig kunnskap er konstruert.

Kims svar knyttet til at naturvitenskapelig kunnskap er konstruert har blitt klassifisert innenfor ”No Knowledge” og ”Knowledge Unproblematic Epistemology”. Svarene viser altså ingen begynnende forståelse for at naturvitenskapelig kunnskap er konstruert og at hele forskningsprosessen er styrt av de underliggende og eksisterende teoriene som finnes innenfor feltet.

Når Kim svarer på spørsmål knyttet til at naturvitenskapelige metoder kan arte seg svært forskjellig viser han ingen begynnende forståelse for at forskningsmetoden må være relevant for det som skal undersøkes, og dermed må de naturvitenskapelige metodene variere. Svarene

han gir har blitt klassifisert innenfor "No Knowledge" og "Knowledge Unproblematic Epistemology".

Kims svar knyttet til at naturvitenskapelig kunnskap er av forskjellige former har blitt klassifisert innenfor "No Knowledge" og "Knowledge Unproblematic Epistemology". Svarene viser altså ingen begynnende forståelse for at det er kvalitative forskjeller mellom lover, teorier og hypoteser. De øvrige svarene er likt fordelt på de epistemologiske nivåene.

Når Kim svarer på spørsmål knyttet til at den naturvitenskapelige kunnskapen vi har er mer eller mindre sikker viser han ved ett eksempel at han har en begynnende forståelse for dette perspektivet. De øvrige svarene har ingen eller en veldig vag relevans for dette.

#### **4.2.1 Sitater fra klasserommet**

Når kim svarer på spørsmål i klasserommet har ett av svarene han kommer med en vag relevans for at de naturvitenskapelige metodene kan arte seg svært forskjellig. Dette viser han når han får spørsmål om hvorfor man lager hypotese; *først skal du skrive hva du har med det, og så skal du skrive det du tror kommer til å skje, og så skal du skrive hvorfor og så etter hvert skal du skrive hva som skjedde.* Dette svaret har også en vag relevans for at naturvitenskapelig kunnskap er av forskjellige former. Han gir en forklaring på hva en hypotese er, og at hypotesen skal begrunnes.

#### **4.2.2 Sitater fra Intervjuet**

##### **Naturvitenskapelig kunnskap er konstruert**

Noen av Kims svar har ingen eller en svært vag relevans for at den naturvitenskapelige kunnskapen er konstruert. Han viser at han ikke har noen formening for forskningsprosessene, og hvordan kunnskap blir til. Når han får spørsmål om det som står i boken er akkurat det samme som det som er i virkeligheten; *Nei. Det er ikke det.. hvis det er i nærheten av deg kan det jo for eksempel være; jaa.. andre ting sånn som den der[peker på manet i boken].. den kan jo være i havet langt unna oss.* Dette svaret viser at Kim ikke har noen forståelse for at den naturvitenskapelige kunnskapen vi har er konstruert, og at det som blir beskrevet i bøker er et forsøk på å forklare fenomener. Videre har noen av svarene til Kim en upresis eller vag relevans for at den naturvitenskapelige kunnskapen er konstruert. Dette vises blant annet når han svarer på spørsmål i en praktisk sammenheng "Hvorfor laget du en hypotese?" *:Kanskje for å sjekke om det jeg tror er riktig. Og så eeeh.. hvis det ikke er riktig da så skriver jeg det*

*som skjer og sånn. Så kan jeg sammenligne det etterpå og så sjekke om det jeg kunne var riktig. Da får jeg jo vite om det var riktig eller ikke. Og hvis det ikke var riktig så får jeg jo den kunnskapen da.*

### **Naturvitenskapelige metoder kan arte seg svært forskjellig**

Kims svar på spørsmål knyttet til at naturvitenskapelige metoder kan arte seg svært forskjellig har til tider ingen, eller en svært vag relevans for dette perspektivet. Ved spørsmål om hva et eksperiment er svarer Kim; *Å gjøre noe du ikke vet og sjekke om det er riktig hypotese og om det går an å få en reaksjon med det og sånt.* I tillegg gir Kim et svar på spørsmål om det finnes andre måter å forske på enn med eksperiment som tyder på at han, i en praktisk sammenheng, ikke klarer å gi eksempler på andre forskningsmetoder enn eksperiment; *mmm.. jeg er ikke helt sikker.* Videre kommer Kim med noen refleksjoner innenfor dette perspektivet som viser at han i noen sammenhenger har svar som må kategoriseres til å ha vag eller upresis relevans for at det naturvitenskapelige metoder kan arte seg svært forskjellig. *..kanskje man forsker på lab er noe annet enn å forske i klasserommet da.* Når intervjuer nevner at han tidligere i intervjusituasjonen sa at forskere forsket på naturen, og om han kan komme med noen eksempler på hva han mente, svarer han ; *Mjaa. Kan for eksempel ta prøver av den. Det er noe annet enn å ta bilder av den og sjekke om den og den arten er det og sånn.*

### **Naturvitenskapelig kunnskap er av forskjellige former**

Kims svar har ingen eller en svært vag relevans for at naturvitenskapelig kunnskap er av forskjellige former. Når han får spørsmål om hvorfor man lager forskningsspørsmål svarer han; *Kanskje for å sjekke om det går an, eller. Om det gjelder hypoteser da.* Bruken av begrepet hypotese i dette svaret har ingen relevans for at den naturvitenskapelig kunnskap er av forskjellige former. I denne sammenhengen viser han ingen forståelse for hva en hypotese er. Videre viser svarene hans vag eller upresis relevans for at naturvitenskapelig kunnskap er av forskjellige former når han får spørsmål om hva som kjennetegner et eksperiment; *Å gjøre noe du ikke vet og sjekke om det er riktig hypotese og om det går an å få en reaksjon med det og sånt.* Kim viser i en annen sammenheng at han har en klar oppfatning av hva en hypotese er, men han har ingen kunnskap om hva en teori er for noe.

### **Den naturvitenskapelige kunnskapen er mer eller mindre sikker**

Kims svar på enkelte av spørsmålene knyttet til at den naturvitenskapelige kunnskapen vi har er mer eller mindre sikker, har ingen eller en svært vag relevans. Et eksempel på dette er når han blir spurt om hva et eksperiment er. *..å gjøre noe du ikke vet og sjekke om det er riktig*

*hypotese og om det går an å få en reaksjon med det og sånt.* Dette svaret har en svært vag relevans for at kunnskap er mer eller mindre sikker. Han bruker ordene ”riktig hypotese”. I flere sammenhenger gjennom intervjuet bruker han ordene riktig, rett og feil. Dette kan vise til at han har en oppfattelse av at naturvitenskapelig kunnskap er sikker. Videre viser noen av Kims svar en vag eller upresis relevans for at den naturvitenskapelige kunnskapen vi har er mer eller mindre sikker. Ved spørsmål på hvorfor vi ikke kan være sikre på at det samme vil skje hver gang man gjennomfører et eksperiment svarer han; *Kanskje.. vi blander noe gæli eller noe sånt.* Han har altså en oppfatning om at resultatene fra et eksperiment ikke er 100% sikkert, men begrunner dette med feilkilder knyttet til gjennomføringen av eksperimentene. Kim begrunner også sine tanker om at et resultat fra eksperimenter ikke er sikkert før det har blitt gjort flere ganger helt likt. Han har altså en veldig forenklet forestilling av hva som skal til for å kunne hevde at noe er ”rett”. Kim viser en begynnende forståelse for at naturvitenskapelig kunnskap er mer eller mindre sikker når han får spørsmål om hvorfor han lager en hypotese: *mmm.. kanskje for å sjekke om det er riktig. Og så eeh, hvis det ikke er riktig da så skriver jeg ned hva som skjer og sånt. Så kan jeg sammenligne det etterpå også sjekke om det jeg kunne var riktig, da får jeg jo vite om det det var riktig eller ikke.. og hvis det ikke var riktig så får jeg jo den kunnskapen da.* Han viser i denne sammenhengen refleksjoner om at den naturvitenskapelige kunnskapen blir til gjennom gjentagende forsøk/utforskninger og at det må flere forsøk til for å kunne hevde at noe er rett. Han legger også vekt på at resultatene fra utforskningen må sammenlignes med andre forsøk som er gjennomført for å se om de har kommet frem til det samme.

### 4.3 Resultater Malin.

Generelt ser vi at Malin har en viss spredning i sin forståelse av naturvitenskapens egenart, men at den forståelsen hun har likevel ligger på et lavt epistemologisk nivå. Spesielt gjelder dette innenfor perspektiv 1 og perspektiv 4. Når Malin svarer på spørsmål knyttet til perspektiv 2 og 3 viser hun derimot ved to tilfeller at hun har en begynnende epistemologisk forståelse for dette. Av totalt 26 sitater eller svar fra intervjuet, er 7 karakterisert som ”No Knowledge”, 17 som er karakterisert som ”Knowledge Unproblematic Epistemology” og to svar er karakterisert som ”Intermediate”.

Malins svar knyttet til at naturvitenskapelig kunnskap er konstruert har blitt klassifisert innenfor ”No Knowledge” og ”Knowledge Unproblematic Epistemology”. Svarene viser

altså ingen begynnende forståelse for at naturvitenskapelig kunnskap er konstruert og at hele forskningsprosessen er styrt av de underliggende og eksisterende teoriene som finnes innenfor feltet.

Malins svar på spørsmål knyttet til at naturvitenskapelige metoder kan arte seg svært forskjellig viser ved ett tilfelle en begynnende forståelse. De øvrige svarene viser ingen eller en vag forståelse.

Når Malin svarer på spørsmål knyttet til at naturvitenskapelig kunnskap er av forskjellige former viser hun ved ett tilfelle en begynnende forståelse. De øvrige svarene eller sitatene har blitt klassifisert innenfor "No Knowledge" og "Knowledge Unproblematic Epistemology".

Malins svar på spørsmål knyttet til at den naturvitenskapelige kunnskapen vi har er mer eller mindre sikker har blitt klassifisert innenfor "No Knowledge" og "Knowledge Unproblematic Epistemology". Hun viser altså ingen begynnende forståelse for at naturvitenskapelig kunnskap er mer eller mindre sikker.

#### **4.3.1 Sitater fra klasserommet**

Malins svar på spørsmål om eksperimenter har en vag relevans for både at naturvitenskapelige metoder kan arte seg svært forskjellig og for at naturvitenskapelig kunnskap er av forskjellige typer ; *lage en hypotese, hva vi tror kommer til å skje*. Ved spørsmål om hvorfor forskere lager en rapport og hva den må inneholde har hennes svar en vag relevans for at den naturvitenskapelige kunnskapen er konstruert; *vi må også ha med resultatet. Hva som skjedde*.

#### **4.3.2 Sitater fra Intervjuet**

##### **Naturvitenskapelig kunnskap er konstruert**

Malins svar har i ett tilfelle en svært vag eller ingen relevans for at naturvitenskapelig kunnskap er konstruert. Ved spørsmål om hva naturvitenskap er svarer hun: *mmm.. at det er noen som driver og forsker på naturen og ordner med det*. I denne sammenhengen viser hun ingen refleksjoner knyttet til at den naturvitenskapelige kunnskapen vi har blir til over tid. Videre har de fleste av svarene til Malin knyttet til at naturvitenskapelig kunnskap er konstruert en vag/upresis relevans. Ved spørsmål om det som står i bøkene er akkurat det

samme som det er i den virkelige verden svarer hun; *Nei, for det kan skje flere ting i naturen enn det som står i bøkene.* Det kan virke som om hun har en viss forståelse for at det som står i bøkene er en måte å forklare ulike fenomener. Malins svar på spørsmål om hvorfor de laget et forskningsspørsmål og hvorfor forskere lager forskningsspørsmål har en upresis relevans for at naturvitenskapelig kunnskap er konstruert; *Fordi vi skal finne ut mer eller... og kanskje for å få vite mer om det vi skal drive med og det vi har lært og sånt?*

### **Naturvitenskapelige metoder kan arte seg svært forskjellig**

Enkelte av Malins svar på spørsmål knyttet til at de naturvitenskapelige metodene kan arte seg svært forskjellig har ingen eller en svært vag relevans. Når hun får spørsmål om det finnes andre metoder å forske på enn med et eksperiment svarer hun ; *Nei.. ikke som jeg kommer på.* Det samme gjelder når hun får spørsmål om hva som kjennetegner et eksperiment; *...for eksempel.. kjemiekksperiment da.. da har du kjemikalier og sånt.* Videre har noen av Malins svar en vag eller upresis relevans for at de naturvitenskapelige metodene kan arte seg svært forskjellig når hun blir spurt om hvordan hun selv kan finne svar når hun lurer på ting innenfor naturfaget. *Ja. Vi har en del trær og blomster som vi skulle finne navnet på.. også gikk jeg ut for å se om vi hadde de blomstene.. for å se om de vokste hjemme hos meg også.* Malins svar på om det finnes ulike måter å forske på naturen viser en begynnende forståelse for at naturvitenskapelige metoder kan arte seg svært forskjellig; *Ja, for eksempel kan du være ute i naturen og forske og man kan gjøre det på.. hente inn ting og forske på det der.* I denne sammenhengen viser Malin at hun har en begynnende forståelse for at det finnes ulike metoder, og at forskere både kan gjennomføre feltarbeid og arbeid inne på laboratorier.

### **Naturvitenskapelig kunnskap er av forskjellige typer**

Malins svar på hvorfor forskere lager hypoteser har en svært vag relevans for at naturvitenskapelig kunnskap er av forskjellige typer. *For å.. ha noe å gå ut i fra.* Dette svaret gir ingen klare indikasjoner på om hun har en forståelse for hva en hypotese er, eller hvorfor de er en del av forskningsprosessene. Videre har Malins svar en vag eller upresis relevans for at naturvitenskapelig kunnskap er av forskjellige typer. Eksempelvis svarer hun, i en annen sammenheng, på spørsmål om hva en hypotese er for noe at; *Det er noe du tror kommer til å skje. Eller, det du skal teste.* Ved spørsmål om hvorfor hun selv lager en hypotese svarer hun; *Det var for å tenke hva som kan skje.. kanskje for å vite hva som kan skje?* Dette svaret kan være en indikasjon på at hun har en svak/veldig usikker forståelse for at hypoteser er en kvalifisert gjetning, der tidligere kunnskap spiller inn på hvordan hypotesen blir utformet. Videre viser Malin en tydelig begynnende forståelse for at naturvitenskapelig



kunnskap er av forskjellige former når hun får spørsmål om hva som er forskjellen på en teori og en hypotese; *Teorier er kanskje.. noe som er litt mer sikkert. Eller, noe vi vet litt mer om enn en hypotese*

### **Den naturvitenskapelige kunnskapen er mer eller mindre sikker**

Ett av Malins svar har en svært vag relevans for at den naturvitenskapelige kunnskapen vi har er mer eller mindre sikker. Når hun får spørsmål om hvorfor gjennomføringen av eksperimenter blir planlagt så nøye svarer hun; *Fordi det kan skje noe, som det kan.. det kan plutselig skje noe som ikke skal skje da.* Dette utsagnet viser en grunnleggende tanke om at det kan oppstå ”feil” og skje ting som er uventet, selv ved gjennomføring av eksperimenter som har blitt gjort flere ganger tidligere. Dette indikerer at hun har en oppfatning av at ting skal være ”riktig”. Videre har Malins svar på spørsmål knyttet til dette perspektivet en vag eller upresis relevans. Dette kan sees blant annet når hun svarer på hva hun har undersøkt hjemme; *Ja. Vi har en del trær og blomster som vi skulle finne navnet på.. og så gikk jeg ut for å se om vi hadde de blomstene.. for å se om de vokste hjemme hos meg..* Dette svaret kan vise at Malin har en oppfatning om at det å lære noe er det samme som å få vite fakta. Hun viser altså ikke noen forståelse for at den kunnskapen vi har er usikker og foranderlig, og at det trengs mer enn én utforskning for å kunne si om noe er riktig, eller feil. Malins svar på spørsmål om hvor sikre vi kan være på resultatene vi får fra gjennomføringen av eksperimenter gir har en upresis relevans for perspektiv 4. *Nei, ikke helt sikker.. tror jeg og Fordi det kan være forskjellige måter å gjøre det på. en annen grunn kan være at du tar oppi noe mer enn andre, da blir det noe annet.* Malin viser med dette at hun har en forestilling om at vi ikke kan hevde noe sikkert ut fra et eksperiment. Hun har også en forestilling om at dersom ikke eksperimentet blir gjort på en riktig måte, vil det føre til feil, men hun har ingen oppfatning om at selv om eksperimenter blir gjennomført på en vitenskapelig korrekt måte, kan vi ikke hevde at det er absolutt rett.

## **4.4 Resultater Pia**

Generelt ser vi at Pia har liten spredning i sin forståelse av naturvitenskapens egenart, og at den forståelsen hun har ligger på et lavt epistemologisk nivå. Spesielt innenfor de tre første perspektivene. Når Pia svarer på spørsmål knyttet til perspektiv 4 viser hun derimot ved ett tilfelle at hun har en begynnende epistemologisk forståelse for dette. Av totalt 26 sitater eller

svar fra intervjuet, er 16 karakterisert som "No Knowledge", 8 som er karakterisert som "Knowledge Unproblematic Epistemology" og ett svar er karakterisert som "intermediate".

Pias svar knyttet til at naturvitenskapelig kunnskap er konstruert har blitt klassifisert innenfor "No Knowledge" og "Knowledge Unproblematic Epistemology". Svarene viser altså ingen begynnende forståelse for at naturvitenskapelig kunnskap er konstruert og at hele forskningsprosessen er styrt av de underliggende og eksisterende teoriene som finnes innenfor feltet.

Pias svar knyttet til at naturvitenskapelige metoder kan arte seg svært forskjellig har blitt klassifisert innenfor "No Knowledge" og "Knowledge Unproblematic Epistemology". Svarene viser altså ingen begynnende forståelse for at det finnes ulike naturvitenskapelige metoder og at forskningsmetoden må være relevant for det som skal undersøkes, og dermed må de naturvitenskapelige metodene variere. Svarene hun gir har en overvekt av ingen eller en svært vag relevans.

Pias svar knyttet til at naturvitenskapelig kunnskap er av forskjellige former har blitt klassifisert innenfor "No Knowledge" og "Knowledge Unproblematic Epistemology". Hun viser altså ingen begynnende forståelse for at det er kvalitative forskjeller mellom lover, teorier, hypoteser og modeller. Svarene hun gir har en overvekt av ingen eller en svært vag relevans.

Pias svar knyttet til at naturvitenskapelig kunnskap er mer eller mindre sikker viser ved ett tilfelle en begynnende forståelse. De øvrige svarene har ingen eller en vag relevans.

#### **4.4.1 Sitater fra klasserommet**

Når Pia svarer på spørsmål knyttet til at naturvitenskapelige metoder kan arte seg svært forskjellig, har hennes svar en vag/upresis relevans. En annen elev i klassen svarer at forskere jobber på laboratorier. Pia tar initiativ ved å rekke opp hånden og kommenterer at; *jeg tror ikke de bare jobber på laboratorier.*

## 4.4.2 Sitater fra Intervjuet

### Den naturvitenskapelige kunnskapen er konstruert

Enkelte av Pias svar har ingen eller en svært vag relevans for at den naturvitenskapelige kunnskapen er konstruert. Dette vises blant annet når hun svarer på spørsmål om det som står i bøkene er akkurat det samme som i virkeligheten. Hun besvarer først spørsmålet med å riste på hodet. Når hun blir spurt om hvorfor hun mener dette svarer hun. *Alt som skjer i.. er litt mer rotete rundt oss.* Dette svaret tyder på at hun ikke har noen forståelse knyttet til at den naturvitenskapelige kunnskapen er konstruert, og heller ikke at det som er beskrevet bare er et forsøk på å forklare ulike fenomener. Videre har svarene til Pia en vag eller upresis relevans for at naturvitenskapelig kunnskap er konstruert når hun svarer på spørsmål om hvorfor hun lager hypoteser; *For å sammenligne svarene mine med andre og sånn. Se om det er riktig.* Ved at Pia kommer med dette utsagnet kan man trekke en slutning om at hun ser at kunnskap blir til gjennom en prosess, der resultater sammenlignes med andre resultater.

### De naturvitenskapelige metodene kan arte seg svært forskjellig

De fleste av Pias svar har ingen eller en svært vag relevans for at de naturvitenskapelige metodene kan arte seg svært forskjellig. Dette vises blant annet når hun får spørsmål om hva som kjennetegner et eksperiment; *Det er at man prøver ut forskjellige stoffer og sånt.. mmm.. sånne kolber og sånt, og stoffer og natron.* Malins svar på om det finnes ulike måter å forske på har også en svært vag relevans for dette perspektivet; *Det vet jeg ikke* hun svarer også *Ja, man kan jo drive og.. hvis det er et gammel tre, kan man ta en bit av det og forske på det.* I en mer praktisk sammenheng når hun blir spurt om det finnes andre måter å forske på enn å gjennomføre et eksperiment har Pia sine svar en vag relevans for at naturvitenskapelige metoder kan arte seg svært forskjellig; *Lese om det, ooog prøve å finne det.. hvis det for eksempel er en plante da.. så kan man drive og forske på den i mikroskop kanskje.* Dette sitatet tyder på at hun har en viss forståelse for at en metode for forskning er feltarbeid [prøve å finne det], og at det går an å undersøke ting ved å bruke et mikroskop.

### Naturvitenskapelig kunnskap er av forskjellige former

De fleste svarene Pia gir har en svær vag eller relevans for at naturvitenskapelig kunnskap er av forskjellige former. Dette vises blant annet når hun får spørsmål om hvorfor forskere lager hypoteser; *For å se om de har rett.. eller.. at de.. jeg er litt usikker.. at de sjekker etterpå for å se om de har rett ja.* Svaret hun gir når hun får spørsmål om hvorfor hun selv lager hypoteser har også en svært vag relevans for at naturvitenskapelig kunnskap er av forskjellige former;

*For å sammenligne svaret mitt med andre og sånt.. se om det er riktig.* Hun viser generelt gjennom intervjuet at hun ikke har noen forståelse knyttet til at det finnes forskjellige former av kunnskap innenfor naturvitenskapen. Dette viser Pia når hun sier at hun forklarer hvorfor hun lager hypoteser og avslutter med ”for å se om det er riktig.” Ved ett tilfelle har Pia sitt svar på hva som er forskjellen på teorier og hypoteser, en upresis relevans for at det naturvitenskapelig kunnskap er av forskjellige typer; *Hypotese er at du tror det..? også.. hva het det andre igjen? ”teorier” teorier vel.. det er å tenke over hva som kommer til å skje. Men da er jeg ikke helt sikker på hva hypoteser er. Teorier er hva som skjedde, nei.. aner ikke.*

### **Den naturvitenskapelige kunnskapen er mer eller mindre sikker**

Noen av Pias svar har ingen eller en svært vag relevans for at den naturvitenskapelige kunnskapen vi har er mer eller mindre sikker. Dette er blant annet når hun får spørsmål om hvorfor hun selv lager hypoteser. *For å sammenligne svarene mine med de andre og sånt. Se om det er riktig.* Pia gir med dette svaret ingen indikasjoner på at hun reflekterer over at kunnskapen kan ha en grad av usikkerhet ved seg. Videre har svaret hennes en svært vag relevans for perspektiv 4 når hun får spørsmål om hvorfor det er viktig med forskningsspørsmål; *For å lære, hvis man sier feil så lærer man svaret til neste gang.* Noen av Pias svar når har en vag eller upresis relevans for at den naturvitenskapelige kunnskapen vi har er mer eller mindre sikker. Dette er blant annet når hun får spørsmål om de kunne være sikre på at alle gruppene kom til å få det samme resultatet når de gjennomfører et eksperiment i klasserommet: *[nei].. for det kan hende at noen tar oppi litt for mye, og da blir det litt annerledes. Det kan jo hende at de har hatt litt dårlig tid kanskje, også tar de litt for mye.* Pia viser her at hun har en vag forståelse for at vi ikke uten grunnlag kan hevde at noe er sikkert. Hun ser at eksperimenter og utforskninger har en viss usikkerhet ved seg, men hun begrunner denne usikkerheten i feilkilder. Videre viser Pia at hun har en begynnende forståelse for at naturvitenskapelig kunnskap er mer eller mindre sikker når hun får spørsmålet: Når forskere gjennomfører eksperimenter, får de et sikkert resultat; *Nei, eller.. de må prøve det flere ganger for å sjekke om det er riktig.* Når Pia svarer dette viser hun at hun har en begynnende forståelse for hva som må til for å kunne hevde noe innenfor naturvitenskapen.

## **4.5 Resultater John**

Generelt kan vi se at John har spredning i sin epistemologiske oppfatning av naturvitenskapens egenart. Svarene John gir på spørsmål knyttet til de fire perspektivene viser

at han i bestemte sammenhenger har en begynnende forståelse innenfor hvert av dem. De resterende svarene han avgir er på et lavere epistemologisk nivå. Av totalt 27 sitater eller svar fra intervjuet, er 10 karakterisert som ”No knowledge”, 10 er karakterisert som ”Knowledge unproblematic epistemology” og 7 er karakterisert som ”Intermediate”.

To av svarene til John viser en begynnende forståelse for at den naturvitenskapelige kunnskapen er konstruert. De andre svarene viser ingen eller vag og upresis relevans.

Johns svar på spørsmål knyttet til at naturvitenskapelige metoder kan arte seg svært forskjellig, vises ved to eksempler at han har en begynnende forståelse. De øvrige svarene viser ingen eller vag og upresis relevans

Når John svarer på spørsmål knyttet til at naturvitenskapelig kunnskap er av forskjellige former viser han ved ett eksempel en begynnende forståelse. De øvrige svarene har blitt klassifisert innenfor ”No Knowledge” og ” Knowledge Unproblematic Epistemology”.

Johns svar på spørsmål knyttet til at den naturvitenskapelige kunnskapen vi har er mer eller mindre sikker viser ved to eksempler at han har en begynnende forståelse for dette perspektivet. De øvrige svarene har ingen eller en veldig vag relevans for dette.

#### **4.5.1 Sitater fra klasserommet**

John er en veldig aktiv elev i klasseromssituasjonen og kommer med flere svar gjennom undervisningsøkten. Ett av svarene hans har en vag relevans for at naturvitenskapelige metoder kan arte seg svært forskjellig. Dette svaret kommer han med når læreren har spurt om hva forskere jobber med og hvordan de jobber; *nei, de er ute i naturen og forsker også*. I en elev-lærer samtale om hvorfor stoffene i VGG-reaksjonen blir gule viser svarene til John ingen eller en svært vag relevans for at naturvitenskapelig kunnskapen er av forskjellige former; *jeg har kanskje en teori.. ehmm om hvorfor det blir varmt-det er sikkert feil men..* Videre har ett av svarene hans en vag relevans for det samme perspektivet; *vi lager jo en hypotese for å fortelle hva vi tror kommer til å skje*.

## 4.5.2 Sitater fra Intervjuet

### Den naturvitenskapelige kunnskapen er konstruert

Noen av Johns svar har ingen eller en svært vag relevans for at den naturvitenskapelige kunnskapen er konstruert. Dette vises blant annet når han får spørsmål om hvorfor han selv lager forskningsspørsmål, og hvorfor dette er viktig ; *Det er jeg ikke helt sikker på. Det spørsmålet [Blir stoffene i VGG-reaksjonen gule hvis du ikke tar med fenolrødtløsning ] var vel for at vi skulle gruble litt og få tenke på spørsmålet det er jo et veldig forskningsspørsmål. Blir dét det samme uten det?* Videre har svarene til John en vag eller upresis relevans for at den naturvitenskapelige kunnskapen er konstruert når han blant annet svarer på spørsmålet om hvorfor forskere lager forskningsspørsmål ; *Eller så kommer vi ikke frem.. tenker jeg da.. uten forskningsspørsmål kommer ikke menneskeheten frem eller forskningen frem eller sånt da.* John viser en begynnende forståelse for at den naturvitenskapelige kunnskapen er konstruert når han får spørsmål om det som står beskrevet i boken er akkurat det samme som i virkeligheten; *mmm. det spørs.. det kan være det og det kan ikke være det.. det kan jo hende at de tenker på en annen måte, men det er kanskje litt feil i forhold til den måten du tenker.. eller så kan det være at de har lært noe vi ikke har lært eller de har lært det på en annen måte da.* Han viser også en begynnende forståelse for at den naturvitenskapelige kunnskapen er konstruert i det innledende spørsmålet i intervjuet ” kan du fortelle meg hva naturvitenskap er?” *For det første naturen. Hva som allerede har vært i naturen og som forskere har funnet ut hva er. Også kan det jo være en blanding av naturen og hvordan utviklingen er. Hva som er ekte og hva som ikke er ekte.. hvordan ting virker.. det er jo det det er.* Her legger jeg inn en implisitt tolking av at han med utvikling mener utvikling innenfor forskningen.

### Naturvitenskapelige metoder kan arte seg svært forskjellig

Johns svar har ingen eller en svært vag relevans for at naturvitenskapelige metoder kan arte seg svært forskjellig når han får spørsmål om hva som kjennetegner eksperimenter; *Det er for eksempel.. du kan bygge opp eksperimenter, du kan jo lage eksperimenter eller så kan du bare tenke noe.. det kan jo være et eksperiment i seg selv.* Svaret John gir når han får spørsmål om hva botanikere jobber har en svært vag relevans for at de naturvitenskapelige metodene kan arte seg svært forskjellig; *De forsker på de.. lærer om det da.. jeg vet ikke jeg* Johns svar har, i en annen sammenheng, en vag eller upresis relevans for at naturvitenskapelige metoder kan arte seg svært forskjellig når han får spørsmål om hvorfor de laget forskningsspørsmål ; *Det spørsmålet [Blir stoffene i VGG-reaksjonen gule hvis du ikke tar med fenolrødtløsning ] var*

*vel for at vi skulle gruble litt og få tenke på spørsmålet det er jo et veldig forskningsspørsmål. Blir dét det samme uten det?. John viser en begynnende forståelse for at de naturvitenskapelige metodene kan arte seg svært forskjellig når han svarer på spørsmål om det er forskjellige måter man kan forske på; Det er vel det.. du har jo botanikere, de jobber med blomster.. også har du noen som jobber på dyr. Og det er jo begge natur, men de jobber med forskjellige ting*

### **Naturvitenskapelig kunnskap er av forskjellige former**

Noen av Johns svar knyttet til at naturvitenskapelig kunnskap er av forskjellige former har ingen eller en svært vag relevans. Dette vises blant annet når han svarer på hvorfor han selv lager hypoteser; *Sånn.. det er vel flere grunner.. det er vel kanskje for å se hvor langt jeg har kommet i naturvitenskap da.. eller, så kan det være at jeg lærer mer av å gjøre feil enn å gjøre noe riktig.. kan det være noe sånt.* Videre har svarene til John en upresis eller vag relevans for at den naturvitenskapelige kunnskapen er av forskjellige former når han får spørsmål som hva som er forskjellen på teorier og hypoteser; *En teori er noe du tror men det er ikke helt sikkert at du sjekker det, men en hypotese er at du sjekker det etterpå.* John viser en begynnende forståelse for at den naturvitenskapelige kunnskapen er av forskjellige former når han får spørsmål om hvorfor forskere lager hypoteser; *Det er vel for å se om de kan det.. jeg vet ikke jeg.. sikkert for å se om de kan det og vise hva de tror kommer til å skje før de gjør det, for å vise at de har en anelse av hva det går ut på eller tror hva de holder på med da.* Her viser John at han legger vekt på at forskere har teorier ("har en anelse av hva det går ut på") som de bygger sine hypoteser på.

### **Den naturvitenskapelige kunnskapen er mer eller mindre sikker**

Noen av Johns svar på spørsmål knyttet til at den naturvitenskapelige kunnskapen vi har er mer eller mindre sikker har ingen eller en svært vag relevans. Dette vises blant annet når han får spørsmål om det kan kalles vitenskap å finne svar på internett; *Det kan jo det.. jeg sjekker jo ut om det er riktig eller ikke..* Videre har noen av svarene en vag eller upresis relevans for at den naturvitenskapelige kunnskapen vi har er mer eller mindre sikker. Et eksempel på dette er når han får spørsmål om det som står i boka er akkurat det samme som det er i virkeligheten; *mmm.. det spørs.. det kan være det , og det kan ikke være det.. det kan jo hende at de tenkte på en måte, men det er kanskje feil i forhold til den måten du tenker.. eller så kan det være at de har lært noe som ikke vi har lært eller de har lært det på en annen måte.* John er også inne på det at feil i gjennomføringen av utforskninger kan føre til at resultatene ikke blir riktige. John viser, i en annen sammenheng, en begynnende forståelse for at den

naturvitenskapelige kunnskapen vi har er mer eller mindre sikker når han får spørsmål om man får noe sikkert resultat når vi gjennomfører eksperimenter; *NEI. For det kan være.. det kan jo gå galt, og det kan gå bedre en forventet, og da har det jo egentlig gått galt på en eller annen måte, så du vet aldri... det er ikke alltid det er riktig*



## 5. Diskusjon

I dette kapittelet vil jeg drøfte resultatene fra datainnsamlingen opp mot forskningsspørsmålene i oppgaven og teorien som er presentert i kapittel 2.

I kapittel 5.1 vil jeg drøfte forskningsspørsmål 1; Hvilke deler av naturvitenskapens egenart har elevene en epistemologisk oppfattelse av?. For å få en oversiktlig gjennomgang av dette forskningsspørsmålet har jeg delt inn kapittel 5.1 i de fire kategoriene fra Sandoval (2005). Resultatene innenfor hvert perspektiv vil bli drøftet opp mot tidligere forskning og teori. I noen tilfeller vil enkeltutsagn bli vektlagt da dette bidrar til å belyse det aktuelle perspektivet. Til slutt i delkapittel 5.1 vil det være en oppsummering av diskusjonen rundt forskningsspørsmål 1.

I kapittel 5.2 kommer forskningsspørsmål 2; Er elevenes tanker om naturvitenskapens egenart konsise? Dette blir drøftet opp mot tidligere forskning og teori. For å ha en oversiktlig diskusjon vil det det være flere underkapitler, slik at leseren lett kan følge med. Til slutt i kapittel 5.2 vil det være en oppsummering av diskusjonen om forskningsspørsmål 2.

I Kapittel 5.3 blir resultatene fra dette studiet og tidligere forskning drøftet med tanke på hvilke følger dette bør få for undervisningen i faget. Det blir diskutert mulige grep som kan gjøres i undervisningen for at elevenes epistemologiske oppfattelse av naturvitenskapens egenart utvikles. Det blir også diskutert hva som kan gjøres i undervisningen med tanke på elevenes fragmenterte kunnskaper.

I kapittel 5.4 blir resultatene fra dette studiet og tidligere forskning vurdert for å peke på behovet for videre forskning innenfor dette emnet.

## 5.1 Elevers forståelse av naturvitenskapens egenart

I dette kapitlet blir Forskningsspørsmål 1 knyttet opp mot resultater i dette studiet og tidligere forskning. Forskningsspørsmålet er: Hvilke deler av naturvitenskapens egenart har elevene en epistemologisk oppfattelse av?

### 5.1.1 Naturvitenskapelig kunnskap er konstruert

Sandoval (2005) påpeker at det å arbeide med å utarbeide hypoteser for deretter å gjennomføre eksperimenter eller undersøke dem vil kunne få elever til å reflektere over at naturvitenskapelig kunnskap konstrueres av de som gjennomfører undersøkelsene. Det utforskende undervisningsopplegget informantene var med på før intervjuet var lagt opp på denne måten. Det kan se ut som at ingen av informantene har reflektert over dette. Innenfor den epistemologiske kategorien naturvitenskapelig kunnskap er konstruert viser de fem informantene en generelt lav oppfattelse av dette. Det er bare Martin og John som svarer på spørsmålene slik at det kan oppfattes at de har en begynnende forståelse for at den naturvitenskapelige kunnskapen er konstruert. Dette viser John når han svarer *...hva som allerede har vært i naturen og hva forskere har funnet ut hva er. Og så kan det jo være en blanding av naturen og hvordan utviklingen er.* De resterende sitatene og den samlede vurderingen av informantene viser en epistemologisk oppfattelse som ligger på et "Knowlegde Unproblematic Epistemology" nivå og et "No Knowledge" nivå innenfor dette perspektivet. Dette er i tråd med forskningen til Driver et al. (1996) og Carey og Smith (1993) som blant annet fant at elever har en oppfattelse av at kunnskap kommer rett fra eksperimentelle resultater. I tillegg fant de også at elever ikke anerkjenner dette perspektivet på grunnskolen.

### 5.1.2 Naturvitenskapelige metoder kan arte seg svært forskjellig

Sandoval (2005) beskriver dette perspektivet og legger vekt på at det epistemologisk sett vil være et mål å hjelpe elever å utvikle et sett med regler for å kunne evaluere forholdet mellom observasjoner og metoder, og hvilken kunnskap man kan få ut av dem. Generelt virker det som informantene ikke har en oppfattelse av denne delen av forholdet mellom observasjon og metoder og at de naturvitenskapelige metodene kan arte seg svært forskjellig. Videre kan vi se at tre av fem elever gir svar som viser en begynnende forståelse for dette perspektivet. John,

som er den informanten med flest sitater innenfor ”Intermediate” viser ved to tilfeller at han har en begynnende forståelse for dette perspektivet. Han viser dette når han svarer *...du har jo botanikere, de jobber med blomster.. også har du noen som jobber på dyr.* Resultatene fra mitt studie er i tråd med det andre studier har funnet ut. Blant annet Leach, Miller, Ryder og Séré (2000) og Lederman et al. (2002) fant at elever i alle aldre som oftest ikke har en forståelse for naturvitenskapens forskjellige metoder, og heller ikke for forholdet mellom metoder og teorier. Resultatene fra dette studiet stemmer også med det Kuhn (1993) konkluderer med i sin forskning at de fleste barn og unge voksne ikke klarer å skille mellom teorier og beviser. Sandoval og Morrison (2003) påpeker som nevnt at problemet kan være at elevene ikke har en klar oppfatning av hva eksperimenter er, og derfor har de vanskeligheter med å snakke om hvordan man kan teste eller lage ideer. Dette stemmer overens med de svarene informantene har gitt på spørsmål knyttet til at de naturvitenskapelige metodene kan arte seg svært forskjellig. De informantene som viser en begynnende forståelse for dette perspektivet, viser også at de har en viss forståelse knyttet til begrepet eksperiment.

### **5.1.3 Den naturvitenskapelige kunnskapen er av forskjellige former**

Informantene viser innenfor dette perspektivet en generelt lav epistemologisk oppfatning av at den naturvitenskapelige kunnskapen er av forskjellige former. Sandoval (2005) poengterer i sin artikkel at undervisning knyttet til dette perspektivet ikke legger vekt på hva det betyr å ha en teori om noe. Det er heller ikke lagt mye vekt på hvordan en teori er forskjellig fra lover eller modeller. I undervisningssituasjonen beskrevet i kapittel 3.1 kan vi se at dette er tilfellet. Et eksempel som viser dette tydelig er når John svarer på spørsmål knyttet til eksperimentet som skal gjennomføres; *jeg har kanskje en teori...ehhm om hvorfor det blir varmt- det er sikkert feil men.....* Denne situasjonen er typisk for det Haug (2014) poengterer som et ”learnable moment” som ikke blir utnyttet av underviseren. Det kan også diskuteres om dette må sees på i et lingvistisk perspektiv, hvor valget av ord ikke har noe med hans forståelse for naturvitenskapens forskjellige former å gjøre. To av de fem informantene gir svar på spørsmål knyttet til dette perspektivet som kan klassifiseres innenfor et ”intermediate” nivå. Malin differensierer mellom teorier og hypoteser på en måte som viser at hun har en forståelse for dette. Det hun svarer er i tråd med det den tidligere forskningen på dette emnet viser, at elever ser en lineær progresjon fra hypoteser til lover (Lederman et al, 2002; McComas, 1996). Hun definerer også hypoteser som ”Det er noe du tror kommer til å skje...”, Dette sett i

sammenheng med hennes differensiering av teorier og hypoteser er i tråd med den forskningen som blant annet viser at de fleste elever og studenter har en oppfattelse av at hypoteser er gjetninger og teorier er hypoteser som har blitt vist er rette (Carey et al., 1989; Smith et al., 2000; Sandoval & Morrison, 2003).

#### **5.1.4 Den naturvitenskapelige kunnskapen er mer eller mindre sikker**

Informantene viser generelt en lav epistemologisk oppfatning av at den naturvitenskapelige kunnskapen er mer eller mindre sikker. Selv om det er fire av informantene som har sitater innenfor et "intermediate" nivå, er det ingen av dem som er inne på den tentative delen av den naturvitenskapelige kunnskapen. Sandoval (2005) peker på dette i sin artikkel og skriver at elever kan ha vanskeligheter med å ta inn over seg at kunnskapen er i utvikling og ikke konstant og endelig. Pia viser til at hun har en begynnende forståelse for hva som må til for at man kan hevde at noe er rett innenfor naturvitenskapen. Carey og Smith (1993) fant som nevnt tidligere at yngre elever ofte kan tro at kunnskap og eksperimentelle resultater er det samme. Dette er i tråd med det informantene til dette studiet viser gjennom intervjuet. I tillegg fant Carey og Smith (1993) at elever på et høyere trinn ofte omtaler ideer som rette eller gale, dette er også tilfelle i mitt datasett. Elevene omtaler sine resultater som rett eller galt. Videre kan man også konkludere med at elevene er på et stadium der de ser på den kunnskapen som er tilegnet, som sikker. De venter at det skal være et riktig og sikkert svar etter at forsøk er gjort. Perry (1970) fant i sin longitudinelle studie at elever på universitetet begynte sin skolegang ved å se på kunnskap som sikker (som mine informanter) og gikk til å erkjenne at kunnskap har en iboende usikkerhet. På bakgrunn av Perry (1970) sin forskning og hans resultater som viser at elevene ikke erkjenner at kunnskap har en iboende usikkerhet før universitetet kan det være et spørsmål om det i det hele tatt er ventet at elever på barneskolen skal ha en epistemologisk oppfatning om at den kunnskapen vi har er mer eller mindre sikker.

#### **5.1.5 Elevenes oppfattelse av naturvitenskapens egenart samlet sett**

Ett av Øyehaug og Holt (2014) sine hovedfunn er at ingen av elevene ble klassifisert til å ha forståelse på et "Knowledge Problematic Epistemology" nivå, vurdert etter de fire perspektivene til Sandoval. Resultatene fra deres studier er i tråd med de resultatene dette studiet har. Smith et al (2000) fant i sitt studie en lærer som systematisk stilte spørsmål til

elevene i de utforskende arbeidsøktene og som fikk dem til å reflektere over egen kunnskapsbygging. Hans elever uttrykte en langt mer sofistisert epistemologi enn det som er vanlig for aldersgruppen. Respondentene i denne oppgaven viser ikke en slik sofistisert oppfattelse av naturvitenskapens egenart. Ett av hovedfunnene til Smith et al. (2000) var at det måtte arbeides grundig og over tid med å bygge opp denne ferdigheten hos elevene. Elevenes epistemologiske forståelse for naturvitenskapen kommer ikke av seg selv.

Tabell 3 viser at ingen av svarene informantene gir i intervjusituasjonen blir klassifisert på det høyeste nivået, vurdert etter oppsettet til Smith et al. (2000). Videre viser også resultatene at det bare er 10,6% av sitatene som er analysert som blir klassifisert på et "Intermediate" nivå- dette tilsier at det bare er 14 sitater som viser en begynnende forståelse for de ulike kategoriene innenfor naturvitenskapen. Innenfor perspektiv 2: naturvitenskapelige metoder kan arte seg svært forskjellig er det 4 av 37 sitater som viser en begynnende forståelse. De resterende svarene er klassifisert på de to laveste nivåene. På de tre andre perspektivene er informantenes svar også klassifisert på et generelt lavt nivå. Dette er i samsvar med Øyehaug og Holt (2014) sine funn som viser at det ser ut som om informantene har vanskeligheter med å reflektere over hensikten med de naturvitenskapelige prosessene. Dette er også i samsvar med det Kjærnsli og Jensen (2016) konkluderer med etter gjennomføringen av PISA 2015. Elevene presterer bedre på oppgaver som måler kompetanse i å forklare fenomener enn på oppgaver som måler kompetanse i å vurdere og planlegge naturvitenskapelige undersøkelser. De presiserer også at elevene presterer bedre på oppgaver knyttet til naturfag som produkt enn på oppgaver knyttet til naturfag som prosess (Kjærnsli & Jensen, 2016). Akerson, Abd-el-Khalick og Lederman (2000) fant i sin forskning at barneskolelærere ikke har en tilfredsstillende forståelse for de naturvitenskapelige tenkemåtene. Dette kan være en av grunnene til at elevene i dette studiet ikke gir svar som ligger på et "Knowledge Problematic Epistemology" nivå. Videre kan en av grunnene til at elevene ikke uttrykker en sofistisert epistemologisk oppfattelse av naturvitenskapens egenart være at læreren ikke benytter seg av det som Haug (2014) beskriver som learnable moments.

## 5.2 Er elevenes tanker om naturvitenskapens egenart konsise?

Det andre forskningsspørsmålet i dette studiet er formulert slik: Er elevenes tanker om naturvitenskapen konsise?. diSessa (1993) beskriver som nevnt i kapittel 2.5, p-prims. Dette beskrives som elevenes intuitive responser som kan forklares som underliggende kunnskapselementer som er generelle og anvendbare i ulike kontekster. Det kommer frem gjennom intervjuene med informantene at flere av deres svar kan kategoriseres innenfor denne tankegangen om elevenes læring og kunnskap. Innenfor perspektivet ”conceptual restrukturering” kan man også se at elevenes kunnskap, erfaringer, mentale modeller (Carey, 1999) og p-prims er på forskjellige stadier (diSessa, 1993; 2006; Linn, Eylon & Davis, 2004). Disse forskjellige kunnskapselementene vil dermed bli uttrykt ved forskjellige sammenhenger, og kan dermed bli oppfattet som fragmentariske. Tabell 3 viser at elevenes svar på de ulike spørsmålene i intervjusituasjonen viser en forskjellig grad av forståelse knyttet til naturvitenskapens egenart. Elevenes forståelse kan altså oppfattes som fragmentert. Øyehaug og Holt (2013) fant i sitt studie som nevnt at elevenes sin kunnskap om stoffer og kjemiske endringer var fragmenterte. Dette er helt i tråd med det resultatene fra dette studiet viser. Videre i dette kapittelet vil jeg gjøre rede for hvordan de ulike informantene viser sine kunnskaper i naturfag. Et generelt trekk er at deres kunnskap kan klassifiseres som fragmentert, som vist ved eksempler fra resultatene presentert i kapittel 4.

Martin viser at hans tanker knyttet til at den naturvitenskapelige kunnskapen er av forskjellige former er fragmentert når han får spørsmål om hypoteser. I en generell sammenheng, hvor han svarer på spørsmål om hvorfor forskere lager hypoteser kommer han med en god forklaring på hva et hypotese er. Han viser at han, i denne sammenhengen, har en forståelse for at en hypotese er en kvalifisert gjetning, og at den dannes på bakgrunn av den kunnskapen man allerede har om et emne: I motsetning til dette klarer han ikke gi en forklaring på hvorfor han selv lager hypoteser før han skal gjennomføre et eksperiment. En grunn til at hans kunnskaper blir uttrykt på denne måten kan være at han som Driver og Erickson (1983) forklarer; Han har ikke tilegnet seg kunnskap om den vitenskapelige forklaringen. Martin viser også at hans tanker knyttet til at den naturvitenskapelige kunnskapen er mer eller mindre sikker, er fragmenterte. Dette viser han blant annet når han ved forskjellige sammenhenger får spørsmål om resultatene fra eksperimenter kan sees på som sikre eller ikke. I motsetning til hans uttrykte svar knyttet til hypoteser viser han her en dypere forståelse for dette perspektivet

i en kontekst knyttet til det de selv gjorde i klasserommet kontra det ordentlige forskere gjør. Dette kan forståes innenfor det Southerland et al. (2001) beskriver som fragmenterte kunnskaper. Martins svar på spørsmål knyttet til ulike deler av naturvitenskapens egenart er stadig skiftende.

Ved noen tilfeller kan Kims svar knyttet til at de naturvitenskapelige metodene kan arte seg svært forskjellig oppfattes som fragmenterte. Dette kan vi se når han får spørsmål om det finnes andre metoder å forske på enn med et eksperiment *mmm.. jeg er ikke helt sikker..* i denne sammenhengen klarer ikke Kim å gi eksempler på andre naturvitenskapelige metoder. Videre svarer han i en annen sammenheng at forskere både kan forske i klasserommet og på laboratorier. Her er han inne på at det finnes forskjellige naturvitenskapelige metoder. Han viser enda mer forståelse knyttet til dette perspektivet når han svarer; *mjaa, kan for eksempel ta prøver av den. Det er noe annet enn å ta bilder av den og sjekke om den og den arten er der og sånn.* Kims svar på spørsmål om dette kan oppfattes som at han har noen underliggende kunnskapselementer (diSessa, 1993). I tillegg kan Thaagards (1992) forklaring om elevenes antagelser være en av grunnene til hans fragmenterte uttalelser; Kims antagelser om hva forskere gjør for å undersøke noe endrer seg når situasjonen endres.

Malin viser ved noen tilfeller gjennom intervjusituasjonen at hennes kunnskaper knyttet til naturvitenskapens egenart er noe fragmenterte. Dette viser hun blant annet når hun får spørsmål som er rettet mot at de naturvitenskapelige metodene kan arte seg svært forskjellig. Hun viser en begynnende forståelse for dette perspektivet i begynnelsen av intervjuet når hun får spørsmål om det finnes ulike måter å forske på naturen på: *ja, for eksempel kan du være ute i naturen og forske og man kan gjøre det på.. hente inn ting og forske på det der.* Som beskrevet i kap. 4.3.2 har dette sitatet blitt tolket til at hun har en forståelse for at forskere både kan gjennomføre feltarbeid og arbeid inne på laboratorier. Videre svarer Malin senere i intervjusituasjonen på et spørsmål om det finnes flere metoder å forske på enn med et eksperiment; *nei.. ikke som jeg kommer på.* I denne sammenhengen viser hun ingen forståelse for at de naturvitenskapelige metodene kan arte seg svært forskjellig. Dette er også et eksempel på det Thaagard (1992) poengterer i sin bok; antagelser er situasjonsspesifikke.

Som vist i tabell 3 viser Pia bare en begynnende forståelse for naturvitenskapens egenart innenfor perspektivet som omhandler at den naturvitenskapelige kunnskapen vi har er mer eller mindre sikker. Pia viser en begynnende forståelse for dette perspektivet når hun får spørsmål om resultatet forskere får når de gjennomfører eksperimenter er sikre? *Nei, eller.. de*

*må prøve det flere ganger for å sjekke om det er riktig.* Videre kan vi se at hun i en annen sammenheng der hun får spørsmål om hvorfor hun selv lager hypoteser har en svært vag oppfattelse av dette perspektivet. Dette er i tråd med det diSessa (1993) beskriver som P-prims og som Thaagard (1992) som skriver om at antagelser er situasjonsspesifikke. Det virker som om hun bruker sine intuitive responser når hun svarer på disse spørsmålene. Pia viser i disse sammenhengene at hennes intuitive responser er anvendbare i ulike kontekster, og at de på bakgrunn av dette kommer til uttrykk som fragmenterte kunnskapselementer. Pia viser også at hennes kunnskap er fragmentert når det kommer til begrepet hypoteser. Når hun bli spurt om hvorfor forskere lager hypoteser svarer hun; *for å se om de har rett.. eller.. at de.. jeg er litt usikker.. at de sjekker etterpå for å se om de har rett..* Hun viser i en annen sammenheng at hun har en større forståelse for begrepet hypoteser. Dette er når hun får spørsmål om hva som er forskjellen på hypoteser og teorier. Pia viser altså ved flere tilfeller at hennes kunnskaper om naturvitenskapens egenart er fragmenterte. Det kan virke som om Pia ikke har tilegnet seg den vitenskapelige forklaringen på en hypotese og at hun dermed, i tråd med Driver og Erickson (1983), ikke uttrykker seg stabilt om dette.

Gjennom hele intervjuet viser John en varierende forståelse for de fire perspektivene innenfor naturvitenskapens egenart. Ved flere tilfeller viser han at hans kunnskaper er fragmenterte. Dette er blant annet innenfor perspektiv 1: den naturvitenskapelige kunnskapen er konstruert hvor han får spørsmål om hvorfor han selv lager forskningsspørsmål. Han viser en dypere forståelse for dette perspektivet når han får spørsmål om hvorfor forskere lager forskningsspørsmål; *eller så kommer vi ikke frem.. tenker jeg da.. uten forskningsspørsmål kommer ikke menneskeheten frem eller forskningen frem eller sånt da.* John viser her at hans kunnskaper om at den naturvitenskapelige kunnskapen er konstruert ligger på ulike stadier (diSessa, 1993;2006; Linn, Eylon, Davis, 2004). John viser, i likhet med Pia, at hans kunnskaper knyttet til begrepet hypotese er fragmentert. Hans svar når han får spørsmål om hvorfor han selv lager hypoteser har en svært vag relevans for at den naturvitenskapelige kunnskapen er av forskjellige former; *...det er vel kanskje for å sjekke hvor langt jeg har kommet i naturvitenskap da.. eller, så kan det være jeg lærer med av å gjøre feil enn å gjøre noe riktig.* Når han derimot svarer på spørsmål om hvorfor forskere lager hypoteser svarer han: *Det er vel for å se om de kan det.. jeg vet ikke jeg.. kanskje for å se om de kan det og vise hva de tror kommer til å skje før de gjør det, for å vise at de har en anelse av hva de holder på med da....* John viser altså ved flere tilfeller at hans kunnskaper knyttet til naturvitenskapens egenart er fragmenterte. Johns svar gjennom hele intervjuet viser at hans



kunnskap knyttet til naturvitenskapens egenart er fragmentert. En av grunnene til dette kan være at han ikke har fått den vitenskapelig korrekte forklaringen på begreper (Driver & Erickson, 1983). En annen forklaring på at Johns svar på spørsmål knyttet til begrepet hypotese er så varierende kan være p-prims (diSessa, 1993), eller at hans forestillinger er på ulike utviklingsstadier (diSessa, 1993; 2006; Linn, Eylon & Davis, 2004). Hans intuitive oppfatninger om hva en hypotese er kommer til uttrykk på forskjellige måter i ulike sammenhenger.

Southerland et al. (2001) sin konklusjon om at en tilfredsstillende forklaring på elevenes stadig skiftende forklaringer er at deres kunnskaper er fragmenterte er gjeldende for mitt studie også. Det er tydelig at elevenes tanker knyttet til de ulike perspektivene innenfor naturvitenskapen ikke er konsekvente. Generelt viser undersøkelsen at elevenes kunnskaper i naturfag er fragmenterte. Som vist er de fleste utsagnene på lavt epistemologisk nivå. Dette henger på en måte sammen, ettersom forståelsen av naturvitenskapens egenart krever høyere epistemologisk nivå for å se sammenhengene. En av grunnene til at elevene viser en forskjellig forståelse kan være at situasjonen de var i under datainnsamlingen, ikke er noe de er vant til. Som nevnt i metodekapittelet vil også en medvirkende grunn til elevenes svar kunne være min reaksjon på de svarene de gir, og hvordan jeg stiller spørsmålene og oppfølgingsspørsmålene. Driver og Erickson (1983) poengterer i sitt arbeid at elevenes kunnskaper kan fremstå fragmenterte når de ikke har tilegnet seg den vitenskapelig korrekte forklaringen på de forskjellige begrepene. Det kan virke som om dette er en av grunnene til at flere av elevenes svar er klassifisert som fragmenterte. Resultatene fra dette studiet støtter det litteraturen sier om fragmentert kunnskap (diSessa, 1993; Carey, 1999; Linn, Eylon & Davis, 2004) på bakgrunn av at elevenes tanker om naturvitenskapens egenart blir uttrykt på en slik måte at de ikke kan oppfattes som sammenhengende kunnskap. I en pedagogisk og epistemologisk sammenheng vil det være viktig å legge vekt på at eleven må utvikle sin helhetlige kunnskap på bakgrunn av det han allerede har noe kunnskap om.

### 5.3 Implikasjoner for undervisning

I formålet for læreplan i naturfag (Utdanningsdirektoratet, 2013a) står det at elevene gjennom variert undervisning skal få innsikt i naturvitenskap, både som prosess og som produkt. Som Khishfe & Abd-El-Khalick (2002) konkluderer med i sitt arbeid, kan lærere hjelpe elever med å utvikle en forståelse av naturvitenskapens egenart gjennom utforskende arbeidsmåter.

Elevene i dette studiet har tidligere arbeidet med forskjellige utforskende arbeidsmetoder, som å lage musefellebil, kjøkkenkjemi, og opplegg fra forskerføtter og leserøtter. I tillegg har de også arbeidet mye med hypotesedanning og forsøk. Resultatene fra denne studien bekrefter det som Bell og Linn (2000) poengterer; utvikling av den epistemologiske forståelsen til elevene er ikke noe som skjer automatisk. Dermed må den utforskende undervisningen legges til rette for at elevene skal kunne utvikle sin epistemologi og få anledning til å reflektere over dette. Basert på resultatene fra dette studiet, bør utforskende arbeidsmåter og undervisning i naturfag generelt legges vekt på at elevene opplever det samme fenomenet i forskjellige sammenhenger. Dette gjelder også de fire epistemologiske perspektivene til Sandoval (2005). Ved gjentatte møter med de fire perspektivene, og forskjellige innfallsvinkler til dem kan elevene etterhvert utvikle en mer sofistikert epistemologisk forståelse for naturvitenskapens egenart (Smith et al. 2000).

Det vil også være viktig å poengtere at elevenes møte med naturvitenskapen skal være så autentisk som mulig. Chinn & Malhotra (2002) fant i sitt komparative studie at elevene ikke møter problemstillinger/ utforskende arbeidsoppgaver som er sammenlignbare med de oppgavene ordentlige forskere arbeidet ut fra. De poengterer videre at elevene derfor ikke vil få et eierskap til det de skal studere. Å jobbe sammen med elevene og la dem lage egne problemstillinger vil derfor kunne hjelpe elevene til å få en mer helhetlig innsikt i naturvitenskapen. Smith et al., (2000) fant i sin forskning at en lærer som i flere år gjennomførte undervisning på en utforskende måte og som systematisk fikk elevene til å reflektere over egen kunnskapsbygging, førte til at elevenes epistemologiske oppfattelse av naturvitenskapens egenart ble klassifisert innenfor et ”Knowledge Problematic Epistemology”. Dette tilsier at en tilnærming til undervisningen som legger vekt på at elevene skal reflektere over egen kunnskapsbygging kan være hensiktsmessig for elevenes utvikling av sin oppfattelse av naturvitenskapens egenart. Sandoval (2005) skiller som nevnt mellom praktisk og formell epistemologi. Å arbeide med å utvikle begge disse aspektene ved elevenes oppfattelse av naturvitenskapens egenart vil kunne være læringsfremmende for elevene. En måte å gjøre dette på kan være å stille spørsmål knyttet til den formelle delen av naturvitenskapen når elevene gjennomfører et praktisk arbeid. Et annet poeng vil være å stille elevene spørsmål som får de til å reflektere over både sin praktiske epistemologi, men også over den formelle epistemologien etter at elevene har vært delaktige i en utforskende undervisningsøkt.

## 5.4 Implikasjoner for videre forskning

Denne masteroppgaven og funnene fra dette studiet kan bidra til videre forskning innenfor emnet. Med bakgrunn i en utfyllende beskrivelse av utvalget, undervisningsopplegget og analysen av datamaterialet kan resultatene og funnene fra dette studiet fungere som hypoteser for andre som vil forske videre innenfor dette. Det er som beskrevet i de foregående kapitlene flere forskningsprosjekter i Norge som fokuserer på utforskende arbeidsmåter (Knain, 2013; Ødegaard, Haug, Mork & Sørvik, 2016; Øyehaug, 2014; Øyehaug & Holt, 2013; 2014). Denne masteroppgaven vil være et bidrag til denne forskningen. Oppgaven bidrar i hovedsak med resultater knyttet til elevers tanker om naturvitenskapens egenart og om bruk av utforskende arbeidsmåter. Resultatene tilsier at elevenes tanker om naturvitenskapens egenart ikke er konsekvente og fremstår som fragmenterte.

I løpet av dette studiet har det dukket opp flere problemstillinger som kan undersøkes nærmere. Dette er blant annet om utforskende arbeidsmåter virker inn på elevenes refleksjoner over naturvitenskapens egenart. En måte å undersøke dette på kan være å gjennomføre et kvalitativt casestudie med en kontrollgruppe. Et annet spørsmål som vil være sentralt i denne sammenhengen er å undersøke hvordan de utforskende undervisningsøktene bør legges opp for at elevene skal få mulighet til å reflektere over naturvitenskapens egenart. Det er allerede flere studier innenfor dette (for eksempel forskerføtter og leserøtter, og *Seeds of Science/ Roots of reading*). Flere studier som undersøker dette kan gi et bredere spekter, og flere verktøy for de lærere som vil arbeide på en utforskende måte. Både kvalitative og kvantitative undersøkelser kan gjennomføres for å få et mer utfyllende svar på dette spørsmålet.

En annen problemstilling som dukket opp i arbeidet med dette studiet er i hvilken grad lærerne er fortrolige med den naturvitenskapelige tankegangen og hvordan de formidler dette til elevene gjennom en utforskende vinkling til undervisningen i naturfag. Akerson, Abd-el-Khalick og Lederman (2000) fant som nevnt i sin forskning at barneskolelærere ikke har en tilfredsstillende forståelse for de naturvitenskapelige tenkemåtene. Et studie som undersøker læreres forståelse for naturvitenskapens egenart vil være hensiktsmessig. I de senere årene har det vært et stort fokus fra regjeringen om et realfagsløft blant lærere i skolen. Mange lærere har tatt videreutdanning innenfor realfagene gjennom kompetanseløftet. Et studie som ser på effekten av slike studier og hvordan fornyet/ ny kompetanse hos lærere påvirker elevenes

læringsutbytte i naturvitenskap kan være interessant. Det kan også være av interesse å undersøke om fornyet kunnskap i realfagene påvirker lærerens presentasjon av faget og grunnlaget for at elevenes epistemologi utvikles i tråd med fagets egenart.

## 6. Oppsummering

Læreplan i naturfag (Utdanningsdirektoratet, 2013a) beskriver indirekte i kompetansemålene og direkte i formålet for faget at elevene gjennom sitt møte med naturfag skal lære om naturvitenskapens egenart. Jeg har i dette studiet undersøkt hvilke tanker en gruppe på fem elever i 6.trinn ved en skole på Østlandet har om dette.

Problemstillingen for studiet har vært: Hvilke tanker uttrykker elever om naturvitenskapens egenart i en utforskende kontekst? Dette studiet har gjennom observasjon og intervju søkt innsikt i fem valgte elevers tanker om dette emnet.. Alle de fem elevene uttrykker tanker om de fire epistemologiske perspektivene til Sandoval (2005). Resultatene viser at elevenes uttrykte tanker ligger på et lavt epistemologisk nivå etter klassifiseringskriteriene for denne oppgaven.

Jeg stilte to forskningsspørsmål i starten av dette arbeidet. Forskningsspørsmålene var: Hvilke deler av naturvitenskapens egenart har elevene en epistemologisk oppfattelse av? Er elevenes tanker om naturvitenskapen konsise?

Hvilke deler av naturvitenskapens egenart har elevene en epistemologisk oppfattelse av? Alle de fem elevene viser refleksjoner innenfor de fire epistemologiske perspektivene til Sandoval (2005). De har på forskjellige måter og nivåer gitt uttrykk for sine tanker knyttet til dette. Videre er et viktig funn fra studiet at ingen av elevenes svar ble klassifisert på et ”Knowledge problematic epistemology” (Smith et al. 2000) nivå, de viser altså ikke høy forståelse for naturvitenskapens egenart innenfor noen av kategoriene. I undervisningen la læreren til rette for refleksjoner om naturvitenskapens egenart i den observerte undervisningsøkten som er brukt som grunnlag for elevenes svar. Analysen av svarene viser at dette tilsynelatende ikke gir noen stor effekt. Annen forskning viser at dette er et emne som må arbeides med systematisk og over tid (Smith et al., 2000; Sandoval, 2005).

Er elevenes tanker om naturvitenskapen konsise? Studiet viser at elevenes tanker om naturvitenskapens egenart er fragmenterte. Elevenes kunnskapselementer kan være intuitive forestillinger som p-prims (diSessa,1993), kunnskap, erfaringer, mentale modeller (Carey, 1999) eller forestillinger på ulike utviklingsstadier (diSessa,1993; 2006; Linn, Eylon & Davis, 2004). Det er eksempler i resultatene som viser at elevene uttrykker sine p-prims, erfaringer, mentale modeller, kunnskap og forestillinger på ulike utviklingsstadier.

I dette studiet er det lagt til et nytt nivå i klassifiseringen til Smith et al. (2000). Dette ble gjort for å kunne representere det laveste nivået på en mer riktig måte. Svarene på dette nivået representerer ingen eller svært svak relevans for det aktuelle perspektivet. Studiet viser at elevers oppfatninger av naturvitenskapens egenart generelt er på et lavt nivå. Enkelte svar er likevel på et høyere nivå. Dette viser at elevene har fragmenterte kunnskaper. Studiet samsvarer med annen forskning innenfor lignende problemstillinger (for eksempel Smith et al. 2000; Øyehaug, 2014; diSessa, Elby & Hammer, 2002 og Driver, Leach, Millar & Scott, 1996). Jeg håper denne oppgaven kan inspirere til videre forskning om elevers læring i naturfag. Jeg håper også at det kan inspirere til å undersøke nærmere sammenhengen mellom lærernes presentasjon av naturvitenskapens egenart og elevenes læringsutbytte og epistemologiske utvikling i et norsk skoleperspektiv.

## Litteraturliste

- Abd-El-Khalick, F. (2013). Teaching With and About Nature of Science, and Science Teacher Knowledge Domains. *Science & Education*, 22(9), 2087-2107.
- Abd-El-Khalick, F., Boujaoude, S., Duschl, R., Lederman, N., Mamlok-Naaman, R., & Hofstein, A. (2004). Inquiry in science education: international perspectives. *Science Education*, 88, 394- 419.
- Akerson, V. L., Abd-el-Khalick, F., & Lederman, N. G. (2000). Influence of a reflective explicit activity-based approach on elementary teacher's conceptions of attitudes. *Science Education*, 72(1), 73 - 82.
- Amsel, E., & Brock, S. (1996). The development of evidence evaluation skills. *Cognitive Development*, 11, 523-550.
- Barber, J., et al. (2007) An integrated Science and Literacy Unit. Seeds of Science, Roots of Reading. Nash; Delta edu
- Befring, E. (2015). *Forskningsmetoder i utdanningsvitenskap*. Oslo: Cappelen Damm akademisk.
- Bell, P., & Linn, M. C. (2000). Scientific arguments as learning artifacts: Designing for learning from the web with KIE. *International Journal of Science Education*, 22(8), 797 – 817.
- Bruner, J. S. (1961). The act of discovery. *Harvard Educational Review*, 31(1), 21 – 32.
- Carey, S. (1999). Sources of conceptual change. In K. Nelson & P. Mille (Eds.), *Conceptual development: Piaget`s legacy*. Mahwah NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Carey, S., Evans, R., Honda, M., Jay, E., & Unger, C. (1989). “An experiment is when you try it and see if it works”: A study of grade 7 students' understanding of the construction of scientific knowledge. *International Journal of Science Education*, 11, 514 – 529.
- Carey, S., & Smith, C. (1993). On understanding the nature of scientific knowledge. *Educational Psychologist*, 28(3), 235-251.

Cervetti, G., Pearson, P.D., Bravo, M.A., & Barber, J. (2006). *Reading and writing in the service of inquiry-based science. I R. Douglas, et.al. (Eds.), Linking science and literacy* (s. 221–244), Arlington, VA: NSTA Press.

Chi, M. T. H. (2005). Commonsense conceptions of emergent processes: Why some misconceptions are robust. *The Journal of the Learning Science*, 14(2), 161-169

Chinn, C. A., & Malhotra, B., A. (2002). Epistemologically authentic inquiry in schools: A theoretical framework for evaluating inquiry tasks. *Science Education*, 86, 175 – 218.

Christoffersen, L. & Johannessen, A. (2012). *Forskningsmetode for lærerutdanningene*. Oslo: Abstrakt forlag.

Dalland, O. (2012). *Metode og oppgaveskriving for studenter*. (5.utg.). Oslo: Gyldendal akademisk.

diSessa, A. A. (1993). Toward an epistemology of physics. *Cognition and Instruction*, 10(2-3), 105-225.

diSessa, A. A. (2006). A history of conceptual change research: Threads and fault lines. In K.Sawyer (Ed.), *Cambridge handbook of the learning sciences* (pp. 265-281). Cambridge, UK: Cambridge University Press.

diSessa, A. A., Elby, A., & Hammer, D. (2002). J's epistemological stance and strategies. In G. Sinatra & P. R. Pintrich (Eds.), *Intentional conceptual change*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Driver, R., Leach, J., Millar, R., & Scott, P. (1996). *Young People's Images of Science*. Buckingham: Open University Press.

Driver, R., & Erickson, G. (1983). Theories-in-Action. Some theoretical and empirical issues in the study of students' conceptual framework in science. *Studies in Science Education*, 10, 37-60.

Duschl, R. A., Schweingruber, H. A., & Shouse, A. W. (2007). *Taking Science to School: Learning and Teaching Science in Grades K-8*. Washington D.C.: The National Academies Press.

Duschl R. A. and Grandy R. E., (2007), *Teaching scientific inquiry: recommendations for research and implementation*, Rotterdam: Sense Publishers.



- Felton, M. (2004). The development of argumentive discourse skills. *Discourse Processes* 32, 135-153. Fischler, H., & Lichtfeldt, M. (1992). Modern physics and students conceptions. [Article]. *International Journal of Science Education*, 14(2), 181-190.
- Geertz, C. (1973). *The interpretation of Culture*. New York: Basic Books.
- Giere, R. N. (1991). Understanding and Evaluating Theoretical Hypothesis. In R. N. Giere (Ed.), *Understanding Scientific Reasoning*. Fort Worth: Hartcourth.
- Grønmo, S. (2016). *Samfunnsvitenskapelige metoder*. Bergen: Fagbokforlaget
- Guba, E. G. & Lincoln, Y.S. (1989) *Fourth generation evaluation*. Newbury park; Sage.
- Haug, B. S. (2014). Inquiry-Based Science: Turning Teachable Moments into Learnable Moments. *Journal of Science Teacher Education*, 25(1), ss. 79-96.
- Haug, B.S., & Ødegaard, M. (2014). From words to concepts. Teaching for conceptual understanding in a inquiry based science setting. *Research in Science Education*, 44(5), 777-800
- Hewson, P. W. (1982). A Case Study of Conceptual Change in Special Relativity: The Influence of Prior Knowledge in Learning. I *European Journal of Science Education*, 1.
- Holt, A. & Øyehaug A. B., (2010). Metode for analyse a læreplan i naturfag- anvendt på den norske læreplanen. *NorDina*, 6(2). 192-209
- Johannessen, A., Tufte, P. A. & Christoffersen, L. (2016). *Introduksjon til samfunnsvitenskapelig metode* (5.utg). Oslo: Abstrakt forlag.
- Khishfe, R., & Abd-El-Khalick, F. (2002). The influence of explicit reflective versus implicit inquiryoriented instruction on sixth graders' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(7), 551-578.
- Kjærnsli, K., & Jensen, F. (Red.). (2016) *Stø kurs- Norske elevers kompetanse i naturfag, matematikk og lesing i PISA 2015*. Universitetsforlaget
- Kjærnsli, M., & Roe, A. (2010). På rett spor. Norske elevers kompetanse i lesing, matematikk og naturfag. Oslo: Universitetet i Oslo.

- Knain, E., & Kolstø, S.D. (2011). Utforskende arbeidsmåter- en oversikt. I E. Knain & S.D. Kolstø (Red.), *Elever som forskere i naturfag* (s.13-55). Otta: universitetsforlaget
- Krajcik, J., Blumenfeld, P.C., Marx, R.W., Bass, K.M. & Fredricks, J. (1998) Inquiry in project-based science classrooms: initial attempts by middle school students. *Journal of the Learning Sciences*, 7(3&4), 313-350.
- Kuhn, T. S. (1962). *The Structure of Scientific Revolutions*. Chicago: University of Chicago Press
- Kuhn, D. (1993). Science as argument: Implications for teaching and learning scientific thinking. *Science Education*, 77(3), 319 – 337.
- Kuhn, D., Amsel, E., & O'Loughlin, M. (1988). *The development of scientific thinking skills*. San Diego, CA: Academic.
- Kvale, S. & Brinkmann, S. (2009). *Det kvalitative forskningsintervju* (2.utg.). Oslo: Gyldendal Norsk Forlag
- Kvarv, S. (2014) *vitenskapsteori – tradisjoner, posisjoner og diskusjoner*. (2.utg.). Oslo: Novus Forlag.
- Leach, J., Millar, R., Ryder, J., & Séré, M.-G. (2000). Epistemological understanding in science learning: The consistency of representations across contexts. *Learning and Instruction*, 10, 497 – 527.
- Lederman, N. G., Abd-el-Khalick, F., Bell, R. L., & Schwartz, R. S. (2002). Views of nature of science questionnaire: Towards valid and meaningful assessment of learner's conceptions of the nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(6), 497 - 521.
- Lemke, J. L. (1990). *Talking science: Language, learning and values*. Norwood, NJ: Ablex Publishing Corporation.
- Lie, S., Kjærnsli, M., Roe, A., & Turmo, A. (2001). Godt rustet for framtida? Norske 15-åringers kompetanse i lesing og realfag i et internasjonalt perspektiv. Oslo: Institutt for lærerutdanning og skoleutvikling, Universitetet i Oslo.
- Lincoln, Y. S., & Guba, E. G. (1985). *Naturalistic inquiry*. Beverly Hills, Calif.: Sage.

Linn, M. C., Eylon, B., & Davis, E. A. (2004). The Knowledge Integration Perspective on Learning Associates. In M. C. Linn, B. Eylon & E. A. Davis (Eds.), *Internet environments for science education*. Mahwah: NJ Lawrence Erlbaum.

Longino, H. E. (1990). *Science as social knowledge*. Princeton: Princeton University Press.

Longino, H. E. (2002). *The fate of knowledge*. Princeton: Princeton University Press.

McComas, W. F. (1996). Ten myths of science: Reexamining what we think we know about the nature of science. *School Science and Mathematics*, 96, 10 – 16.

McComas, W. F., & Olson, J. K. (1998). The nature of science in international science education standards documents. In W. F. McComas (Ed.), *The nature of science in science education: Rationales and strategies* (pp. 41 - 52). Dordrecht: Kluwer.

Minner, D. D., Levy, A. J. & Century, G. (2010). *Inquiry-based science instruction- What is it and does it matter? Results from a research synthesis year 1984-2002*. *Journal of Research in Science teaching*, 47(4), 474-496.

Mortimer, E. F., & Scott, P. H. (2003). *Meaning Making in Secondary Science Classrooms*. Maidenhead, Philadelphia: Open University Press.

Nedrum, P. (1998). *Mellom sannhet og velferd: Etiske dilemmaer i forskning belyst ved et eksempel*. Notat. Oslo: Høyskolen i Oslo.

NESH. (2010). *Forskningsetiske retningslinjer for samfunnsvitenskap, humaniora, juss og teologi*. 4.

Osborne, J., Collins, S., Ratcliffe, M., Millar, R., & Duschl, R. A. (2003). What “ideas-about-science” should be taught in school science? A Delphi study of the expert community. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(7), 692 – 720.

Özdemir G. and Clark D. B., (2007), An Overview of Conceptual Change Theories, *Sci. Technol. Educ.*, 3(4), 351–361.

Personopplysningsloven, LOV-2000-04-14-31. (2015). Hentet fra: <https://lovdata.no/>

Perry, W. (1970). *Forms of intellectual and ethical development in the college years*. New York: Holt, Rinehart & Winston.

- Peters, E., & Kitsantas, A. (2010). The effect of nature of science metacognitive prompts on science students' content and nature of science knowledge, metacognition, and self-regulatory efficacy. *School Science and Mathematics*, 110(8), 382-396.
- Posner, G., Strike, K., Hewson, P., & Gertzog, W. (1982). Accomodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*, 2.
- Ramian, K. (2007). *Casestudiet i praksis*. Århus: Academica.
- Rautaskoski, P., (2012). Observasjonsmetoder. I S. Brinkmann. & L. Tanggaard (Red.), *Kvalitative metoder- empiri og teoriutvikling* (s. 81-99). Oslo: Gyldendal akademisk
- Robson, C. (2002). *Real world research: A resource for social scientists and practitioner-researchers*. Oxford: Blackwell.
- Rubba, P., & Andersen, H. (1978). Development of an instrument to assess secondary students' understanding of the nature of scientific knowledge. *Science Education*, 62(4), 449 – 458.
- Ryen, A. (2012). *Det kvalitative intervjuet. Fra vitenskapsteori til feltarbeid*. Bergen: Fagbokforlaget
- Sandoval, W. A. (2005). Understanding students' practical epistemologies and their influence on learning through inquiry. *Science Education*, 89(634-656).
- Sandoval, W. A., & Morrison, K. (2003). High school students' ideas about theories and theory change after a biological inquiry unit. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(4), 369 – 392.
- Sjøberg, S. (2009). *Naturfag som allmenndannelse en kritisk fagdidaktikk*. Oslo: Gyldendal Norsk Forlag AS.
- Smith, C., Maclin, D., Houghton, C., & Hennessey, M. G. (2000). Sixth-grade students' epistemologies of science. The impact of school science experiences on epistemological development. *Cognition and Instruction*, 18(3), 349-422.
- Smith, C., & Wenk, L. (2006). Relations among three aspects of first-year college students' epistemologies of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(8), 747-785.

- Sodian, B., Zaitchik, D., & Carey, S. (1991). Young children's differentiation of hypothetical beliefs from evidence. *Child Development*, 62, 753 – 766.
- Solomon, J., Scott, L., & Duveen, J. (1996). Large-scale exploration of pupils' understanding of the nature of science. *Science Education*, 80(5), 493 – 508.
- Southerland, S. A., Abrams, E., Cummins, C. L., & Anzelmod, J. (2001). Understanding students' explanations of biological phenomena. Conceptual frameworks or p-prims. *Science Education*, 85, 311-327.
- Suppe, F. (1989). *The semantic conception of theories and scientific realism*. Chicago: University of Illinois Press.
- Thaagard, P. (1992). *Conceptual revolutions*. Princeton N.J.: Princeton University Press.
- Thaagaard, T. (2013). *Systematikk og innlevelse: En innføring i kvalitativ metode* (4. utg.). Bergen: Fagbokforlaget.
- Tranøy, K.E. (1992) Om forskningsetikk- noen generelle retningslinjer. *Forskning på mennesker: Lover, regler og retningslinjer*. Oslo: Den nasjonale forskningsetiske komité for medisin
- Tschirgi, J. E. (1980). Sensible reasoning: A hypothesis about hypotheses. *Child Development*, 51, 1–10.
- Utdanningsdirektoratet. (2013a). *Læreplan i naturfag*. Lokalisert på <http://www.udir.no/kl06/NAT1-03/>
- Utdanningsdirektoratet (2013b). *Generell del av læreplanen*. Lokalisert på <https://www.udir.no/laring-og-trivsel/lareplanverket/generell-del-av-lareplanen/>
- Utdanningsdirektoratet (2018). Høring: *Fagfornyelsen – siste innspillsrunde kjerneelementer*. Hentet fra: <https://hoering.udir.no/Hoering/v2/197>
- White, B.Y. & Frederiksen, J.R. (1998). Inquiry, modelling, and metacognition: making science accessible to all students. *Cognition and Instruction*, 16(1), 3-118

Ødegaard, M., Haug, B., Mork, S., & Sørvik, G. O. (2015). Budding Science and Literacy. A Classroom Video Study of the Challenges and Support in an Integrated Inquiry and Literacy Teaching Model. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*(167), ss. 274-278.

Ødegaard, M., Haug, B., Mork, S.M., Sørvik, G.O. (2014). Challenges and support when teaching science through an integrated inquiry and literacy approach. *International Journal of Science education*, 36(18), 2997-3020

Ødegaard, M., Haug, B., Mork, S., & Sørvik, G. O. (2016). *På forskerfötter i naturfag*. Oslo: Universitetsforlaget

Øyehaug, A. B. (2014) *Små forskere lærer naturfag. En longitudinell studie av 10-13 åringers naturfagkompetanse i en utforskende kontekst*. Institutt for lærerutdanning og skoleforskning, Det utdanningsvitenskapelige fakultet, Universitetet i Oslo

Øyehaug, A. B. & Holt, A. (2014). Elevers refleksjoner over naturvitenskapens egenart. *Acta Didactica Norge*, 8(1).

Øyehaug, A.B. & Holt, A. (2013). Students' understanding of nature of matter and chemical reactions - a longitudinal study of conceptual restructuring. *Chemistry Education Research and Practice*, 14, 450-467

# Vedlegg 1: Intervjuguide

## Formell epistemologi

1. Kan du fortelle meg hva naturvitenskap er?
2. Hva er egentlig et eksperiment?
3. Kan du beskrive hva som kjennetegner eksperimenter?
4. Får vi noe sikkert resultat når vi gjennomfører eksperimenter?
  - a. hvis ja: kan vi være sikre på at det samme vil skje HVER gang når vi bare har gjort eksperimentet 5 ganger?
  - b. Hvis nei: hvorfor kan vi ikke være sikre på resultatet?
5. Hvorfor lager forskere en hypotese?
6. Innenfor naturvitenskapen så snakker vi om teorier og hypoteser- vet du hva forskjellen er på de to?
7. Er det forskjellige måter man kan forske på?
8. Rundt oss er det luft, det er planter og det er masse andre ting. Dette kan du også lese om i bøker, er det det samme som det som det vi ser i naturen?
9. Hvorfor er det viktig med forskningsspørsmål?
10. Når du lurer på noe i hverdagen, hvordan finner du svar på dette?
  - a. Kan dette kalles forskning?
11. Hvordan kan andre mennesker finne ut hva forskere har undersøkt?

## Praktisk epistemologi

1. Dere gjorde nå et eksperiment med kalsiumklorid og natron. Hva tror du hadde skjedd om dere ikke hadde hatt kalsiumklorid?
2. I det eksperimentet skulle dere ha oppi 5ml med natron. Hva tror du hadde skjedd om dere hadde hatt oppi mer natron?
  - a. Hva hvis dere hadde tatt oppi mindre
3. Når dere har gjort eksperimenter i klasserommet har dere laget hypoteser. Hvorfor laget du en hypotese?

4. Alle gruppene hadde samme fremgangsmåte . Er det sann at dere var sikre på at alle gruppene kom til å få det samme resultatet på slutten av eksperimentet?
  - a. Hvis en ( eller flere) av gruppene ikke fikk det samme: hvorfor tror du de ikke fikk det samme resultatet?
  - b. Kan dette skje blant andre forskere også?
  
5. Dere undersøkte i forrige time en VGG reaksjon. Da gikk læreren gjennom fremgangsmåten nøye. Dere måtte gjøre akkurat det samme? Hvorfor planlegger man gjennomføringen av eksperimenter nøyaktig?
6. Dere har gjennomført en undersøkelse av VGG. Da brukte dere eksperiment som metode. Vet du om det er noen andre metoder man kan bruke for å forske?
7. Hvorfor var det viktig å lage forskningsspørsmål før dere gjennomførte eksperimentet?



## Vedlegg 2: Informasjonsskriv om observasjon

# Informasjon om deltakelse i forskningsprosjekt

### *”Masteroppgave i utforskende arbeidsmåter ”*

#### **Bakgrunn og formål**

Jeg er student ved Høgskolen i Hedmark og skriver en master i realfagenes didaktikk. I denne forbindelse trenger jeg å observere elever i en undervisningssituasjon. Problemstillingen for min masteroppgave er: Hvilke tanker uttrykker elever om naturvitenskapens egenart i en utforskende kontekst.

#### **Hva innebærer deltakelse i studien?**

Datainnsamlingen i forbindelse med oppgaven vil foregå som observasjon med videoopptak . Jeg vil i all hovedsak oppholde meg bak i klasserommet. Observasjoner jeg gjør vil kun brukes i mitt forskningsprosjekt.

#### **Hva skjer med informasjonen om deg?**

Alle personopplysninger vil bli behandlet konfidensielt. Kun min veileder og jeg vil ha tilgang til informasjonen og opptakene jeg finner. I oppgaven vil det kun opplyses om at observasjonene er hentet fra en innlandsskole på Østlandet, og det vil ikke være mulig for lesere av oppgaven å finne ut hvilken klasse jeg har observert, eller på hvilken skole.

Prosjektet skal etter planen avsluttes 15. mai 2018. Da vil alle observasjonsnotater og transkriberinger slettes/destrueres.

### **Frivillig deltakelse**

Det er frivillig å delta i studien, og du kan når som helst trekke ditt samtykke uten å oppgi noen grunn. Dersom du trekker deg, vil alle opplysninger om deg bli fjernet.

Med vennlig hilsen

Sigrun Skråmestø

41476105

Sigrun\_skr@hotmail.com

## Vedlegg 3: Samtykkeerklæring interju

Til

elev,

foreldre og foresatte



### **Forespørsel om å delta i intervju:** \_\_\_\_\_

Jeg er student ved Høgskolen i Hedmark og skriver en master i realfagenes didaktikk. I denne forbindelse trenger jeg å observere elever i en undervisningssituasjon. Problemstillingen for min masteroppgave er: Hvilke tanker uttrykker elever om naturvitenskapens egenart i en utforskende kontekst? I denne forbindelse trenger jeg i tillegg å intervju noen elever.

Intervjuene blir tatt opp på lydbånd eller video. Når opptakene transkriberes får elevene fiktive navn. De transkriberte dataene lagres elektronisk på PCene til forskerne i prosjektet og blir slettet når prosjektperioden er over i mai 2018. Det er bare forskerne i prosjektet som har tilgang på personidentifiserende data (navneliste som kobler fiktivt navn til informant). Intervjuet tar ca 30 minutter og gjøres innenfor skoletiden.

Vi vil gjøre oppmerksom på at deltakelse er frivillig og at et samtykke kan trekkes tilbake så lenge studien pågår uten at man må oppgi grunn. Forskerne er underlagt taushetsplikt og at data behandles konfidensielt. Prosjektet er meldt til Personvernombudet for forskning, Norsk samfunnsvitenskapelig datatjeneste AS.

Ved å signere og returnere arket "Samtykkeerklæring" til skolen innen 17.10.17, gir du tillatelse til at du som elev kan intervjues. Forelder/foresatt må også gi tillatelse til at ditt barn kan stille til intervju.

## Samtykkeerklæring

Jeg har mottatt informasjon om studien og ønsker å stille på intervju.

\_\_\_\_\_  
Dato

\_\_\_\_\_  
Elevens underskrift

Jeg har mottatt informasjon om studien og gir tillatelse til at \_\_\_\_\_  
kan intervjues.

\_\_\_\_\_  
Dato

\_\_\_\_\_  
Underskrift foresa

## Vedlegg 4: Vurdering fra NSD



Anne Bergliot Øyehaug 2418 ELVERUM

Vår dato: 22.11.2017 Vår ref: 56773 / 3 / STM Deres dato: Deres ref:

### **Vurdering fra NSD Personvernombudet for forskning § 31**

Personvernombudet for forskning viser til meldeskjema mottatt 24.10.2017 for prosjektet:

56773

Behandlingsansvarlig Daglig ansvarlig Student

#### **Vurdering**

Hvilke tanker uttrykker elever om naturvitenskapens egenart i en utforskende kontekst

Høgskolen i Innlandet, ved institusjonens øverste leder Anne Bergliot ØyehaugSigrun Skråmestø

Etter gjennomgang av opplysningene i meldeskjemaet og øvrig dokumentasjon finner vi at prosjektet er meldepliktig og at personopplysningene som blir samlet inn i dette prosjektet er regulert av personopplysningsloven § 31. På den neste siden er vår vurdering av prosjektopplegget slik det er meldt til oss. Du kan nå gå i gang med å behandle personopplysninger.

#### **Vilkår for vår anbefaling**

Vår anbefaling forutsetter at du gjennomfører prosjektet i tråd med:

- opplysningene gitt i meldeskjemaet og øvrig dokumentasjon
- vår prosjektvurdering, se side 2
- eventuell korrespondanse med oss

Vi forutsetter at du ikke innhenter sensitive personopplysninger.

**Meld fra hvis du gjør vesentlige endringer i prosjektet**

Dersom prosjektet endrer seg, kan det være nødvendig å sende inn endringsmelding. På våre nettsider finner du svar på hvilke [endringer](#) du må melde, samt endringsskjema.

## **Opplysninger om prosjektet blir lagt ut på våre nettsider og i Meldingsarkivet**

Vi har lagt ut opplysninger om prosjektet på nettsidene våre. Alle våre institusjoner har også tilgang til egne prosjekter i [Meldingsarkivet](#).

## **Vi tar kontakt om status for behandling av personopplysninger ved prosjektslutt**

Ved prosjektslutt 15.05.2018 vil vi ta kontakt for å avklare status for behandlingen av personopplysninger.

Se våre nettsider eller ta kontakt dersom du har spørsmål. Vi ønsker lykke til med prosjektet!

Marianne Høgetveit Myhren

Siri Tenden Myklebust Kontaktperson: Siri Tenden Myklebust tlf: 55 58 22 68 / [Siri.Myklebust@nsd.no](mailto:Siri.Myklebust@nsd.no)

Vedlegg: ProsjektvurderingKopi: Sigrun Skråmestø,  
[sigrun\\_skr@hotmail.com](mailto:sigrun_skr@hotmail.com)

*Dokumentet er elektronisk produsert og godkjent ved NSDs rutiner for elektronisk godkjenning.*

