

TOR GUNNAR ROALKVAM

ENERGIBEGREPET I BARNESKOLEN

EN KVALITATIV STUDIE RUNDT BETYDNINGEN AV
PRAKTISK ARBEID OG KOMMUNIKASJON PÅ
ELEVENS FORSTÅELSE

Masteroppgave i naturfagdidaktikk
Veileder: Maria I. M. Febri
Trondheim, juni 2018

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Fakultet for samfunns- og utdanningsvitenskap
Institutt for lærerutdanning

Forord

Det har vært en lærerik prosess å skrive masteroppgave. Jeg har fått muligheten til å utforske et sentralt tema i naturfaget, og samtidig knyttet det til min egen grunnutdanning. Erfaringene jeg har fått gjennom denne prosessen vil være med meg resten av livet, og har bidratt til å forme meg som en fremtidig lærer i barneskolen. Prosessen tilknyttet masteroppgaven har også vært krevende, og det ligger mye blod, svette og tårer i det ferdige produktet.

Først vil jeg takke min veileder Maria Febri for masse inspirasjon, gode ideer og ikke minst fantastiske tilbakemeldinger. Du har vært en motiverende støttespiller gjennom hele forskningsprosessen og kommet med mange gode innspill. Du har også vært veldig engasjert i oppgaven jeg har skrevet, noe som har motivert meg til å gjøre mitt beste. I de periodene hvor jeg så mørkt på deler av oppgaven kom du med forslag og tilbakemeldinger som gjorde at jeg fikk nytt driv til å fortsette forsknings- og skrivearbeidet.

Jeg vil også sende en stor takk til hele familien som har støttet meg gjennom hele året. En takk til min mor, Margot, for at hun leste gjennom oppgaven og rettet de små, men viktige skrivefeilene. En takk til min far, Pål, for at han har vært engasjert og interessert i arbeidet jeg har holdt på med. En takk til min tante, Sidsel, for gode råd og tips gjennom hele prosessen.

Jeg retter en stor takk til alle deltakeren i forskningsprosjektet, og ikke minst læreren som åpnet sitt klasserom for meg. Uten denne læreren ville det vært svært vanskelig å gjennomføre forskningsprosjektet slikt det har blitt gjennomført.

Tilslutt vil jeg takke min kjære kone Heidi. Du har vært vist meg en utrolig støtte og vært veldig tålmodig. Vi har vært gjennom mye det siste året, men du har alltid vært positiv og gitt meg motivasjon til å jobbe videre. Du har også sørget for å "gi meg et spark bak" i de periodene det var nødvendig. Tusen takk!

"When you are enthusiastic about what you do, you feel this positive energy. It's very simple."

Paulo Coelho

Trondheim, juni 2018

Tor Gunnar Roalkvam

Sammendrag

Denne studien er et resultat min egen interesse for energibegrepet og egne erfaringer fra undervisning om energi. Studien tar for seg hvordan et undervisningsopplegg, basert på praktisk arbeid og kommunikasjon, kan ha påvirket elevenes forståelse for energibegrepet. Hensikten med studien var å løfte frem erfaringer fra et klasserom, slik at andre lærere kan benyttet seg av erfaringene i egen utvikling av undervisning om energi.

For å kunne besvare forskningsspørsmålene har jeg valgt å benytte meg av en kvalitativ tilnæringsmåte, med fokus på fenomenologi og kasusstudier. Jeg har valgt å bruke intervjuer, observasjoner og en kvalitativ pre- og posttest som datainnsamlingsmetoder. Pre- og posttesten ble gjennomført før og etter undervisningen. Undervisningsopplegget ble planlagt til, og gjennomført i, en 6. klasse. Det ble gjennomført et refleksjonsintervju med læreren i etterkant av undervisningen. Elevene ble intervjuet om deres forståelse for energibegrepet, hvorvidt de husket de praktiske aktivitetene og hvordan læreren kommuniserte med klassen.

I etterkant av undervisningsopplegget viser resultatene blant annet at elevene sitter igjen med en forståelse av energi i forbindelse med bevegelse, som en kraft og et drivstoff. I tillegg ser det ut som elevene har fått en forståelse for energioverganger og former for energi. Praktisk arbeid kan ha påvirket elevenes forståelse ved at de har gjort koblinger mellom de ulike aktiviteten og de naturvitenskapelige ideene som aktivitetene skulle illustrere, samt viktigheten av at elevene har tilgang på et konkret objekt mens de diskuterer. Kommunikasjon kan ha påvirket elevenes forståelse for energibegrepet ved at læreren har hatt en rolle som forteller eller utforsker, og som sørget for rammer i undervisningen. Fortellerrollen har sørget for at elevene har klart å følge den naturvitenskapelige fortellingen og at læreren har hatt en viss kontroll over hva elevene har fått med seg. Utforskerrollen har sørget for at læreren har utforsket elevenes perspektiver. Rammene har bidratt med å gi elevene informasjon om aktiviteten og koblet samme de ulike aktivitetene.

Praktisk arbeid og kommunikasjon viser seg å være fruktbare måter å introdusere energibegrepet til elevene. Gjennom en nøye planlagt undervisning med praktiske aktiviteter som skal illustrere en eller flere naturvitenskapelige ideer og en kommunikasjon som har ulike roller i samtalene med elevene.

Innholdsfortegnelse

Forord	i
Sammendrag	ii
Innholdsfortegnelse	iii
Diagramliste	vi
Figurliste	vi
Tabelliste	vi
1. Innledning	1
1.1. Bakgrunn	1
1.2. Hensikt og forskningsspørsmål	2
1.3. Begrepsavklaringer	3
1.4. Oppgavens oppbygning	4
2. Fra erfaring til vitenskapelig forståelse, en teoretisk gjennomgang	5
2.1. Forståelse for energibegrepet.....	5
2.1.1. Begrepsforståelse	6
2.1.2. Språkets rolle.....	8
2.1.3. Den proksimale utviklingssonen	9
2.1.4. Energibegrepet	10
2.1.5. Undervisning om energi	13
2.1.6. Elevenes forståelse for energibegrepet.....	15
2.1.7. The Guiding Principles.....	15
2.1.8. Energi og praktisk arbeid, et praktisk eksempel	16
2.2. Praktisk arbeid	18
2.2.1. Hensikten med praktiske aktiviteter	19
2.2.2. Effektiviteten av praktisk arbeid	21
2.3. Kommunikasjon.....	23
2.3.1. Det naturvitenskapelige språket	24
2.3.2. En kommunikatív tilnærming: Aspect of Analysis	25
2.3.3. Et eksempel på bruk av "En kommunikatív tilnærming"	28
2.4. Oppsummering	29
3. Å lære om læring, en metodisk beskrivelse	31
3.1. Kvalitativ metode	32
3.1.1. Fenomenologi.....	34
3.1.2. Kasusstudier	35
3.2. Datainnsamling	36
3.3. Utvalg	36
3.4. Planleggingsmøte med læreren.....	37

3.4.1.	Undervisningsopplegget.....	37
3.4.2.	Setting, en beskrivelse av konteksten.....	39
3.5.	Observasjon som metode.....	39
3.5.1.	Forskerens rolle.....	40
3.5.2.	Observasjonsprosessen.....	41
3.5.3.	Evaluering.....	41
3.6.	Det kvalitative forskningsintervjuet.....	42
3.6.1.	Kvalitet i forskningsintervjuer.....	43
3.6.2.	Planlegging av intervjuene.....	44
3.6.3.	Gjennomføring av et intervju.....	46
3.6.4.	Transkribering.....	46
3.6.5.	Evaluering.....	47
3.7.	Pre- og posttest.....	47
3.8.	Studiets pålitelighet og troverdighet.....	48
3.9.	Etiske betraktninger.....	49
4.	Endring i forståelsen av energi, Analyse.....	51
4.1.	Analysemetode.....	51
4.1.1.	De deduktive kategoriene.....	53
4.1.2.	De induktive kategoriene.....	55
4.1.3.	Evaluering.....	55
5.	Hvordan påvirker undervisningsopplegget elevenes forståelse av energibegrepet? 57	
5.1.	Del 1.....	57
5.1.1.	Den første pilar; Elevenes forståelse for energibegrepet.....	57
5.1.2.	Den andre pilar; Praktisk arbeid.....	61
5.1.3.	Den tredje pilar; Kommunikasjon.....	67
5.2.	Del 2.....	70
5.2.1.	Pre- og posttest.....	70
5.2.2.	Hvordan påvirker praktisk arbeid elevenes forståelse for energibegrepet?.....	77
5.2.3.	Hvordan påvirker kommunikasjon elevenes forståelse for energibegrepet?.....	81
5.3.	Oppsummering.....	86
6.	Fra Erfaring til vitenskapelig forståelse; Diskusjon.....	87
6.1.	Hvordan påvirker praktisk arbeid elevenes forståelse for energibegrepet?.....	88
6.2.	Hvordan påvirker kommunikasjon elevenes forståelse for energibegrepet?.....	92
6.3.	Hvilken forståelse har elevene for energibegrepet?.....	94
6.4.	Undervisningsopplegget.....	96
7.	Konklusjon.....	97
7.1.	Mine erfaringer.....	97

7.2.	Betydning for meg som fremtidig lærer	98
7.3.	Forslag til videre forskning.....	98
8.	Referanser	99
9.	Vedlegg	103
9.1.	Vedlegg 1 – SKISSE UNDERVISNINGSSOPPLEGG	105
9.2.	Vedlegg 2 - PLANLEGGINSSKJEMA	107
9.3.	Vedlegg 3 – UTFYLT TGP	112
9.4.	Vedlegg 4 – UTFYLT PAAI	113
9.5.	Vedlegg 5 – OBSERVASJONSSKJEMA.....	115
9.6.	Vedlegg 6 – INTERVJUGUIDE ELEVER.....	121
9.7.	Vedlegg 7 – INTERVJUGUIDE LÆRER	124
9.8.	Vedlegg 8 – PRE- OG POSTTEST	126
9.9.	Vedlegg 9 – INFORMASJONSSKRIV	130
9.10.	Vedlegg 10 – SAMTYKKE SKJEMA	131
9.11.	Vedlegg 11 – BESKRIVELSE AV REFERANSER	132
9.12.	Vedlegg 12 – KODER FRA NVIVO.....	132
9.13.	Vedlegg 13 – PREZI PRESENTASJON	MINNEPENN
9.14.	Vedlegg 14 – UTFYLT OBSERVASJONSSKJEMA.....	MINNEPENN
9.15.	Vedlegg 15 – PRE- OG POSTEST SVAR	MINNEPENN
9.16.	Vedlegg 16 – TRANSKRIPSJON_612	MINNEPENN
9.17.	Vedlegg 17 – TRANSKRIPSJON_616	MINNEPENN
9.18.	Vedlegg 18 – TRANSKRIPSJON_621	MINNEPENN
9.19.	Vedlegg 19 – TRANSKRIPSJON_LÆRER	MINNEPENN
9.20.	Vedlegg 20 – DELVIS TRANSKRIPSJON AV OBSERVAJON /M LYDOPPTAK GRUPPE 1	MINNEPENN
9.21.	Vedlegg 21 – DELVIS TRANSKRIPSJON AV OBSERVAJON /M LYDOPPTAK GRUPPE 2.....	MINNEPENN
9.22.	Vedlegg 22 – DELVIS TRANSKRIPSJON AV OBSERVAJON /M LYDOPPTAK GRUPPE 3.....	MINNEPENN
9.23.	Vedlegg 23 – DELVIS TRANSKRIPSJON AV OBSERVAJON /M LYDOPPTAK LÆRER	MINNEPENN

Diagramliste

DIAGRAM 1, SVAR PÅ SPØRSMÅL 1, PRE OG POSTTEST	71
DIAGRAM 2, SVAR PÅ SPØRSMÅL 2, PRE OG POSTTEST	72
DIAGRAM 3, SVAR PÅ SPØRSMÅL 3, PRE OG POSTTEST	73
DIAGRAM 4, SVAR PÅ SPØRSMÅL 4, PRE OG POSTTEST	73
DIAGRAM 5, SVAR PÅ SPØRSMÅL 5, PRE OG POSTTEST	74
DIAGRAM 6, SVAR PÅ SPØRSMÅL 6, PRE OG POSTTEST	75
DIAGRAM 7, SVAR PÅ SPØRSMÅL 7, PRE OG POSTTEST	76

Figurliste

FIGUR 1, BEGREPSKUNNSKAP HAUG OG ØDEGÅRD (2014, s. 781)	6
FIGUR 2, PEDAGOGISKE KOBLINGSSTRATEGIER, SCOTT ET AL. (2011, s. 6)	7
FIGUR 3, HVERDAGSLIGE OG VITENSKAPELIGE PERSPEKTIVER, SCOTT ET AL. (2011, s. 7)	7
FIGUR 4, FORHOLDET MELLOM ULIKE BEGREPER, SCOTT ET AL. (2011, s. 8)	8
FIGUR 5, DEN PROKISMALE UTVIKLINGSSONEN (IMSEN, 2010, s. 259).....	9
FIGUR 6, THE GUIDING PRINCIPLES, CARR OG KRIKWOOD (1988, s. 87).....	16
FIGUR 7, HENSikten MED PRAKTISKE AKTIVITETER. MILLAR ET AL. (2002, s. 9)	19
FIGUR 8, EFFEKTIVITETEN AV PRAKTISK ARBEID MILLAR ET AL. (2002)	21
FIGUR 9, TRE TEORETISKE STÅSTEDER	33
FIGUR 10, HIERARKI FOR KATEGORIER TILHØRENDE ELEVENES FORSTÅELSE FOR ENERGIBEGREPET	53
FIGUR 11, HIERARKI FOR KATEGORIER TILHØRENDE PRAKTISKE ARBEID	54
FIGUR 12, HIERARKI FOR KATEGORIER TILHØRENDE KOMMUNIKASJON	55

Tabelliste

TABELL 1, EFFEKTIVITETEN TIL PRAKTISKE AKTIVITETER OG DIMENSJONER AV KUNNSKAP. MILLAR (2009, s. 5)	22
TABELL 2, RAMMEVERK FOR PLANLEGGING OG ANALYSE AV UNDERVISNINGSEKVENSER. MORTIMER OG SCOTT (2003, s. 25)	25
TABELL 3, LÆRERENS HANDLING, MORTIMER OG SCOTT (2003, s. 45)	28
TABELL 4, OVERSIKT OVER DATAINNSAMLING	36

1. Innledning

Denne oppgaven er et resultat av en utført undervisnings-intervensjon for å kunne lære mer om hvordan et undervisningsopplegg kan påvirke elever på 6. trinnns forståelse av energibegrepet. Energi er kjent som et særdeles vanskelig begrep å undervise i og det har vært store diskusjoner om hvordan man kan snakke om og undervise i energi for å kunne øke elevenes forståelse (Angell, Bungum, et al., 2011; Driver, Squires, Rushworth, & Wood-Robinson, 1994; Millar, 2005; Sefton, 2004; Warren, 1991). Videre er energi et begrep som vi møter på i hverdagen, gjerne gjennom at vi kjøper og bruker strøm til bolig. I tillegg kan du kjøpe energidrikker på din nærmeste dagligvarehandel. Det gir et inntrykk av at energi er noe vi bruker. Derimot hvis vi ser nærmere på en naturvitenskapelig beskrivelse av energi kommer det frem at energien vil alltid være bevart, at den aldri kan forsvinne eller oppstå spontant (Angell, Bungum, et al., 2011; Feynman, Leighton, & Sands, 1963). Dermed oppstår den en forskjell i forståelsen for hva energi er, hvor i dagligtalen energi er noe vi bruker, mens i naturvitenskapen noe som ikke alltid er bevart. En annen utfordring med energibegrepet er at det er abstrakt, og ikke noe vi kan ta eller føle på. I naturvitenskapen blir energi beskrevet som en abstrakt matematisk ide, noe som kan medføre vanskeligheter for elevenes forståelse. I tillegg er energi en oppfinnelse, og ikke en oppdagelse. Det vil si at det er noe vi mennesker har funnet opp, og ikke noe vi har oppdaget.

1.1. Bakgrunn

I disse tider hvor politikere, forskere og "mannen i gata" verden over snakker om klimautfordringer, og hva vi kan gjøre for å redusere utslipp av klimagasser, vil det være nyttig å ha en forståelse for energibegrepet. En viktig kilde til klimautslipp er produksjon av energi; i 2000 kom 74% av verdens klimagasser fra energiproduksjon (MacKay, 2009, s. 15). Derfor argumenterer MacKay (2009) for at klimautfordringene i all hovedsak er et energiproblem. For at vi, og kommende generasjoner, skal kunne takle de klimautfordringene vi står ovenfor bør vi ha en forståelse for hva energi er og ikke bare at det er årsaken til problemene.

Opgaven er videre et resultat av egen erfaring fra 10 år i Steinerskolen, 3 år i offentlig videregående skole og 5-6 år i høyere utdanning. Fra mine år på Steinerskolen husker jeg ikke at vi hadde så mye undervisning om energi, og hva energi var. Jeg har gått mange runder med meg selv, men det dukker ikke opp noen erfaringer fra disse årene. Derimot etter at jeg begynte med fysikk og kjemi som valgfag på videregående skole husker jeg at vi snakket om energi i forbindelse med diverse kjemiske prosesser, blant annet aktiveringsenergien som må til for at

en kjemisk reaksjon skal kunne skje. I fysikken fikk ble vi presentert, både av lærer og i lærebøkene, av en setning som vi alltid måtte huske: "Energi kan ikke oppstå spontant eller forsvinne, den går over til andre former for energi." Den samme setningen dukket opp igjen i naturfagundervisningen jeg hadde på Universitetet i Stavanger, og i masterutdanningen ved NTNU. Jeg har med jevne mellomrom blitt eksponert for undervisning tilknyttet energi, men det var ikke før i de senere årene at jeg fikk en forståelse for hva energi er. Det førte meg inn på tanken at det kunne vært interessant å utforske hvordan man som lærer kan introdusere energibegrepet til elevene.

1.2. Hensikt og forskningsspørsmål

Min bakgrunn fra Universitet i Stavanger er en fireårig utdanning ved Grunnskolelærerutdanningen 1. – 7. trinn (GLU 1-7), hvor jeg blant annet fordypet i matematikk og naturfag. Det at jeg har gått GLU 1-7 gjorde at jeg ønsket å utforske introduksjon av energibegrepet til elever i dette aldersspennet og begynte å utforske Læreplanen i Naturfag for de ulike trinnene. I kompetansemålene etter 7. årstrinn fant jeg et punkt som kunne knyttes opp mot energibegrepet:

gjøre rede for bruken av noen energikilder før og nå, og innhente informasjon og statistikk fra ulike kilder for å beskrive og diskutere mulige konsekvenser av energibruken for miljøet lokalt og globalt (Utdanningsdirektoratet, 2013, s. 8)

Her står det at elevene skal gjøre rede for noen energikilder, og diskutere konsekvenser av energibruken. Dermed er det implisitt at læreren skal lære elevene om hva energi er, før de skal snakke om energikilder og lignende. Her ble min interesse og nysgjerrighet for energi i barneskolen pirret, jeg ønsket å se nærmere på denne introduksjonen av energibegrepet. Hva sier litteraturen om tema? Hvilken tilnærming kan være bra, spennende eller nyttig i et slik arbeid? Hvilke arbeidsmetoder kan eller bør en bruke?

Hensikten med min studie er derfor å se nærmere på hvordan en introduksjonsundervisning kan påvirke elevenes forståelse for energibegrepet. Jeg ønsket å utvikle et undervisningsopplegg, og trekke frem mine erfaringer fra undervisningen. Erfaringene mine skal kunne bidra som et tankeredskap til planlegging av undervisning som handler om energi. Derfor ble mitt forskningsspørsmål som følger;

Erfaringer fra undervisning om energi; Hvordan påvirker undervisningsopplegget elevenes forståelse for energibegrepet?

Det tok ikke lang tid før det dukket opp noen flere underspørsmål til forskningsspørsmålet. I etterkant av at jeg hadde lest Heron, Michelini, og Stefanel (2008), Osborne (2015) og Scott, Mortimer, og Aguiar (2006) bestemte jeg meg for å benytte meg av praktisk arbeid og kommunikasjon som redskap i undervisningen. Dermed fikk forskningsspørsmålet to underspørsmål:

Hvordan påvirker praktisk arbeid elevenes forståelse for energibegrepet?

Hvordan påvirker kommunikasjon elevenes forståelse for energibegrepet?

Etter at forskningsprosessen hadde begynt merket jeg at det ble nødvendig med enda et underspørsmål. Det manglet noe som handlet om elevenes forståelse for energibegrepet, både før og etter. Dermed ble det lagt til et siste spørsmål;

Hvilken forståelse har elevene for energibegrepet?

Dermed var hensikten og forskningsspørsmålene klare, og jeg kunne begynne prosessen med å undersøke litteratur tilknyttet energibegrepet, begrepsforståelse, praktisk arbeid og kommunikasjon.

1.3. Begrepsavklaringer

Praktisk arbeid

I denne oppgaven velger jeg å holde meg til Millar (2004) sin beskrivelse av hva han forbinder med praktisk arbeid:

I am using the term 'practical work' to refer to any teaching and learning activity which at some point involves the students in observing or manipulating the objects and materials they are studying. (s. 2)

Objekter og observerbare objekter

Millar, Tiberghien, og Le Maréchal (2002) skriver i sitt arbeid om "Real objects and observable things", og jeg har valgt å bruke min egen oversettelse: objekter og observerbare objekter.

Naturvitenskapelige ideer

Med mangel på gode oversettelse av "Scientific cocepts" har jeg valgt å oversette de med naturvitenskapelige ideer.

Den naturvitenskapelige fortellingen – the scientific story

Med mangel på gode oversettelser av "the scientific story", har valgt å oversette det med: Den naturvitenskapelige fortellingen.

1.4. Oppgavens oppbygning

Oppgaven er delt inn i 9 kapitler, under vil jeg gi en rask beskrivelse av hva innholdet i de ulike kapitlene er.

1. kapittel har vært en introduksjon til oppgaven, litt om min bakgrunn, hensikten med studien og en gjennomgang av forskningsspørsmålene.
2. kapittel er en gjennomgang av det teoretiske grunnlaget for oppgaven.
3. kapittel er en metodisk gjennomgang av forskningsprosessen, valg av metode og en beskrivelse av undervisningsopplegget.
4. kapittel gir en kort gjennomgang av analyseprosessen.
5. kapittel er en presentasjon av resultatene fra analysen.
6. kapittel er en diskusjon av hovedfunn i resultatene, i lys av mitt teoretiske perspektiv.
7. kapittel handler om konklusjonen og betydningen det har for meg som lærer
8. kapittel er referanselisten
9. kapittel er vedlegg

2. Fra erfaring til vitenskapelig forståelse, en teoretisk gjennomgang

Undervisning i naturvitenskapelige fag blir ofte beskrevet i form av å kunne omsette svært abstrakte begreper som energi til en riktig vitenskapelig forståelse. Hvordan kan dette gjøres på best mulig måte? Denne teoretiske gjennomgangen er strukturert etter, og derfor også begrenset til de tre grunnpilarene i mitt forskningsprosjekt; forståelse for energibegrepet, praktisk arbeid og kommunikasjon. Den første pilaren, forståelse for energibegrepet, er delt inn i to deler; først litt om hva utviklingen av begrepsforståelse, deretter litt om hva energi er og undervisning om energi. Innenfor den første delen fokuserer jeg særlig på det sosiokulturelle perspektivet da konsentrert rundt Vygotsky sitt arbeid som omfatter selve utviklingen av begrepsforståelse. Blant annet trekker jeg frem språkets rolle og den proksimale utviklingssonen. Tilknyttet den andre delen kommer jeg til å trekke frem elevenes forståelse for energibegrepet, hvordan energibegrepet omtales i dagligtalen og en tilnærming som kan bidra til at elevene får en bedre forståelse. Deretter ser jeg nærmere på hva litteraturen sier om praktisk arbeid (pilar 2). Her kommer jeg til å peke på hva hensikten med praktisk arbeid er og fokusere på en modell for utforskning av effektiviteten av praktiske aktiviteter. Til slutt trekker jeg frem kommunikasjon (pilar 3), hvor jeg ser nærmere på det naturfaglige språket og hvilke utfordringer som ligger der. I tillegg vil jeg presentere en kommunikativ tilnærming som grunnlag for det undervisningsopplegget elevene var gjennom.

2.1. Forståelse for energibegrepet

Første delen av pilaren er knyttet til utviklingen av begrepsforståelse, språkets rolle og den proksimale utviklingssonen. Her vil jeg blant annet trekke frem hvordan Vygotsky beskriver begrepsdannelse, og at det er en stor forskjell på dannelse av spontane og vitenskapelige begreper. Videre trekker jeg frem Haug og Ødegaard (2014) som i tråd med Vygotsky gir en beskrivelse av hvordan utviklingen av begrepsforståelse arter seg. Tilslutt vil jeg trekke inn Scott, Mortimer, og Ametller (2011) som peker på at begrepsforståelse handler om å lage koblinger mellom eksisterende kunnskap og nye ideer. I tillegg vil jeg trekke frem tre pedagogiske koblingsstrategier utviklet av Scott et al. (2011). Den andre delen er knyttet til energibegrepet og undervisning om energi. Her vil jeg først trekke frem noen ulike definisjoner av energi, før jeg ser nærmere på utfordringer knyttet til elevenes forståelse for energibegrepet. Blant annet vil jeg trekke frem Millar (2005) som peker på noen hovedgrunner til at energibegrepet er vanskelig å forstå. Videre vil jeg trekke frem Driver et al. (1994) som presenterer hvilke utfordringer elevene har og enkelte gjengangere knyttet til elevenes forståelse av energibegrepet. Deretter ser jeg nærmere på Carr et al. (1986) som har utviklet

"The Guiding Principles" for undervisning om energi. Tilslutt trekker jeg frem Heron et al. (2008) som et praktisk eksempel på undervisning om energi.

2.1.1. Begrepsforståelse

Vygotsky (1987) trekker også frem at det er en forskjell på vitenskapelige og spontane begreper. Vitenskapelige begreper utvikler seg gjennom instruksjon, mens spontane begreper utvikler seg i en praktisk og sosial interaksjon mellom mennesker. Spontane og vitenskapelige begreper også forskjellig ved at de har to ulike forhold til et barns opplevde erfaring, de har forskjellige forhold til det objektet de representerer (ibid). I undervisning av yngre barn betyr dette at barna vil kunne øke sin forståelse gjennom praktiske øvelser og eksempler, men skal forståelsen også bli vitenskapelig korrekt trengs det tydelig instruksjon. Spørsmålet blir da hvordan vi kan knytte disse best sammen i en undervisningssituasjon.

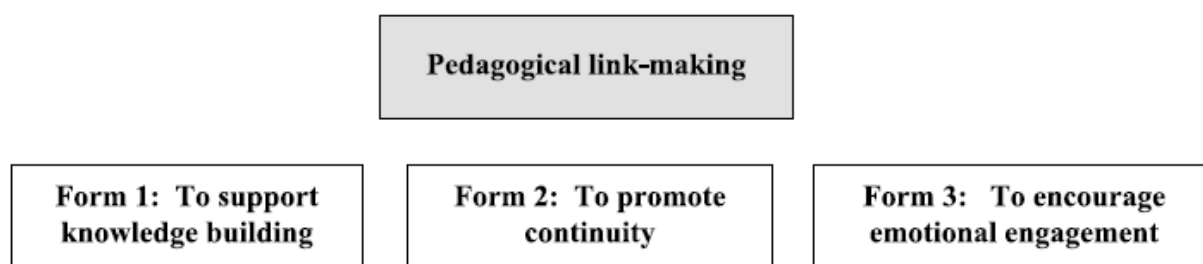
Å forstå et ord er ikke et alt-eller-ingenting fenomen, men en flersidig prosess. Den varierer fra å ha en lav kontroll over et begrep; som innebærer at elever kan avkode begrepet, til passiv kontroll; elever kjenner til synonymer og enkle definisjoner av begrepet, til aktiv kontroll; elever kan koble sammen flere begreper og bruke det i skriftlig og muntlig kommunikasjon. Aktiv kontroll innebærer en forståelse av et begrep i sin kontekst og relasjon til andre begrep, og kan derfor ses i sammenheng med begrepsforståelse (Bravo, Cervetti, Hiebert, & Pearson, 2008). For eksempel, vil en elev med aktive kontroll over begrepet energi kunne forstå hvordan det henger sammen med andre begreper som for eksempel arbeid og varme. Vygotsky (1987) forslø i sitt arbeid at man bør se på begrepsforståelse og ordets mening som tilsvarende. Da vil utviklingen av begrepsforståelse foregå side om side med en økt forståelse for ordets mening. Haug og Ødegaard (2014) har utviklet en tabell for begrepskunnskap, som bygger på Vygotsky (1987) forståelse av å se begrepsforståelse og ordets mening som to side av samme sak.

Level of word knowledge		Cognitive process	Explanation
Low	Passive	Recognition	Knowing how a word sounds or looks when it is written.
		Definition	Being able to recite a word's definition, but having little understanding of the meaning of the word or its implications.
Active		Relationship	Knowing the word's relationship to other words and concepts.
		Context	Knowing how to use the word in context. Understanding how the word fits in different sentences.
		Application	Knowing how to apply the word in context when engaging in inquiry about a phenomenon. Linking the word to the empirical data.
		Synthesis	Knowing how to use the word when communicating the emerging knowledge about the phenomena under study. Solving problems in new situations by applying acquired knowledge.

Figur 1, begrepskunnskap Haug og Ødegaard (2014, s. 781)

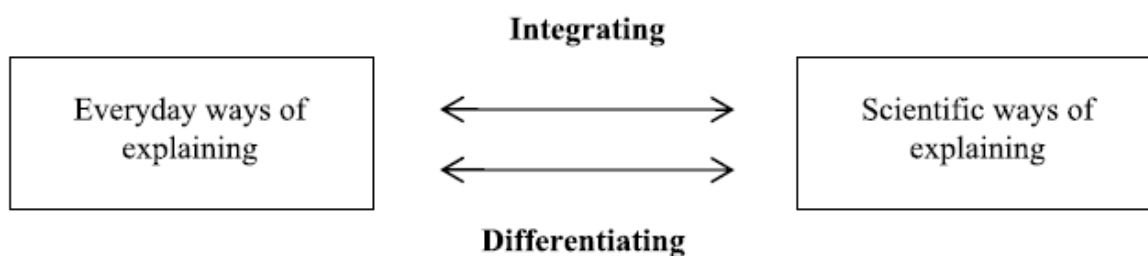
Av tabellen Haug og Ødegaard (2014) kan man se at begrepsforståelsen utvikles ettersom eleven utvikler en bedre forståelse for ordets mening og får en aktiv kontroll over begrepet.

Scott et al. (2011) trekker frem at begrepsforståelse involverer at det lages koblinger mellom eksisterende kunnskap og den nye ideen. Innenfor et sosiokulturelt perspektiv foregår denne prosessen ved det som Vygotsky (1978) kaller internalisering. Koblingsprosessen mellom eksisterende og nye begreper må da først introduseres til det sosiale planet hos et barn, før barnet selv kan lage koblinger på det individuelle planet. Med dette som utgangspunkt har Scott et al. (2011) utviklet tre former for det de kaller pedagogiske koblingsstrategier (pedagogical link-making).



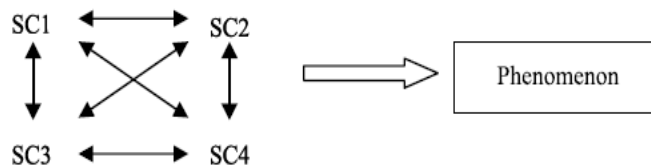
Figur 2, pedagogiske koblingsstrategier, Scott et al. (2011, s. 6)

Den første innebærer blant annet å lage koblinger mellom hverdagslige og vitenskapelige forklaringsmetoder, og bygger på Vygotsky (1987) arbeid på forskjellen mellom vitenskapelige og spontane begreper. I noen tilfeller kan det være likheter mellom hverdagslige og vitenskapelige forklaringsmetoder, og da vil læring innebære at det lages koblinger som integrerer de to forklaringsmetoder (ibid). For eksempel er det likheter mellom hvordan *fart* forklares: en gjenstand beveger seg med høy fart dersom den tilbakelegger en gitt avstand på kort tid. I andre tilfeller kan det være en forskjell mellom de to forklaringsmetodene, og da vil læring innebære at det differensieres mellom dem. For eksempel er det forskjeller mellom hvordan *energi* forklares i hverdagen; en substans som brukes opp under trening, og i naturvitenskapen; en abstrakt matematisk ide som alltid er bevart (ibid).



Figur 3, hverdagslige og vitenskapelige perspektiver, Scott et al. (2011, s. 7)

I tillegg til å forstå forskjeller og likheter mellom forklaringsmetoder, må man også kunne kjenne igjen hvordan de ulike begrepene henger sammen seg imellom. Scott et al. (2011) trekker frem et eksempel fra Newtons klassiske mekanikk, og ser nærmere på en kopp som blir dyttet bortover et bord. For å oppnå en dyp forståelse må man kjenne til forholdene mellom; kraft, masse, fart, tid, akselerasjon og moment. Scott et al. (2011) peker her på at selv et så enkelt system krever at man kan manipulere de ulike gruppene av begreper slik at man kan forutse hvordan koppen blir påvirket av relevante variabler. I tillegg oppstår det en videre utfordring for elever, de må vite hvilke grupper av begreper de kan bruke til å forklare et gitt problem (ibid).



Figur 4, forholdet mellom ulike begreper, Scott et al. (2011, s. 8)

Den andre koblingsstrategien handler om at læring og undervisnings foregår over en lengre tidsperiode, og for at det skal oppnås en dyp forståelse bør det lages koblinger mellom ulike hendelser på forskjellige tidspunkt. Dette innebærer at underviseren må tilstrebe å skape kontinuitet gjennom å utvikle den naturvitenskapelige fortellingen og organisere aktiviteter både i, og utenfor, klasserommet (Scott et al., 2011). Videre understreker Scott et al. (2011) at det er overlapping mellom de to første koblingsstrategiene, begge handler om å bygge kunnskap.

Den siste koblingsstrategien skiller seg litt fra de to første og innebærer at læreren oppmuntrer til en positiv emosjonell respons fra elevene. Det kan ifølge Scott et al. (2011) gjøres på to forskjellige måter. Den første innebærer at læreren kan henvise seg til enkeltelever eller grupper og gi dem ros for riktige svar, noe som kan generere et godt humør i klassen. Den andre måten handler om at læreren kan lage en kobling mellom den naturvitenskapelige fortellingen og elevene i klassen. En lærer kan trekke frem et svar fra en elev og koble det sammen med elevens navn, slik diskusjonen i klassen ikke kun handler om det naturvitenskapelige perspektivet, men også elevene sitt perspektiv (ibid).

2.1.2. Språkets rolle

Vygotsky (1978) har gjennom observasjoner av barn som blir utfordret med problemoppgaver kommet frem til at språket hos barnet spiller en helt spesifikk rolle. Vygotskys undersøkelser peker på to fakta.

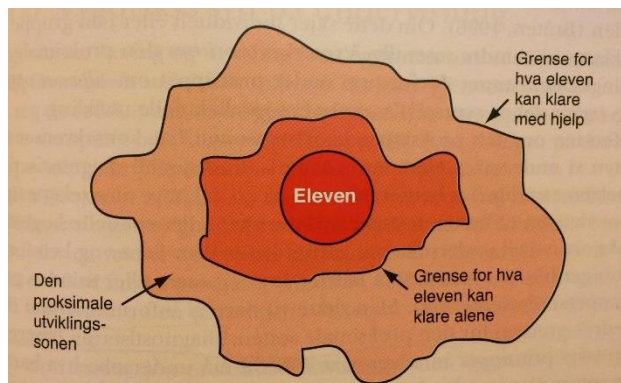
1. Språkets rolle er like viktige som handling i å nå et ønsket mål, da språket og handling er en del av den samme psykologiske funksjonen.
2. Desto mer kompleks handling er, desto viktigere blir språket i gjennomføringen.

Vygotsky (1978) presenterer en sammenligning mellom en apekatt som gjennomfører en praktisk aktivitet og et barn som gjennomfører den samme aktiviteten, og bruker det som argument for viktigheten av språket. For det første argumenterer Vygotsky (1978) for at friheten i gjennomføringen er større hos et barn enn hos en ape. Barnet vil ved hjelp av språket åpne for større og flere muligheter. En ape vil derimot være mer begrenset med å kun bruke handling for å oppnå forståelse. For det andre vil handlingene hos et barn være mindre impulsivt og spontant, mens en ape vil gjøre en rekke ukontrollerte forsøk for å løse oppgaven. Deretter kommer Vygotsky (1978) med en foreløpig konklusjon som sier at språket ikke bare er et verktøy for effektiv manipulasjon av objekter, men språket kontrollerer også barnets oppførsel.

Videre trekker Vygotsky (1978) frem internalisering, som innebærer en prosess hvor barnet rekonstruerer en ekstern handling internt. Internaliseringsprosessen består av en serie transformasjoner. Den første innebærer at en handling som representerer en ekstern aktivitet blir rekonstruert og begynner å oppstå internt. Den andre transformasjonen innebærer at en sosial prosess mellom mennesker blir omgjort til en innvendig prosess hos individet. Enhver funksjon i et barns kulturelle utvikling oppstår to ganger; først på det sosiale planet og deretter på det individuelle planet. Deretter peker Vygotsky (1978) på at disse transformasjonene er et resultat av en lengre serie av utviklingshendelser. Vygotsky (1978) peker på noen implikasjoner for utdanning, og presenterer en ny tilnærming: den proksimale utviklingssonen.

2.1.3. Den proksimale utviklingssonen

I den proksimale utviklingssonen er det to nivåer i utviklingen. Det første er *faktisk utviklingsnivå*, og er et resultat av allerede gjennomført utviklingssekvenser. Det andre nivået innebærer hva elevene har muligheten til å tilegne seg under veiledning fra en voksen. Vygotsky (1978) hevder at en essensiell del av læring er at den bidrar til den proksimale utviklingssonen, hvor læring bidrar til en rekke interne utviklingsprosesser hos barn. Vygotsky (1978) oppsummerer med at utviklingsprosesser hos barn er



Figur 5, den proksimale utviklingssonen (Imsen, 2010, s. 259)

sammenfallende med læringsprosessen, men ligger bak. Sekvensen resulterer så i den proksimale utviklingssonen. Et annet aspekt som Vygotsky (1978) trekker frem er at selv om læring og utvikling er direkte sammenhengende, blir de ikke nødvendigvis utviklet parallelt. Utvikling hos barn følger ikke direkte etter læring, men det finnes komplekse dynamiske sammenhenger mellom dem.

2.1.4. Energibegrepet

Energi er som tidligere nevnt et særdeles vanskelig begrep å undervise i. Hvordan skal man kunne forklare et abstrakt begrep eller en usynlig "ting". Undervisning i energi, blir det hevdet må ta utgangspunkt i den naturvitenskapelige definisjonen (Millar, 2005; Warren, 1991). I tråd med den naturvitenskapelige ånd er det flere som har prøvd å gi en kort og konsis definisjon av energi. Angell, Bungum, et al. (2011) trekker frem to definisjoner som er ofte brukt: "Energi er evnen til å utføre arbeid" og "Energi er det som får ting til å skje" (s. 306). Den første definisjonen får frem at det er et nært forhold mellom arbeid og energi, men Angell, Bungum, et al. (2011) hevder at den faller til kort. De trekker frem at energien i et system alltid er bevart, mens evnen til å utføre et arbeid ikke nødvendigvis trenger å være det. I tillegg har ikke energi kun med arbeid å gjøre, men også varme (ibid). Den andre definisjonen er heller ikke tilstrekkelig da et system kan ha potensiell energi uten at det skjer noe som helst. Angell, Bungum, et al. (2011) peker på at energi er en abstrakt størrelse som kan beregnes på forskjellige måter, og forteller oss hvilke prosesser og hendelser som er mulig og hvilke hendelser som ikke er det.

Angell, Bungum, et al. (2011) peker på at Feynman et al. (1963) sin beskrivelse av energi fanger opp det helt vesentlige ved energibegrepet:

There is a fact, or if you wish, a *law*, governing all natural phenomena that are known to date. There is no known exception to this law—it is exact so far as we know. The law is called the *conservation of energy*. It states that there is a certain quantity, which we call energy, that does not change in the manifold changes which nature undergoes. That is a most abstract idea, because it is a mathematical principle; it says that there is a numerical quantity which does not change when something happens. It is not a description of a mechanism, or anything concrete; it is just a strange fact that we can calculate some number and when we finish watching nature go through her tricks and calculate the number again, it is the same.

(Feynman et al., 1963, s. 4-1)

For det første peker de på at energien er bevart, i enhver hendelse og prosess. Den totale mengden energi er helt lik i slutten som den var i begynnelsen, og det er akkurat dette som gjør energi til en viktig kvantitet. Her peker Angell, Bungum, et al. (2011) på at arbeid med energi

innebærer at man jobber med tall og stiller spørsmål som "Hvor mye?" og ikke "Hvordan?" Millar (2005) hevder at hvis ikke energien var bevart, ville ikke energi eksistert som en naturvitenskapelig ide. Videre understreker Feynman et al. (1963) at energi er en abstrakt, matematisk ide og at energi er en del av et objekt eller et system som kan ha en numerisk verdi. Det innebærer at energi ikke er noe konkret som man kan se. Millar (2005) trekker frem at man bør snakke om energien *til* et objekt eller *til* system, og ikke energien *i* et objekt eller system. Tilslutt peker Feynman et al. (1963) på at energi ikke er en mekanisme som forklarer hvordan eller hvorfor ting skjer, men at vi kun kan måle et tall som er likt før og etter en hendelse eller prosess. Angell, Bungum, et al. (2011) skriver at Feynman et al. (1963) får i sin beskrivelse frem noe av det problematiske med energibegrepet, nemlig at det er en abstrakt, matematisk størrelse og ikke noe konkret vi kan flytte på.

Sefton (2004) trekker også frem Feynman et al. (1963) beskrivelse av energibegrepet, og presenterer en liste over valide påstander om energi. Blant annet trekker han frem at energi er en egenskap ved et system som kan inneholde et eller flere objekter og at det er kun to vanlige typer av energi: kinetisk og potensiell energi. Kinetisk energi blir assosiert med bevegelse, og potensiell energi assosieres med interaksjoner mellom objekter. Sefton (2004) understreker at en slik liste kan bli veldig lang og at han kun har valgt å ta med noen. For å få en enda bedre forståelse for energi trekker Sefton (2004) frem en liten liste over hva energi ikke er. Blant annet trekker han frem at energi ikke er en følelse av trivsel, energi får ikke ting til å skje og at gasselskaper ikke selger energi. Videre kommenterer Sefton (2004) den vanlige typen definisjonen som, energi er evne til å utføre et arbeid, og hevder at dersom slike definisjoner blir forstått bokstavelig er de på sitt beste villedende og på sitt verste helt feil. Motargumentet til en slik definisjon kommer frem i termodynamikken, hvor arbeid referer til enten prosessen av energioverføring, eller energien som blir overført (ibid).

Energi er et begrep som har eksistert lenge, både i naturvitenskapelige og hverdagslige kontekster, men de har ikke den samme betydningen. Energi i dagligtale er basert på den naturvitenskapelige ideen om energi, men er ikke like presis (Millar, 2005). I dagligtalen blir energi beskrevet som noe vi bruker, vi kjøper energi til bruk i hjemmet og betaler for hvor mye energi vi har brukt. Enkelte matprodukter blir sagt at skal gi deg masse energi, eller gi deg en energi-boost når du skulle trenge det. På denne måten blir energi beskrevet som en resurs, vi kjøper og bruker det, og stemmer ikke overens med den naturvitenskapelige ideen (ibid).

Former for energi

Ormestad (2017) beskriver potensiell energi som: "den energien et legeme har fordi ytre krefter virker på det og forsøker å sette det i bevegelse" (s. 1). Potensiell energi blir ofte kalt stillingsenergi da den har sammenheng med stillingen eller posisjonen til et legeme. Et klassisk eksempel er når en ball blir holdt en høyde h over bakken. Da blir den potensielle energien, i forhold til jorda, gitt ved;

$$E_p = mgh$$

der m er massen til ballen og g er gravitasjonsakselerasjonen. Posisjonen til ballen i forhold til bakken avgjør hvor mye energi ballen har. Det er gravitasjonskrefter som trekker ballen ned mot jorda, og derfor eksisterer den potensielle energien; ballens posisjon i gravitasjonsfeltet gir ballen potensiell energi.

Ormestad (2017) beskriver kinetisk energi som: "den energien et legeme har på grunn av sin fart" (s. 1). Det er på grunn av legemets bevegelse at den har energi, og derfor blir den ofte kalt for bevegelsesenergi. Et legeme som beveger seg langs en rett linje vil den kinetiske energien være gitt ved;

$$E_k = \frac{1}{2}mv^2$$

der m er legemets masse, og v er legemets fart. Dersom ballen som ble nevnt tidligere blir sluppet, vil den akselerere og farten øker. Den potensielle energien i ballen har gått over til kinetisk energi.

Potensiell og kinetisk energi blir ofte omtalt som to hovedtyper for energi som omfavner andre former for energi. Eksempelvis har vi kjemisk energi i mat og drivstoff, som begge også tilhører potensiell energi.

Energioverganger

Energioverføring kan forekomme når et system går fra en tilstand til en annen, og energien overføres fra omgivelsene til systemet, eller omvendt. Energi kan også endre form. Loven om energibevaring i et lukket system er en av de viktigste lovene i fysikken: "Energi er en størrelse som kan omformes fra en form til en annen, men kan aldri skapes fra intet og vil aldri forsvinne til intet" (Angell, Bungum, et al., 2011, s. 306). En konsekvens av energibevaringsloven er at

dersom et system mister noe energi må et annet system få den samme mengden energien. Energioverføring fra et legeme til et annet kan kun skje på to måter: som varme eller som arbeid.

Arbeid blir i dagligtalen brukt både som et sted hvor mennesker jobber, og et arbeid som blir utført av et menneske. I fysikken har arbeid en litt annen betydning: "Arbeidet utført på et legeme er gitt som produktet av den kraften som brukes på legemet, og den avstanden legemet flytter seg i retning av kraften" (Angell, Flekkøy, & Kristiansen, 2011, s. 100) Johnson (2001). trekker frem at det kun utføres et arbeid hvis det er bevegelse mot en motvirkende kraft. Den motvirkende kraften er ofte friksjon eller gravitasjonskraften. For eksempel, dersom du løfter en bok fra bakken og opp i en bokhylle, da vil boken løftes med en kraft mot gravitasjonskraften, og du har da utført et arbeid. Det arbeidet som utføres på en gjenstand gir gjenstanden energi. Boken får energi ved at du løfter den, altså utfører et arbeid på den, og steinen får da potensiell energi, stillingsenergi. Faller boken utfører gravitasjonskraften et arbeid på boken, og boken får da kinetisk energi, bevegelsesenergi. Arbeid blir altså en form for energioverføring (ibid).

Varme blir også mye brukt i dagligtalen, noen ganger snakker man om varmeenergi; i fysikken tilsvarer dette termisk energi. Varme i fysikken blir brukt om den energioverføringen som foregår på grunn av temperaturforskjeller. På den måten blir varme energioverføring på samme måte som arbeid. For eksempel kan man si at det kommer varme fra en ovn, men ovnen har ikke varme (Angell, Bungum, et al., 2011).

2.1.5. Undervisning om energi

Det er tydelig at selv forskere ikke klarer å komme med noen gode definisjoner av hva energi er, så hvordan kan man på best mulig måte legge til rette for at elevene får en forståelse? Millar (2005) trekker frem to hovedgrunner til at energi kan være vanskelig å forstå:

1. In science, energy is an abstract, mathematical idea. It is hard to define 'energy' or even to explain clearly what we mean by the word.
2. The word 'energy' is widely used in everyday contexts, including many which appear 'scientific' – but with a meaning which is less precise than its scientific meaning, and which differs from it in certain respects.

(Millar, 2005, s. 101)

For at den naturvitenskapelige ideen om energi skal kommuniseres til elever er man nødt til å gjøre energi som en abstrakt matematisk idé enklere, men samtidig sørge for å danne et grunnlag for at elevene kan få en bedre forståelse senere. Angell, Bungum, et al. (2011) trekker frem at dersom man bygger opp energibegrepet på en formell og logisk måte vil det være vanskelig for elevene å forstå. Derimot mener de at energibegrepet er rimelig intuitivt for elevene, da det er

så nært knyttet til deres hverdag. Ved å knytte energibegrepet til noe konkret fra deres hverdag, for eksempel en energikilde, kan det være mer intuitivt for elevene. Mobilen må lades, bilen trenger drivstoff, ting skjer ikke av seg selv. Angell, Bungum, et al. (2011) peker derimot på at prinsippene rundt energibegrepet er på ingen måte intuitive, og derfor bør man være nøye med hvordan vi innfører dem i skolen.

Energi er et vanskelig tema å undervise om, og har det har vært store faglige diskusjoner om hvordan man snakker om energi på en "best mulig måte" (Millar, 2005). For det første handler det om hvorvidt energi skal forklares som et abstrakt begrep eller en usynlig "ting". Millar (2005) trekker frem Warren (1982) som argumenterer for at undervisning om energibegrepet må ta utgangspunkt i den vitenskapelige definisjonen, ellers blir alt meningsløst og forvirrende. Warren peker på at en kvalitativ behandling av energibegrepet får energi til å fremstå som en usynlig magisk substans. En substans som kan flyte fra sted til sted, endre form, men forholder seg konstant. Millar (2005) peker her på at den naturvitenskapelige "definisjonen" forutsetter en forståelse for både arbeid og kraft, noe som for de fleste lærere og elever er alt for abstrakt. Warren (1991) aksepterer at et utgangspunkt i den vitenskapelige definisjonen kun er passende for eldre elever. I tillegg kommer han med to ideer om energi som kan, og skal, blir lært til elever lavere enn VGS-elever (Sixth form);

(1) Energy is the name of an important bit of mathematics that you will learn about if you ever study science or engineering at advanced level.

(2) A lot of people who do not know anything about it use the word 'energy' to mean all sorts of different things, most of which are silly. Take no notice of them.

(Warren, 1991, s. 9)

Millar (2005) hevder på den andre siden at det er en del ideer om energi som alle bør kunne, spesielt det som omhandler energiressurser. Det er ikke akseptabelt for Millar å begrense den naturvitenskapelige kunnskapen om energi til dem som velger en videre utdanning innen naturvitenskapen (Millar, 2005).

Det er også vanlig å snakke om energi som får ting til å skje (jf. tidligere definisjoner) og Millar (2005) trekker frem noen eksempler fra lærebøker: "Energy is needed to get jobs done, or to make things work" (s. 108). Et argument som Millar (2005) trekker frem er å unngå slike uttalelser fordi energi ikke er en mekanisme, men at man må benytte seg av andre ideer, for eksempel kraft, til å forklare hvorfor ting skjer. Et annet argument er at energien er alltid bevart, og vil derfor ikke kunne forklare hvorfor en prosess skjer i en retning og ikke en annen (ibid).

2.1.6. Elevenes forståelse for energibegrepet.

Energibegrepet er vanskelig å forstå og det er knyttet en del misoppfatninger hos elevene. Driver et al. (1994) trekker frem at gjennom forskning rundt elevenes forståelse av energibegrepet har det dukket opp flere gjengangere. Elevenes forståelse for energi innebærer at de ser på energi kun i sammenheng med levende objekter, noe som er lagret i objekter, sammenhengen med kraft og bevegelse, at det er et drivstoff og at det er en væske, ingrediens eller et produkt (ibid). Angell, Bungum, et al. (2011) hevder at elever assosierer energi med levende objekter, og da spesielt mennesker, vi trenger energi for å leve og være i aktivitet. Flere elever tenker at energi er noe som trengs og brukes, og manifesteres hos levende objekter. Videre peker Angell, Bungum, et al. (2011) på at elevene tenker at energi henger sammen med kraft og bevegelse. I den grad elevene tenker på energi og ikke-levende objekter, må det være bevegelse til stede. De skiller ikke mellom begreper som energi, kraft og effekt, og mange tenker seg at energi kun er tilstede når det skjer noe. Energi kan også blir forstått som noe flytende, energi kan flyte fra et objekt til et annet. Angell, Bungum, et al. (2011) trekker frem at i noen sammenhenger blir energi fremstilt som en ingrediens, hvor energien kan være til stede i en gjenstand og plutselig bli utløst av et eller annet. Ting hvor energi er lagret, for eksempel batteri og olje, blir ofte assosiert med energi (ibid).

Sefton (2004) viser til forskning fra Trumper og Gorsky (1993), hvor de har identifisert flere forskjellige kjennetegn rundt elevenes forståelse for energi. Blant annet trekker også de frem at energi blir assosiert med mennesker, energi som en ingrediens, energi blir assosiert med bevegelse og at det er et slags drivstoff. I tillegg blir ofte energi en årsaksfaktor for det som skjer, "Energy causes things to happen" (Sefton, 2004, s. 1). Energi får ikke ting til å skje, og i realiteten kan ikke energi brukes til å forklare hvorfor naturen oppfører seg som den gjør, men det forteller oss heller hva som ikke er mulig (ibid).

2.1.7. The Guiding Principles

I prosjektet "the Learning of Science Project (Energy)", hvor hensikten var å utforske læring og undervisning av energi i barne- og ungdomskolen, ble det gjennom formelle og uformelle diskusjoner med fagfolk konkludert med at de så et behov for å klargjøre deres oppfatning av energibegrepet (Carr et al., 1986). Det resulterte i "The Guiding Principles" (TGP) og Carr et al. (1986) understreker at de skulle bistå lærere på alle trinn og i alle disipliner når det skulle undervises om energi. Derimot er det ikke ment som en definisjon på hvordan energi skal undervises til elever.

TGP består av fem punkter, hvor det første handler om at det er nødvendig å analysere endringer i systemer for å forstå energi. Det andre punktet handler om at forholdene før og etter endringene i systemet har skjedd må beskrives. Forhold som posisjon, temperatur og fart er noen av forholdene som må beskrives. For å kunne forklare endringene som har skjedd i systemet må en sammenligne forholdene før og etter endringen i systemet. Da er det nødvendig å introdusere energi som en ikke-materiell substans som faktor i denne endringen. Dette er hva det tredje punktet handler om. Det fjerde er at energi eksisterer i ulike former, og det siste punktet sier at når energi endrer form vil den totale mengden være konstant (Carr et al., 1986).

The Guiding Principles

(1) It is necessary to analyse systems undergoing change to clarify the concept of energy.
(1.1) The system may be open or closed.

(2) For such an analysis of a system undergoing change, it is necessary to describe the initial and final conditions by specifying for the components their

- (i) relative positions;
- (ii) chemical composition;
- (iii) temperature;
- (iv) speed;
- (v) state (solid, liquid or gas);
- (vi) mass.

(3) To explain the changes described by comparing the initial and final conditions of the system, and to more fully describe the change, it is necessary to introduce the concept of 'energy' as a non-material factor in the change.

(4) Energy exists in a variety of forms, e.g. light, sound.

(5) When energy changes in form, the total amount of energy remains constant.

Figur 6, The Guiding Principles, Carr og Krikwood (1988, s. 87)

TGP var et utgangspunkt for Carr og Kirkwood (1988) sin studie og ble brukt som analyseverktøy. De trekker frem at resultatene viser at dersom elevene skal identifisere endringer i et system må de vite hva som foregår. Analysen viste at elevene ikke fikk tilstrekkelig informasjon om systemet, de fikk kun informasjon om startpunktet og ikke sluttpunktet. Videre kommenterer de at hvis det er en enighet blant lærer og elever om utgangspunkt og resultatet, vil det kunne legge til rette for en bedre forståelse. Carr og Kirkwood (1988) trekker frem en mangel på eksplisitt begrensning av et system førte til at elever og lærer hadde ulike syn på hva som var begrensende faktorer. De kommenterer også at det oppstod forvirring mellom former for energi og energiresurser. Flere av lærerne kommenterte at de skulle undervise om energi, men endte opp med å undervise om energiresurser. Videre peker Carr og Kirkwood (1988) på at elevene forsto at det eksisterer et stort utvalg av former for energi, men som forfatteren kommenterer vil de tilslutt kunne falle inn under kinetisk eller potensiell energi.

2.1.8. Energi og praktisk arbeid, et praktisk eksempel

I nyere tid har Heron et al. (2008) gjennomført et studium som fokuserer på utfordringene knyttet til undervisning om energi, og benytter seg av praktisk arbeid i deres undervisning om energi. Heron et al. (2008) trekker frem at energi er et vanskelig tema for elever, og lærere har

utfordringer med hvordan de kan legge opp undervisningen. Derfor gjør de et forsøk på å vise en vei hvordan elevene kan få innsyn i energibegrepet. Heron et al. (2008) presenterer hvilke mål de valgte for undervisningsopplegget, og hva de velger å ikke fokusere på. Det første målet er at elevene skal vite at det finnes forskjellige typer energi og de begrunner det med at de ønsket å begynne med typer for energi som elevene kjenner til, for deretter å bygge videre på dem. Det andre målet innebærer at elevene skal kunne gjenkjenne at energi er en del av et system under visse omstendigheter og ikke en materiell substans. Her trekker Heron et al. (2008) frem at det er godt kjent at elever ofte har en forståelse for energi som en materiell substans som kan flyte fra et objekt til et annet. Derfor har de valgt å ta høyde for denne forståelsen og understreke energi som en del av et system under visse omstendigheter. Det neste målet handler om at elevene skal kunne identifisere overføringen/omformingen (transformation) av energi i prosesser fra dagliglivet, og i noen signifikante eksempler relatert til energiproduksjon. Heron et al. (2008) trekker frem Carr og Kirkwood (1988) og deres anbefaling om at aktivitetene som elevene skal identifisere overføringer i har observerbare endringer og at systemets rammer blir tydelig identifisert. Det siste målet til Heron et al. (2008) innebærer at elevene skal kjenne til hvordan noen typer for energi kan observeres og måles. Her argumenterer de for at nytten av energien er nært knyttet til muligheten vi har til å måle den. Derimot vil de ikke gjennomføre kvalitative eksperimenter på denne aldersgruppen (barneskolen), men kun introdusere ideen (ibid).

Deretter trekker Heron et al. (2008) frem tre ideer som ikke understrekes i undervisningsopplegget deres. Det første innebærer at *arbeid* ikke blir introdusert, og begrunner det med at elevene i denne aldersgruppen ikke har tilstrekkelig forståelse for kraft. Da måtte de først brukt mye tid på å utvikle deres forståelse for kraft, før de kunne startet med energi. Det andre innebærer at *energibevaringsloven* ikke blir vektlagt, men dersom den skulle komme fra elevene underveis i undervisningen ville de ikke avslå den. Igjen var det alderen på elevene som avgjorde at de ikke ønsket å understreke dette punktet. Det siste som ikke tas med i undervisningen er at former for energi assosiert med energikilder.

Deretter presenterer Heron et al. (2008) aktivitetene som de valgte i sitt undervisningsopplegg. En aktivitet de presenterer omhandler hvor mye energi ulike matkilder inneholder, hvor elevene fikk i oppgave å utforske betydningen av energien i maten. En annen aktivitet omhandlet en sykkel og energiovergangene fra mennesket til sykkelens rotasjonsenergi. Forfatterne hadde også noen aktiviteter som omhandlet elastisk energi, hvor elevene skulle utforske opptreksleker og se hvordan de kunne bestemme hvor langt lekene beveget seg. Hovedmålet

med denne undervisningssekvensen var ifølge Heron et al. (2008) at elevene skulle få en bedre forståelse for energibegrepet, slik at forståelsen kan bygges videre på i senere utdanning. I tillegg ønsket Heron et al. (2008) at undervisningssekvensen skulle promotere naturvitenskapelig tenkemåte. Resultatene tyder på at elevene som deltok i undervisningssekvensen har gjort fremgang på begge områder.

Heron et al. (2008) benyttet seg av flere praktiske aktiviteter i sitt prosjekt, noe som ga meg inspirasjon til å gjennomføre noe lignende. Dermed var jeg interessert i å utforske litteratur tilknyttet praktisk arbeid og naturfag.

2.2. Praktisk arbeid

Hensikten med naturfag er ifølge Millar et al. (2002) å hjelpe elever med å utvikle en forståelse for den naturlige verden: hvordan den virker, hva den inneholder, og hvordan vi kan forklare og forutse dens oppførsel. I naturfagundervisning bygger man på elevenes eksisterende forståelse for den naturlige verden, og gjennom nøye planlagte aktiviteter hvor elevene observerer og samhandler med objekter og materialer, får de en ny forståelse for den naturlige verden (ibid). Millar (2004) skriver om hva hensikten med naturfaget i skolen kan være, og kort fortalt kan hensikten oppsummeres i to punkter;

1. Naturfaget skal bidra til at elevene får en forståelse for så mye som mulig av den etablert kunnskapen innenfor naturvitenskapen.
2. Elevene skal få en forståelse for, og kunnskap om, naturvitenskapen.

Den gjensidige avhengigheten mellom de to punktene har fått flere til å argumentere for at de skal kombineres og undervises som en helhet (ibid). Innholdet i naturfag er etablert og akseptert kunnskap om den naturelle verden, noe som medfører at undervisning i naturfag blir et veldig målrettet fag. Hensikten med naturfag er å hjelpe elevene til å utvikle forståelse om den naturelle verden, i en spesifikk retning, slik at deres forståelse blir mer lik det naturvitenskapelige samfunnet (ibid). Her peker Millar (2004) på at praktisk arbeid har en sentral rolle.

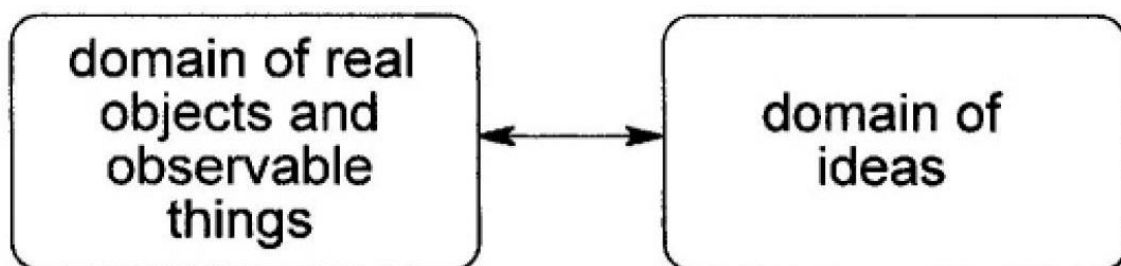
Abrahams og Reiss (2012) trekker frem at mange naturfagslærere ser på hyppig bruk av praktisk arbeid som en essensiell del av hva det er å være naturfagslærer. I tillegg oppleves praktisk arbeid som naturlig og riktig i naturfaglig undervisning. Her trekker Abrahams og Reiss (2012) inn at det kan være uheldig at praktisk arbeid blir rutinearbeid, og at lærere ikke vurderer hvor effektivt det er i sammenheng med elevers læringsutbytte.

Ifølge Abrahams og Millar (2008) skiller naturfag seg fra andre fag i skolen ved at det involverer praktisk arbeid, da i form av manipulasjon og observasjon av objekter og materialer fra virkeligheten. Lærere og andre, da spesielt naturvitenskapelige forskere, ser på praktisk arbeid som sentralt for naturfaglig utdanning, både for effektiviteten og rekruttering. Derimot peker Abrahams og Millar (2008) på at flere har stilt spørsmål ved effektiviteten av praktisk arbeid. Her trekker de inn Hodson (1991) som hevder at praktisk arbeid, slik det blir praktisert i skolen, er både misforstått, forvirrende og lite produktivt.

Videre peker Millar (2004) på at praktiske aktiviteter bør bli sett på som en måte å kommunisere naturvitenskapelig kunnskap, og ikke bare muligheter for utforskning. Læringen som forekommer under praktiske aktiviteter henger sammen med prosessen rundt aktiviteten. Diskusjon mellom elever, og med lærer, om de observasjonene eller målingen de har gjort er en viktig del av læringsprosessen. Derfor mener Millar (2004) at praktiske aktiviteter bør ses i sin helhet, og inneholder både "gjøring" og refleksjon.

2.2.1. Hensikten med praktiske aktiviteter

Ifølge Millar et al. (2002) er den fundamentale hensikten med praktisk arbeid å bidra til at elevene klarer å koble sammen kunnskap i to dimensjoner: dimensjonen av objekter og observerbare objekter, og dimensjonen av ideer. Millar et al. (2002) trekker frem at i noen praktiske aktiviteter ønsker man at elevene observerer et objekt, en hendelse eller et materiale, og huske enkelte ting. Derimot kan man i andre praktiske aktiviteter ha som hensikt å utvikle elevenes forståelse for en spesifikk naturvitenskapelig ide. Her peker Millar et al. (2002) på at læring i dimensjonen av ideer er mer krevende, da den ofte blir veldig abstrakt. For eksempel kan vi be elevene om å observere et objekt, en hendelse eller et materiale og med dem huske noe om dem. Et annet eksempel er at vi ønsker å utvikle elevenes forståelse for spesifikke naturvitenskapelige ideer, hvor elevene må tenke i tillegg til å gjøre og observere noe. I det første eksempelet har dimensjonen av ideer en liten rolle, i motsetning til det andre eksempelet hvor dimensjonen av ideer står sentralt.



Figur 7, hensikten med praktiske aktiviteter. Millar et al. (2002, s. 9)

For at disse koblingene mellom de to dimensjonene skal bli mer utbredt, må lærer blir mer klar over at denne koblingen er krevende for elevene og lærer må få hjelp til å designe aktiviteter som bidrar til at elevene gjør denne koblingen (Millar, 2004; Millar et al., 2002). Hensikten med praktisk aktiviteter er å få elevene til å se sammenhengen mellom en observasjon og en måte å tenke på, og Millar (2004) skriver at denne sammenhengen ligger i hjertet av alt naturfagundervisning.

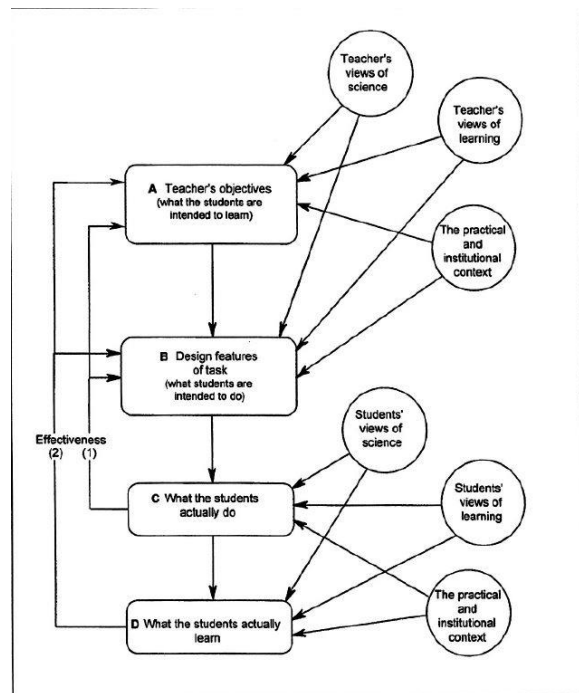
Osborne (2015) argumenterer for at det store fokuset på praktisk arbeid i skolen har feil fokus. Her trekkes det frem at praktisk arbeid bare er en av seks typer for resonnement som har vært med på å utvikle vitenskapelige ideer: Matematisk deduksjon, *eksperimentell utforskning*, *hypotetisk modellering*, *kategorisering*, *probalistisk tekning* og *historiebasert evolusjonær tenkning* (s. 17-18). Osborne (2015) peker på at praktisk arbeid er viktig, og at det har en sentral rolle, men at måten det blir praktisert på i dag er virker begrensende og er misforstått.

Osborne (2015) peker på at naturvitenskap er ideer om den materielle og virkelige verden. I den sammenheng bør lærerne i naturfag være tydelige ovenfor elever om hvilken naturvitenskapelig ide det praktiske arbeidet illustrerer. Hvis naturvitenskapen er ideer, blir "jobben" for naturfaglærer å bygge elevens forståelse rundt ideen og deretter resonneringen som ledet til etableringen av ideen. For at lærer og elever skal kunne kommuniserer slike ideer kan de bruke ulike pedagogiske praksiser: "Doing science. Talking science. Writing science. Reading science. Representing science." (ibid. s. 18) Deretter argumenterer Osborne (2015) for at dersom de andre aspektene ved naturvitenskapen fikk like mye plass som praktisk arbeid ville naturfagundervisning være mer suksessfull. Osborne (2015) presenterer hvilken kunnskap og ferdigheter som kreves for å gjennomføre praktisk arbeid. Kunnskap om prosessen blir trukket frem, samt en henvisning til andre som argumenterer for at det ikke er tilstrekkelig med kun prosessorientert forståelse, men også konseptuell forståelse.

Deretter peker Osborne (2015) på to hovedargument for praktisk arbeid; førstehånds demonstrasjon av et fenomen og rollen i den totale erfaringen med empirisk utforskning. Osborne (2015) skriver at hvis ikke det praktiske arbeidet knyttes opp mot den naturvitenskapelige ideen er det bortkastet. Videre understreker han at praktisk arbeid i sammenheng med de andre komponentene av naturvitenskapen vil kunne gi elevene potensielt større utbytte.

2.2.2. Effektiviteten av praktisk arbeid

Millar et al. (2002) har utviklet en modell for effektiviteten av praktisk arbeid. Denne modellen består av fire steg: lærerens mål for læring, design av den praktiske aktiviteten, hva elevene faktisk gjør og hva elevene faktisk lærer. Første steg innebærer at læreren bestemmer seg for hva hun ønsker at elevene skal lære, deretter kan hun bestemme seg for designet av den praktiske aktiviteten. De to første stegene blir påvirket av lærerens syn på vitenskap og læring, samt praktiske og institusjonelle faktorer. Etter at læreren har bestemt seg for design kan han gjennomføre opplegget, og her kan en da observere om elevene faktisk gjør det som læreren tenkte. Hva



Figur 8, effektiviteten av praktisk arbeid Millar et al. (2002)

elevene faktisk gjør blir, i likhet med læreren, påvirket av deres syn på vitenskap og læring, samt praktisk og institusjonell kontekst. Det åpner for muligheter for å undersøke effektivitetene på to nivåer. Første nivå handler om sammenhengen mellom lærerens intensjoner for den praktiske aktiviteten og hva elevene faktisk gjør (Effektivitet nivå 1). Andre nivå handler om sammenhengen mellom hva læreren mener elevene skal lære, og hva de faktisk lærer (Effektivitet nivå 2) (ibid).

Millar (2009) trekker frem at dersom man ønsker å vurdere effektiviteten av praktiske aktiviteter bør man kombinere hensikten med praktisk aktiviteter og modellen for effektiviteten til praktiske aktiviteter. Med andre ord bør man se på hva elevene "gjør" med ideer, i tillegg til hva de gjør med objekter og materialer. Videre bør man også se nærmere på hvordan aktivitetene støtter læringen av naturvitenskapelige ideer og ikke bare at de kan gjenfortelle hendelsen (ibid).

A practical activity is:	in the domain of objects and observables (o)	in the domain of ideas (i)
effective in sense 1	Students do what was intended with the objects and materials provided, and observe what they were meant to observe	During the activity, students think about what they are doing and observing, using the ideas intended, or implicit in the activity
effective in sense 2	Students can later recall and describe what they did in the activity and what they observed	Students can later discuss the activity using the ideas it was aiming to develop, or which were implicit in it (and can perhaps show understanding of these ideas in other contexts)

Tabell 1, effektiviteten til praktiske aktiviteter og dimensjoner av kunnskap. Millar (2009, s. 5)

Praktiske aktiviteter som faller innenfor dimensjonen av ideer har et betraktelig høyere kognitivt krav (learning demand) enn aktiviteter som innebærer at elevene kun skal kunne huske en observerbar hendelse. I slike aktiviteter trenger elevene mer støtte til å utvikle sin forståelse for de naturvitenskapelige ideene slik at de skal kunne forstå den praktiske aktiviteten, som igjen fører til læring (Millar, 2009). Av tabellen kan vi se at effektivitet nivå 1 innebærer både dimensjonen av objekter og observerbare objekter (Effektivitet nivå 1;o) og dimensjonen av ideer (Effektivitet nivå 1:i). Effektivitet nivå 2 innebærer de samme dimensjonene; effektivitet nivå 2;o og effektivitet nivå 2;i.

Millar (2009) har utviklet et instrument, the Practical Activity Analysis Inventory (PAAI), for analysering av praktiske aktiviteter. PAAI er bygger på prinsippene om effektiviteten av praktiske arbeid og to dimensjoner av kunnskap. Hensikten er at lærere kan bruke PAAI til å grundig planlegge praktiske aktiviteter, og i etterkant vurdere effektiviteten. PAAI er delt inn i fem hovedpunkter og enkelte har flere underpunkter. Jeg vil trekke frem noen hovedtrekk fra PAAI, men de minste detaljene kan leses i vedlegg 4. Det første punktet handler om læringsmål, eller hva man ønsker at elevene skal lære. Videre kan man krysse av for hvorvidt en ønsker at elevene utvikler deres forståelse og kunnskap for den naturlige verden; at elevene lærere å følge en vanlig prosedyre for praktiske aktiviteter eller bruke et utstyr; at elevene utvikler deres forståelse for naturvitenskapelige arbeidsmåter. Det andre punktet ser nærmere på designet av en praktisk aktivitet. Blant annet handler det om hvorvidt den praktiske aktiviteten er lukket eller åpen. Får elevene spørsmål og detaljerte instruksjoner på hva de skal gjøre, eller bestemmer elevene selv spørsmålene og hvordan de vil gjennomføre oppgaven. Videre er det to underpunkter som handler om hva elevene gjør med objekter og observerbare objekter og

hva elevene gjør med ideer. I det tredje punktet ser en nærmere på presentasjonen av den praktiske aktiviteten. Det innebærer hvordan hensikten med den praktiske oppgaven blir forklart, hvordan selve oppgaven blir forklart og hvorvidt det er diskusjoner før og etter aktiviteten. Det fjerde punktet handler om aktivitetens kognitive krav (learning demand). I dette punktet tar man utgangspunkt i de tre foregående punktene og gir aktiviteten en vanskelighetsgrad fra 1-5 (1=veldig lav, 5=veldig høy). Det siste punktet i PAAI dreier seg om en vurdering av effektiviteten til den praktiske aktiviteten og er delt inn i to underpunkter; effektivitet nivå 1 og effektivitet nivå 2. Her blir man bedt om å svare på en rekke spørsmål som er knyttet til hvorvidt elevene gjorde/observerte det de skulle og hvorvidt de lærte det som var hensikten at de skulle lære.

Når det gjelder effektivitet nivå 2 i dimensjonen av ideer understreker Millar (2009) viktigheten av å ha realistiske forventinger til elevene og hva de skal kunne etter en praktisk aktivitet. Læringen forgår, ofte, som et resultat av en sekvens av undervisningstimer som innebærer aktiviteter av flere forskjellige typer, da gjerne praktiske aktiviteter hvor det er hensiktsmessig. De fleste elevene beveger seg ikke i en lineær forutsigbar retning fra deres tidligere forståelse til den naturvitenskapelige ideen vi ønsker at de skal lære (ibid). I den sammenheng trekker Millar (2009) frem at det å måle effektiviteten nivå 2 er en utfordring, men at hensikten med flere praktiske aktiviteter er å hjelpe elevene til å forbedre deres forståelse av den naturvitenskapelige ideen og forklaringer, og ikke kun øke deres faktakunnskap om naturlige verden.

2.3. Kommunikasjon

Dersom man søker på kommunikasjon i Store Norske leksikon blir det definert som: "(...) det å dele tanker med andre individer, på en overlagt og uforbeholden måte" (Nicholas, 2015, s. 1). En person som ønsker å kommunisere noe har en tanke som han ønsker å formidle, og det gjøres ved at denne personen produserer ord eller handlinger med et mål om at mottakeren skal forstå. Kommunikasjon finner sted i hver naturfagundervisning. I et kokebok-forsøk hvor elevene skal lære å håndtere utstyr foregår det kommunikasjon mellom lærere og elever når de får en forklaring på hva de skal gjøre. I undervisning hvor læreren ønsker å gi elevene en forklaring av en abstrakt naturvitenskapelig ide foregår det også kommunikasjon. Men hva er det som kommuniseres? Jo, det naturvitenskapelige språket.

2.3.1. Det naturvitenskapelige språket

Naturfaget har sitt eget språk, egne begreper og egne måter man snakker om naturvitenskapelige ideer. Å snakke naturvitenskapelig handler ifølge Lemke (1990) ikke om å snakke *om* naturvitenskapen, men å *gjøre* naturvitenskap gjennom språket. Videre skriver Lemke:

Talking science means observing, describing, comparing, classifying, analyzing, discussing, hypothesizing, theorizing, questioning, challenging, arguing, designing experiments, following procedures, judging, evaluating, deciding, concluding, generalizing, reporting, writing, lecturing, and teaching in and through the language of science.

(Lemke, 1990, s. ix)

Kommunikasjon i naturfaget er omfattende, noe som medfører at både lærere og elever har utfordringer med å forstå. Videre skriver Lemke (1990) at elevene ikke blir lært hvordan de skal bruke det naturvitenskapelige språket, men forventes at de skal fange det opp på egenhånd. Dersom elevene klarer å bruke språket riktig blir de belønnet med at de har en forståelse, men dersom de ikke forstår er de ikke smarte nok eller jobber ikke hardt nok. Lemke (1990) trekker frem at lærere demonstrerer hvordan et sett med komplekse ferdigheter skal brukes og forventer at elevene selv skal finne ut hvordan de bruker det. Det karakteristiske ved det naturvitenskapelige språket er ifølge Lemke (1990) semantikken, altså enkelt ords betydning og ordenes betydning i sammensatte strukturer. Det er her flere elever sliter med å forstå hva begreper, setninger og andre ord betyr. Bennett (2003) peker på viktigheten av at elevene forstår det naturvitenskapelige språket, slik at de kan få en bedre forståelse for det naturvitenskapelige innholdet.

Wellington og Osborne (2001) trekker også frem at det er det naturvitenskapelige språk som er en av de aspektene ved naturfag som flest elever sliter med. Mesteparten av dagens undervisning forgår i et medium hvor språket er viktig, både verbalt og ikke-verbalt. I den sammenheng har Wellington og Osborne (2001) laget en inndeling av naturvitenskapelige begreper etter stigende vanskelighetsgrad. Det første nivået er *navnsettende ord* og inneholder ord som elevene kan ha kjennskap til og noen kan være synonymer fra begreper i hverdagspråket. For eksempel hovedpulsåre og aorta. Her hører også beskrivende ord som erlenmeyerkolbe, reagensrør og blåklokke. Det andre nivået er *proessorienterte ord*, og vil ofte være mer abstrakte enn ord som tilhører det første nivået. For eksempel vil fordamping, fotosyntesen, fusjon og evolusjon hører til dette nivået. Det tredje nivået handler om begreper som beskriver blant annet *prinsipper eller abstrakte forestillinger*. Det er en stor ordgruppe hvor et enkelt ord ikke kan forstås uten at det er satt i en sammenheng, begrepene er en del av

et nettverk av andre begreper. For eksempel tilhører arbeid, kraft, energi, varme og trykk dette nivået. Wellington og Osborne (2001) understreker at det er her de største utfordringene oppstår, ordene gir ikke mening isolert sett, men må ses i sammenheng med andre begreper innenfor det aktuelle tema. Det siste nivået er *matematiske "ord" og symboler*, et nivå som krever stor innsikt i det aktuelle tema. Meningen bak disse ordene er nesten så frakoblet den virkelige verden at de blir helt uavhengige. For eksempel finner man symboler som Ω , π og α i dette nivået (ibid).

Knain (2005) peker på at elever kan lære naturfag *gjennom* språk, lære *om* språk og lære å *bruke* språk. I det første tilfelle vil språket være en ressurs for innlæring av faglige begreper og grammatiske mønstre. I det andre tilfelle vil elever studere det språket som et system. Hva er det som kjennetegner det naturfaglige språket og hvilke begrensninger og muligheter det har. I det siste tilfelle handler det om å beherske språkets tre disipliner i ulike situasjoner, med forskjellige mottakere og ulike hendelser.

2.3.2. En kommunikativ tilnærming: Aspect of Analysis

Mortimer og Scott (2003) har utviklet et rammeverk som kan brukes i planlegging og analysering av undervisningssekvenser. Det er basert på fem sammenkoblede aspekter, hvor fokuset ligger på rollen læreren har i å gjøre den naturvitenskapelige fortelling tilgjengelig, og tilrettelegge for at elevene skal kunne få en forståelse.

ASPECT OF ANALYSIS

FOCUS	1 Teaching purposes	2 Content
APPROACH	3 Communicative approach	
ACTION	4 Patterns of discourse	5 Teacher interventions

Tabell 2, rammeverk for planlegging og analyse av undervisningssekvenser. Mortimer og Scott (2003, s. 25)

Mortimer og Scott (2003) trekker frem en rekke hensikter med undervisning (*teaching purposes*). Blant annet trekker de frem at en hensikt kan være å utforske og arbeide med elevenes perspektiv, introdusere eller utvikle den naturvitenskapelige fortellingen eller veilede elevene til å jobbe med det naturvitenskapelige perspektivet og støtte for internalisering. I

tillegg presenterer de en tabell over hva man kan fokusere på under de ulike hensiktene. Dersom hensikten er å veilede elevene til å jobbe med det naturvitenskapelige perspektivet vil man fokusere på å gi elevene muligheten til å snakke og tenke med det nye perspektivet. Det innebærer at man lar elevene jobbe individuelt, i grupper og i helklassesituasjoner. Mortimer og Scott (2003) understreker at det er en liste over *noen* hensikter med undervisning, og ikke en oppskrift på hvordan man kan implementere en naturvitenskapelig undervisningssekvens.

"**Content**" refererer til innholdet i undervisningen, hvilket tema som undervises. Mortimer og Scott (2003) har tre ulike kategorier som rammer inn innholdet i undervisning. Den første er "everyday-scientific" og handler om det forskjellige sosiale språket som foregår i en undervisningstime. Enkelte ord fra hverdagen kan ha en annerledes betydning, for eksempel energi; I naturvitenskapen er det en abstrakt matematisk ide, mens i hverdagen er det noe vi ofte bruker eller kjøper. Den andre kategorien er "description-explanation-generalization" som fokuserer på tre fundamentale funksjoner til naturfagets sosiale språk. En beskrivelse kan både være empirisk, hvor en elev kan beskrive et fenomen ved hjelp av observasjoner, og teoretisk; en elev kan beskrive et fenomen ved hjelp av teoretiske perspektiver som ikke er observerbare i selve fenomenet. En forklaring kan innebærer at man bruker en modell til å etablere et forhold mellom det fysiske fenomenet og den abstrakte ideen. For eksempel ved at man ser en ball som spretter på et bord, og lurer på hvorfor den ikke spretter like høyt opp igjen. En forklaring kan da trekke blant annet trekke inn energioverføringer som den abstrakte ideen. I likhet med beskrivelser kan forklaringen også være empiriske eller teoretiske. Den siste kategorien "generalization" beveger seg videre fra en beskrivelse og forklaringer, ved at den ikke er begrenset til et fenomen. En generalisering innebærer en forklaring og en beskrivelse som ikke er avhengig av en kontekst (ibid).

Sentralt i Mortimer og Scott (2003) sitt rammeverk er *den kommunikative tilnærmingen*, som gir et perspektiv på hvordan lærere jobber med elevene for å utvikle naturvitenskapelige ideer i klasserommet. Den kommunikative tilnærmingen fokuserer på spørsmål som omhandler hvorvidt læreren samhandler med elevene og tar deres ideer med videre i undervisningen. Mortimer og Scott (2003) har identifisert fire tilfeller av den kommunikative tilnærmingen, som kategoriserer kommunikasjonen mellom lærer og elever langs to dimensjoner. Den første dimensjonen representerer et kontinuum mellom dialogisk og autoritativ kommunikasjon. *Dialogisk kommunikasjon* innebærer at det blir gitt oppmerksomhet til mer enn et perspektiv, at mer enn én stemme blir hørt og at det er en utforskning av ulike ideer. I den andre enden finner man *autoritativ kommunikasjon* hvor det kun et perspektiv får oppmerksomhet, kun en

stemme blir hørt og det er ingen utforskning av forskjellige ideer. Den andre dimensjonen er et *kontinuum mellom interaktiv og ikke-interaktiv kommunikasjon*; samtalen kan være interaktiv på den måten at det er åpnet for flere deltakere, eller samtalen kan være ikke-interaktiv på den måten at det ikke er åpnet for flere deltakere (ibid).

Ved å kombinere de ulike dimensjonene har Mortimer og Scott (2003) identifisert fire klasser i den kommunikative tilnærmingen:

1. interaktiv/dialogisk (ID),
2. interaktiv/autoritativ (IA),
3. ikke-interaktiv/dialogisk (IID),
4. og ikke-interaktiv/autoritativ (IIA).

Interaktiv/Dialogisk innebærer at læreren hører etter på hva elevene har å si, og samtidig tar deres perspektiver med videre i undervisning – selv om de kan være helt forskjellig fra det naturvitenskapelige perspektivet. Interaktiv/Autoritær innebærer at læreren leder elevene gjennom en rekke spørsmål med den hensikt at elevene skal forstå et spesifikt naturvitenskapelig perspektiv. Elevene får delta i undervisningen, men deres perspektiver blir ikke tatt hensyn til. Ikke Interaktiv/Dialogisk innebærer at læreren vurderer, utforsker og jobber med ulike perspektiver, uten interaksjon fra elevene. For eksempel kan en lærer ta en eller flere perspektiver fra elevene og komme med det naturvitenskapelige perspektivet, uten at elevene får komme til. Ikke Interaktiv/Autoritativ er et eksempel på det som Mortimer og Scott (2003) mener er standard for forelesninger. Læreren presenterer et spesifikt naturvitenskapelig perspektiv, uten noen interaksjoner (ibid).

Mortimer og Scott (2003) har identifisert to vanlige typer for mønstre i diskurser (**Patterns of discourse**). Det første, og mest vanlige, mønsteret er I-R-E (Initiation, response, evaluation). Lærer initierer ved å stille et spørsmål, elever gir respons og tilslutt evaluerer læreren svaret. Det andre mønsteret som går igjen er I-R-F (Initiation, response, feedback). Her vil læreren gi tilbakemelding på responsen, istedenfor evaluering, som kan bidra til at elevene utvikler sitt eget ståsted. Denne typen for diskurs kan også forgå i kjeder; I-R-F-R-F-R-, og variere i lengde. Mortimer og Scott (2003) peker på at ved en interaktiv/autoritativ tilnærming oppstår ofte I-R-E mønstre, mens ved en interaktiv/dialogisk tilnærming oppstår det kjeder med I-R-F-R-F-.

Det siste aspektet ved rammeverket til Mortimer og Scott (2003) handler om hvordan læreren jobber for å utvikle den naturvitenskapelige fortellingen og gjøre den tilgjengelig for hele klassen (*Teacher interventions*). Mortimer og Scott (2003) har identifisert noen hovedformer for hvordan læreren jobber med å utvikle den naturvitenskapelige fortellingen og gjøre den tilgjengelig for alle: "(...) shaping ideas; selecting ideas; marking key ideas; sharing ideas; checking student understanding; reviewing" (s. 45). I tillegg har Mortimer og Scott (2003) laget en tabell over de ulike punktene, hvilket fokus de har og hva lærere kan gjøre (gjengitt i tabell 4).

Table 3.2 Teaching interventions

Teacher intervention	Focus	Action the teacher might take
1 Shaping ideas	Working on ideas, developing the scientific story	Introduce a new term; paraphrase a student's response; differentiate between ideas
2 Selecting ideas	Working on ideas, developing the scientific story	Focus attention on a particular student response; overlook a student response
3 Marking key ideas	Working on ideas, developing the scientific story	Repeat an idea; ask a student to repeat an idea; enact a confirmatory exchange with a student; use a particular intonation of voice
4 Sharing ideas	Making ideas available to <i>all</i> the students in a class	Share individual student ideas with the whole class; ask a student to repeat an idea to the class; share group findings; ask students to prepare posters summarizing their views
5 Checking student understanding	Probing specific student meanings	Ask for clarification of student ideas; ask students to write down an explanation; check consensus in the class about certain ideas
6 Reviewing	Returning to and going over ideas	Summarize the findings from a particular experiment; recap on the activities of the previous lesson; review progress with the scientific story so far

Tabell 3, lærerens handling, Mortimer og Scott (2003, s. 45)

2.3.3. Et eksempel på bruk av "En kommunikatív tilnærming"

Ratinen, Viiri, Lehesvuori, og Kokkonen (2015) presenterer resultatene, og analyserer underveis, i fire deler hvor hver del representerer et undervisningsopplegg. Det var lærerstudenter som planla og gjennomførte undervisningsoppleggene. Lærerstudentene var gjennom et innføringskurs slik at de blant annet skulle ha kjennskap til de ulike formene for kommunikasjon. I det første undervisningsopplegget peker de på at oppstarten ikke ble interaktiv/dialogisk, og at dermed ble ikke elevenes førkunnskaper tatt hensyn til. Den planlagte interaktive/dialogisk kommunikasjonen under den utforskende delen av økten ble gjennomført som interaktiv/autoritativ. Mot slutten av økten ble det tydelig brukt interaktiv/dialogisk kommunikasjon. Forfatterne peker på en utfordring som kom frem i dette undervisningsopplegget, det oppsto en spenning mellom interaktiv/dialogisk kommunikasjon og hvordan elevene skulle finne det rette svaret med støtte fra læreren.

I det andre undervisningsopplegget peker Ratinen et al. (2015) på at autoritativ kommunikasjon var dominerende. Lærerstudentene hadde intensjoner og planer om dialogisk kommunikasjon, men det ble ikke gjennomført. I det tredje undervisningsopplegget peker de på at selv om lærerstudentene hadde planer om dialogisk kommunikasjon, hadde ikke undervisningsøkten en oppstart eller avslutning. Ratinen et al. (2015) viser at det var autoritativ kommunikasjon som dominerte, og kommenterer at lærerstudentene hadde manglende kunnskap om de naturfaglige ideene, noe som bidro til en autoritativ kommunikasjon.

I den siste undervisningsøkten peker Ratinen et al. (2015) på at lærerstudenten var opptatt av å sammenligne elevenes perspektiver med naturvitenskapens perspektiv. Ratinen et al. (2015) kommenterer at selv om det var litt dialogisk kommunikasjon i den delen av økten hvor elevene skulle arbeide utforskende, ble det oppfulgt av autoritativ kommunikasjon. Ratinen et al. (2015) peker på at de fleste lærerstudentene hadde kunnskap om passende undervisningsstrategi for dialogisk undervisning, men manglet kunnskap om hvordan faktisk gjennomføre det i klasserommet.

2.4. Oppsummering

Energibegrepet er et omfattende begrep, og som vi har sett på er det flere utfordringer knyttet til deres forståelse og undervisning om energi. Elever har sin eksisterende forståelse av energibegrepet og mye av det blir brukt i dagligtalen. Derimot er det en del forskjeller mellom hvordan energibegrepet blir brukt i dagligtalen og i en naturvitenskapelig sammenheng. For eksempel i dagligtalen blir ofte energi beskrevet som noe vi bruker og konsumerer, mens i en naturvitenskapelig sammenheng er det en abstrakt matematisk ide som alltid er konstant. Videre har vi sett at praktisk arbeid har en sentral rolle i naturfaget, men at dersom den naturvitenskapelige ideen som skal illustreres ikke blir presentert blir arbeidet ofte bortkastet. I tillegg handler praktisk arbeid om å hjelpe elevene å lage koblinger mellom to dimensjoner av kunnskap. Jeg har også valgt å trekke frem hvordan man kan undersøke effektiviteten av praktiske aktiviteter, samt planlegge for en økt effektivitet. Det naturfaglige språket er omfattende og kan for mange elever være vanskelig. I den sammenheng er det behov for gode forklaringer, og som Lemke (1990) understreker må elevene se behovet for en ny forklaring. Videre har jeg trukket frem "Aspect og Analysis" av Mortimer og Scott (2003) som et redskap for planlegging av undervisningssekvenser. Her så vi at ved ulike former for kommunikasjon kan læreren bidra til at elevene får tilgang til den naturvitenskapelige fortellingen og hvordan læreren kan legge til rette for elevenes perspektiver.

Vygotsky (1987) skriver om forskjellen i spontane og naturvitenskapelige begreper, hvor de spontane begrepene utvikles gjennom sosiale interaksjoner med andre mennesker. Derimot utvikles de naturvitenskapelige begrepene gjennom instruksjon, altså undervisning. I den sammenhengen var det jeg ville utvikle et undervisningsopplegg som involverer en sammenstilling av hverdags- og vitenskapelige begreper. Undervisningsopplegget blir beskrevet i kapittel 3.3 og bygger på de teoretiske perspektivene ovenfor.

De tre pilarene er det teoretiske grunnlaget for min studie, og skal bidra til at jeg skal kunne besvare mine forskningsspørsmål. Jeg var interessert i å utforske elevenes forståelse, samt hvordan praktisk arbeid og kommunikasjon kan påvirke deres forståelse. Med et utgangspunkt i Vygotskys arbeid rundt internalisering og språkets rolle ble det for meg naturlig å velge en kvalitativ utforming på studiet.

.

3. Å lære om læring, en metodisk beskrivelse

Energi er kjent som et særdeles vanskelig begrep å undervise i og som diskutert i forrige kapittel har det vært store diskusjoner om hvordan man kan snakke om og undervise i energi for å kunne øke elevenes naturvitenskapelige forståelse. Dette studiet innebærer blant annet en undervisnings-intervensjon, samt en pre- og posttest for å bedre forstå nytten av undervisnings-intervensjonen. Målet har vært å kunne lære å forstå mer om hvordan et undervisningsopplegg kan påvirke elever på 6. trinnns forståelse av energibegrepet. Mitt metodiske rammeverk for utførelse er teoretisk fundamentert i de tidligere studier som er gjort med henhold til hvordan man kan, i en klasse situasjon øke barns naturvitenskapelige forståelse.

I startfasen av et prosjekt hvor en utformer hva man ønsker å undersøke kan det ifølge Crotty (1998) være nyttig å bruke en del tid på å besvare to spørsmål; "First, what methodologies and methods will we be employing in the research we propose to do? Second, how do we justify his choice and use of methodologies and methods?" (s. 2). Svaret på det andre spørsmålet ligger i meningen bak studien, skjønne mer av de pedagogiske virkemidler man må ta i bruk for å kunne øke barnets naturvitenskapelige forståelse som deretter skal kunne gi svar på forskningsspørsmålet; Hvordan påvirker undervisningsopplegget elevens forståelse av energi begrepet?

Crotty (1998) peker også på at berettigelsen for bruk av metodologier og metoder relaterer seg til de antagelsene forskere har med seg inn i et forskningsprosjekt. Ved å spørre seg selv om disse antagelsene, er ifølge Crotty (1998), det samme som å spørre om en forskers teoretisk perspektiv. Deretter peker Crotty (1998) på at forskerens forståelse av hva menneskelig kunnskap er og hvilke karakteristiske trekk kunnskap har vil være med på å gi gode svar på spørsmålene som ble nevnt innledningsvis. For å kunne gi grundig svar på spørsmålene nevnt innledningsvis, bør en ifølge Crotty (1998) stille to spørsmål til. Det ender med totalt fire spørsmål man som forsker bør tenke over, drøfte og svare på i løpet av forskningsprosjektet.

What *methods* do we propose to use? What *methodology* governs our choice and use of methods? What *theoretical perspective* lies behind the methodology in question? What *epistemology* informs this theoretical perspective?

(Crotty, 1998, s. 2)

Metodene er teknikker og prosesser som forskere bruker for å samle inn og analysere data, og gitt vårt mål om å identifisere og berettige forskningsprosessen blir det skrevet detaljerte beskrivelser av hvilke metoder som brukes og hvordan. Noen metoder som nevnes er spørreundersøkelser, observasjoner og intervjuer, men det finnes mange flere (Crotty, 1998).

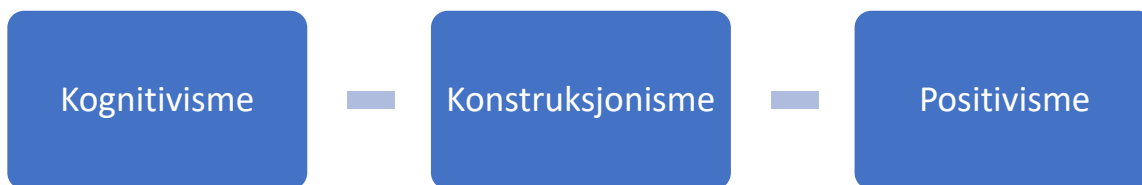
Deretter vil en beskrivelse av strategien, eller forskningsdesignet, gi en pekepinn på hvilke metoder som skal brukes og samtidig koble dem sammen med ønsket utfall. Ifølge Crotty (1998) kreves det at man som forsker beskriver mer enn bare metodikken, man skal også *redegjøre for begrunnelsene det gir for valg av metoder og de spesielle formene for metoder som blir brukt*. Her nevnes også noe ulike typer for metodologi; etnografi, fenomenologi, diskursanalyse og grounded theory (Crotty, 1998).

I neste omgang bør man ifølge Crotty (1998) beskrive sitt filosofiske ståsted som bakgrunn for valg av metodologi, samt hvordan det kan gi en kontekst for prosessen. Mennesker vil, om vi vil eller ikke, ta med seg flere antagelser inn i metodikken og derfor er det viktig at man forklarer hva disse antagelsene er. Det kan gjøres ved at man som forsker forklarer sitt teoretiske perspektiv, ens oppfatning av den menneskelige verden og samfunnet, vil være en redegjørelse av antagelsene som forskerne tar med seg inn i prosjektet (Crotty, 1998).

Som nevnt ovenfor er mitt valg av metode teoretisk informert. Det betyr at måten jeg bygger opp min studie på metodisk knytter seg til en lengre pedagogisk tradisjon som omhandler hvordan man kan øke barns forståelse av naturvitenskapelige fenomener. Studien min er i all hovedsak kvalitativ. Jeg vil først beskrive den kvalitative metodens kjennetegn før jeg deretter går nærmere inn på hvordan jeg metodisk har valgt å gå fram.

3.1. Kvalitativ metode

Kvalitativ forskning innebærer å forstå deltakerens perspektiv, hvor en kvalitativ forsker retter blikket mot deltagerens hverdagshandlinger i sin naturlige kontekst. I min studie er hverdagslivet, klasserommet og den umiddelbare læringskonteksten en del av den naturlige konteksten. Jeg benytter meg av kvalitativ metode, da det å forstå deltakerens perspektiv er en del av kjernen i mitt forskningsspørsmål. Forskerblikket mitt er påvirket av mitt teoretiske utgangspunkt hvis teoretiske antagelser rettleder mitt arbeid (Postholm, 2010). Positivism, konstruktivism og kognitivism er tre teoretiske ståsteder som innehar perspektiver som gir uttrykk for ideer om hvordan man kan skape ny kunnskap, fange opp kunnskap og hvordan alle ting henger sammen. Teoriene vil dermed inneholde både ontologiske, epistemologiske og metodiske perspektiver (ibid). Postholm (2010) plasserer positivismen og kognitivismen som to ytterpunkter, mens konstruksjonisme befinner seg mellom de to.



Figur 9, tre teoretiske ståsteder

Innenfor positivismen blir læring sett på som et minne av sanseinntrykk og en registrering av verden utenfor, og kunnskap blir sett på som uavhengig av mennesker. Kunnskapen eksisterer i omverden, og for oss mennesker handler det om å finne denne nye kunnskapen (ibid). I motsetning til positivismen kommer kunnskap til syne og blir aktivisert ved påvirkning utenfra i kognitivismen. Mennesket har en iboende kunnskap som enhver får tildelt ved å være en del av menneskeheten (ibid). Innenfor konstruktivismen, som mitt teoretiske rammeverk slutter seg til er mennesket betraktet som ansvarlig og handlende, og kunnskap oppfattes som en konstruksjon av forståelse og mening skapt i en sosial sammenheng (ibid).

Ontologi, epistemologi og aksiologi er tre begreper som Postholm (2010) mener representerer et innhold som sier noe om kvalitativ forskning og forskerens rolle. Ontologi handler om hva som er og hva som kan bli kjent for mennesker, og retter fokuset mot virkeligheten og hvordan den er (ibid). Jeg vil se noe som virkelig dersom virkeligheten er konstruert av personene i den aktuelle settingen, og at mening er sosialt konstruert av personer i deres livsverden (ibid). Innenfor kvalitativ forskning dreier epistemologi seg om forholdet mellom forskeren og forskningsdeltakeren, hvor det i motsetning til andre forskningstradisjoner vil det i kvalitativ forskning opprettes et nært samarbeidsforhold (ibid). I min studie har det bli etablert et nært samarbeidsforhold mellom meg og Inge, ettersom vi både kjenner hverandre fra før, men også gjennom et grundig planleggingsarbeid. I tillegg har jeg etterstrebet å få et godt samarbeidsforhold med elevene, slik at de kunne føle seg trygge som informanter for min studie. Aksiologi dreier seg om læren om verdier, og et fellestrekk for all kvalitativ forskning er at den er verdiladet (ibid). I tillegg har jeg innsett at forskningen blir påvirket av mine subjektive teorier, og derfor presentert mine perspektiver og meninger i forskningsteksten.

I kvalitative studier tar forskeren utgangspunkt i betingelsene i den aktuelle situasjonen, og vil derfor ha en induktiv tilnærming til forskningsstedet. En induktiv tilnærming innebærer at en plan kan aldri være helt fastlagt på forhånd, men at planen endres underveis i studiet (ibid). Tidligere ble det nevnt at jeg fokuserer på deltakerne sitt perspektiv, og det er perspektivene deres som avgjør om mine antagelser opprettholdes eller ikke. Jeg møter forskningsdeltakerne

med noen antagelser, teorier og forskningsspørsmål som hjelper meg i å fokusere datainnsamlingen, men samtidig må jeg være åpen for at andre forhold kan tas med i forskningsarbeidet. I den sammenheng foregår det en interaksjon mellom induksjon og deduksjon (ibid). Innledningsvis i denne oppgaven har jeg skrevet litt om min bakgrunn for denne oppgaven, og jeg vil trekke frem at nettopp min bakgrunn har vært med å påvirke mitt flere av mine valg gjennom forskningsprosessen. Dersom jeg hadde en annen bakgrunn, kan det hende at jeg hadde gjort annerledes valg i forskningsprosessen.

3.1.1. Fenomenologi

Mitt metodiske rammeverk er videre informert av fenomenologiske aspekter. Dette da det kan være nyttig å forstå den hermeneutiske prosessen som all persepsjon, forståelse og læring inngår i. Som utredet i min teoretiske gjennomgang er det viktig å kunne forstå hvordan man kan ta utgangspunkt i hverdagslige erfaringer når man skal lære barn om abstrakte fenomener som for eksempel energi. Fenomenologiske studier beskriver ifølge Postholm (2010) meningen mennesker legger i en opplevelse knyttet til et fenomen. Fenomenologiske studier er utviklet med utgangspunkt både i filosofi og psykologi. Innen fenomenologien kan man grovt skille mellom studier som har et sosiologisk eller et psykologisk, individuelt perspektiv. En sosial-fenomenologisk tilnærming innebærer at forskeren undersøker grupper av mennesker og hvordan de bevisst skaper mening i en sosial interaksjon, og har derfor som hensikt å forske på grupper av mennesker (ibid). I min studie betyr dette at et viktig utgangspunkt er barnets allerede eksisterende forståelse av energi. Kvale og Brinkmann (2015) trekker frem at innenfor kvalitativ forskning er fenomenologien mer bestemt et begrep som omhandler en interesse for å forstå sosiale fenomener med utgangspunkt i deltakernes perspektiv.

Rundt år 1900 ble fenomenologien grunnlagt som filosofi av Edmund Husserl, og noen av hans filosofiske perspektiver gikk ut på at forskeren skulle oppnå kunnskap om erfaringer og ved hjelp av det reflekterende selvet (Postholm, 2010). Subjektiv og objektiv er ifølge Husserl fletter sammen, hvor han mente at den objektive virkeligheten egentlig er en subjektiv virkelighet. Dette betyr at det er barnets forståelse av energi som oppleves av barnet selv som den objektivt sanne. Oppfattelsen av objektets virkelighet er avhengig av et subjekt, det vil si barnets forståelse. Deretter forekommer en forening av det opplevde og faktiske inntrykket. Objektet slik det fremstår i den naturlige verden blander seg med objektet slik det fremtrer i bevisstheten, og på denne måten blir kunnskap og mening utviklet (ibid).

I tillegg til å være interessert i enkeltelevers meninger og eksisterende kunnskap, er jeg interessert i klasserommet og dets sosiale læringskontekst. Derfor blir mitt metodiske rammeverk videre informert av klasserommet og tilhørende elever som kasus.

3.1.2. Kasusstudier

I min studie ser jeg klasserommet og dets sosiale læringskontekst som rammer for min studie. Det er klasserommet og det som foregår der som er mitt kasus. En kasusstudie blir definert som en utforskning av et system som er tids- og stedbundet, hvor da klasserommet blir mitt system som skal utforskes og er tids- og stedbundet. I en kasusstudie av klassen blir man særskilt opptatt av å utforske hverdagslige handlinger og praksiser i klasserommet. Dette metodiske utgangspunktet gir meg en mulighet til å studere læring som praksis i sine naturlige omgivelser. Å studere klasserommet som et kasus er i utgangspunktet en nøyaktig beskrivelse av det som forgår der. Men, og dette er viktig, et slik kasusstudie av et klasserom kan være beskrivende, men også beskrivende og tolkende, og/eller beskrivende, tolkende og vurderende på samme tid. Dette er slik da utformingen av kasusstudie blir styrt av hensikten med forskningsarbeidet. Dette betyr at mine observasjoner vil bli tolket og vurdert ut ifra mitt teoretiske rammeverk.

Postholm (2010) trekker frem tre ulike former for kasusstudier: indre, instrumentell og kollektiv kasusstudie. Jeg har definert min studie til å være en indre kasusstudie. Dette innebærer jeg ønsker å løfte frem praksiser fra et spesifikt klasserom som mulige tankeredskap for utvikling av praksiser i andre klasserom. De erfaringene jeg gjør meg gjennom denne studien kan være nyttige for andre lærere som skal undervise om energi. Postholm (2010) understreker at det er ingen gitt mal for datainnsamlingsstrategier i en indre kasusstudie. Likevel er slikt at de metodiske strategiene informert av hva som forgår i klasserommet og mitt teoretiske rammeverk.

3.2. Datainnsamling

Datagrunnlaget for min studie er innhentet gjennom en pre- og posttest, intervjuer og observasjoner. Tabell 5 gir en oversikt over hvilke metoder som ble benyttet og hvem som er informantene.

Datatype	Datainnsamlingsmetode	Informanter
Kvalitativ	Observasjon	Læreren (Inge) Elevene
	Lydopptak	Tre grupper med elever
	Semistrukturerte begrepsintervjuer intervjuer	Lærer (Inge) Elever (Damian, Marit og Egil)
	Pretest spørreskjema	Elever i klasse A
	Posttest spørreskjema	Elever i klasse A

Tabell 4, oversikt over datainnsamling

3.3. Utvalg

Grunnlaget for valg av setting og utvalg ligger i hensikten med studiet, og som Postholm (2010) skriver er hensiktsmessig utvalg et generelt utvalgs-kriterium innenfor kvalitativ forskning. I dette forskningsprosjektet ble det gjort flere valg, med utgangspunkt i hensikten, og ettersom det oppstod noen utfordringer underveis. Utgangspunkt mitt var at jeg ønsket å gjennomføre forskningsprosjektet i en 7. klasse. Jeg sendte først et informasjonsskriv til rektor, før jeg noe dager senere tok kontakt per telefon.

Skoleutvalget begynte tidlig med at jeg tok kontakt med en skole hvor jeg tidligere i min utdanning har hatt praksis. Bakgrunnen for dette valget var at jeg hadde et lite håp om at de skulle ha en kjennskap til meg som person, og derfor lettere si ja til å delta. Etter at rektor hadde forhørt seg med aktuelle lærere fikk jeg klarsignal for at jeg kunne komme til dem. En ukes tid senere tok jeg kontakt med skolen for å komme i kontakt med de aktuelle lærerne, men da fikk jeg beskjed om at de ikke kunne ta meg imot – noe hadde oppstått. Videre tok jeg på ny kontakt med andre skoler som jeg har kjennskap til, eller har tidligere studievenner som jobber, men her også uten hell. En rektor kommenterte at lærerne ikke hadde avsatt tid i deres arbeidsdag til å delta i slike forskningsprosjekter. Videre sendte jeg mail til alle rektorene i Stavangerskolene. Noen svarte raskt at de ikke hadde anledning, andre svarte at de sendte mailen videre til de aktuelle lærerne og de fleste ga ikke noe svar. De fleste skolene jeg tok kontakt med per telefon ga raskt beskjed om at de ikke hadde anledning, mens noen skulle forhøre seg med de aktuelle

lærerne. Etter en tid uten noe hell tok en tidligere studievenn, og nå god venn, kontakt og lurte på om jeg ikke kunne gjennomføre prosjektet i hans 6. klasse (22 elever). Etter en liten vurdering og samtale med veileder endte jeg opp med å takke ja til tilbudet og dermed var utvalget av skole gjennomført. Det ble avklart med rektor ved skolen og han fikk klarsignal for at jeg kunne komme på besøk.

Intervjuutvalg ble gjort med utgangspunkt i elevene svar på pre- og posttesten. Her var jeg ute etter elever som ved første øyekast kunne se ut til å ha fått en bedre forståelse for energibegrepet, de som ikke hadde fått en bedre forståelse og eventuelt de som hadde fått en "dårligere" forståelse. Etter analyse av resultatene ble det valgt ut tre elever, hvor jeg kun hadde kjennskap til deres elevkode.

3.4. Planleggingsmøte med læreren

Hensikten med prosjektet var med på å styre litt hvordan jeg ønsket å gjennomføre undervisningen. Et ønske var at undervisningsopplegget kunne deles med andre lærere i ettertid, og derfor ville jeg at læreren selv skulle gjennomføre undervisningen. Det kunne hende at elevene ville oppfatte situasjonen som litt mer reell, og i tillegg kjenner læreren elevene sine. Et annet ønske var at undervisningen skulle være basert på forskning, og derfor var jeg nødt til å lage en skisse for undervisningen. Jeg sitter med den faglige kompetansen rundt energi, mens læreren sitter på god undervisningskompetanse. Derfor ble vi enige om at vi skulle ha et planleggingsmøte, hvor vi utformet den ferdige planen for undervisning og læreren fikk litt kjennskap til det faglige rundt undervisningen.

Før planleggingsmøte laget jeg en skisse med de aktivitetene og hvilket faglig innhold jeg ønsket skulle være med i undervisningen (se vedlegg 2). Etter at planleggingsmøte hadde vi laget en plan for undervisningen, og den vil jeg gå mer i detalj under. Se vedlegg 3 for utfylt planleggingsskjema. Malen for planleggingsskjema er hentet fra de jeg selv brukte i praksis, og Inge har også brukt det samme skjemaet. I tillegg ble det laget en presentasjon som skulle vises på smarttavlen (se vedlegg 13).

3.4.1. Undervisningsopplegget

Vygotskys beskrivelse av den proksimale utviklingssonen viser at en elev kun kan klare å tilegne seg en viss mengde kunnskap på egenhånd, men ved hjelp fra andre vil elevene kunne tilegne seg en større mengde kunnskap. Det er her undervisningsopplegget mitt plasseres, undervisningsopplegget skal hjelpe elevene til å tilegne seg en større mengde kunnskap, gi dem en bedre forståelse for energibegrepet. Hele undervisningsopplegget tar utgangspunkt i mitt

teoretiske rammeverk Strukturen i undervisningen ble laget med utgangspunkt i Mortimer og Scott (2003) sitt rammeverk "Aspect og Analysis" (se kap. 2.3.3). Vi kom frem til at hensikten med undervisningen var å utforske og jobbe med deres perspektiver, samt introdusere og utvikle den naturvitenskapelige fortellingen. Målene for undervisningen ble inspirert av Heron, Micheline, og Stefanel (2008), og vi kom frem til at vi ønsket at elevene skulle:

- Kjenne til hva energi er
- Kjenne til energioverganger
- Kjenne til ulike former for energi.

Videre bestemte vi oss for at innholdet tilhørte Mortimer og Scott (2003) sine kategorier "Everday-scientific" og "description-explanation-generalization". Innenfor den siste kategorien ble det lagt ikke lagt noe vekt på generalisering. Elevene skulle kun beskrive og forklare hva som foregikk i de ulike aktivitetene. Det fører oss over på de ulike praktiske aktivitetene vil valgte å gjennomføre. Her ble alle aktivitetene inspirert av Heron et al. (2008). I den første aktiviteten skulle elevene få utdelt 4-5 ulike matprodukter og lese i næringsinnholdet hvor mye energi de ulike innholdet. Deretter skulle de diskutere hvordan vi mennesker får den energi, og hvor den blir av. Her ønsket vi å bygge videre på elevenes eksisterende forståelse, blant annet knyttet til energi og mennesker, og i resultatene på pretesten var det flere elever som nevnt mat knyttet til energi. I den andre aktiviteten skulle elevene undersøke hvorfor en tråbil beveget seg, og hvorfor Inge ble varm. Elevene fikk utdelt en liten bil laget av en melkekartong, og fikk beskjed om at de skulle bruke fantasien til å tenke seg at Inge satt inni bilen. I den tredje praktiske aktiviteten fikk elevene utdelt noen vindmøller laget av papir, og skulle utforske hvorfor vindmøllen beveget seg og hva som fikk den til å gå fortere. Hensikten var at elevene skulle undersøke hvorvidt ikke-levende objekter også har energi. I den siste aktiviteten skulle elevene få utdelt noen baller av forskjellige materiale og undersøke energioverganger og former for energi. Hensikten her var at vi ønsket at elevene selv skulle peke på hvilke energioverganger de mente var tilstede, og hvilke former for energi. Hver aktivitet ble analysert ved hjelp av Carr et al. (1986) sitt rammeverk "The Guiding Principles" og Millar (2009) sitt rammeverk "PAAI". I vedlegg 3 og 4 har jeg lagt inn resultatene av analysen.

I kjernen av Mortimer og Scott (2003) sitt rammeverk ligger den kommunikative tilnærmingen. Ved ulike tidspunkt i undervisning planla vi hvilke former for kommunikasjon Inge skulle benytte, og i vedlegg 2 står det i når vi planla de ulike formene. Noen hovedtrekk var at vi ønsket at begynnelsen og slutten av hver aktivitet skulle være Ikke-interaktive, mens

diskusjonene underveis skulle være interaktive. I tillegg ble det planlagt å legge størst vekt på interaktiv/dialogisk kommunikasjon. Videre planla vi at Inge skulle gjøre så godt han kunne ved å benytte seg av en IRF struktur i diskusjonene. Rundt de ulike handlingene Inge kunne gjøre underveis, skrev vi ned når vi tenkte at slike handlinger var aktuelle. (Se vedlegg 2, kolonne 5; Teaching interventions)

3.4.2. Setting, en beskrivelse av konteksten

I tredje etasje ligger klasserommet til 6. klasse, hvor 19 elever jobber med matematikkoppgaver. Klokken er 12 og elevene skal snart i gang med de to siste timene med naturfag. Noen elever sitter to og to, mens enkelte sitter tre og tre. Flere sitter med blikket ned i boken og jobber, mens andre er mer opptatt av å snakke med naboen. Elevene sitter ved sine egne pulter og har helt vanlige stoler. Klasserommet er smalt, men med god takhøyde. Ved siden av kateteret henger en krittavle og en smarttavle. Det er en dør inn til et stort grupperom som de deler med de andre klassene. Klasserommet har store vinduer med utsikt over nabolaget. På veggene henger det plakater som elevene selv har laget, mest sannsynlig i kunst og håndverk. Derimot er det lite naturfaglige som henger på veggene. Bakerst i klasserommet finner vi hyllene til elevene hvor de oppbevarer papirer, lesebøker og skrivebøker.

Læreren får klassen til ro og informerer om at jeg har ankommet. Videre gir han meg ordet, slik at jeg kan gi litt informasjon rundt hva de skal gjøre. Blant annet viser jeg dem lydopptakerne som skal ligge på pulten. Flere elever synes det var spennende at de skulle ha telefoner på pulten. Etter at jeg er ferdig med informasjonen kommer Inge inn og gjør seg klar til undervisning. Han ber elevene legge vekk det de har på pulten mens han finner frem presentasjonen. Elevene har akkurat hatt en matematikktime, men har ikke noe friminutt mellom timene. Derimot skal de ha et friminutt midt i naturfagstimen.

Jeg setter meg på en stol bakerst i klasserommet og finner frem briller og notatbok. Jeg legger merke til at flere elever gir uttrykk for at de begynner å bli slitne og klare for å avslutte dagen. Videre er det andre elever som er mer opptatt av å snakke med sine medelever enn å gjøre det de skal. Inge får klassen til ro, og setter i gang med undervisningen.

3.5. Observasjon som metode

Alle mennesker observerer, enten det er det biologiske mangfoldet rundt seg på en skogstur eller hvordan mennesker beveger seg utenfor kontorvinduet. På en skogstur kan en se grønne planter og blomster, kjenne på lukten av furu og føle stillheten rundt seg. Mennesker som beveger seg forbi kontorvinduet kan se ut som har det veldig travelt ved at de neste småløper

forbi, mens andre kan ha god tid og tusle stille forbi. En observasjon innebærer å bruke alle sansene; inntrykkene vi får gjennom sansene påvirker vår opplevelse, og dermed observasjonen (Postholm, 2010).

Hva jeg observerer blir påvirket av mine individuelle, subjektive teorier, noe som medfører at tidligere erfaringer og opplevelser påvirker hva jeg observerer. Derimot er det en forskjell mellom hva jeg observerer i hverdagen og hva jeg som forsker observerer i et forskningsprosjekt. Jeg har et fokusområde, observasjonene er systematiske og hensiktsmessige. I hverdagen kan jeg observere alt fra hvordan en fugl sitter på en lyktestolpe og synger til hvordan mennesker oppfører seg i sosiale settinger. Derimot vil jeg i denne studien ha et fokus på elevenes perspektiver, slik at jeg kan få en forståelse for hvordan deres forståelse oppfører seg. I tillegg vil jeg, som beskrevet av Postholm (2010), være opptatt av å observere handlinger i sin naturlige setting. De ulike individuelle teoretiske perspektivene jeg har kan lede frem til ulike forskningsspørsmål, og hjelper meg til å forstå de ulike prosessene som observeres. Min bakgrunn, meg som mennesket har vært med på å forme denne studien, samt hva jeg ønsker å undersøke. I tillegg vil observasjonene medføre at jeg videreutvikler min teoretiske kunnskap. Dermed foregår det en stadig interaksjon mellom induksjon og deduksjon (ibid).

3.5.1. Forskerens rolle

Postholm (2010) peker på at det er viktig at før en forsker skal å ut i forskningsfeltet bør han gjøre seg bevisst hvilken rolle han skal ha, og at forskningsdeltakerne informeres om hvilken rolle forskere har. I Postholm (2010) blir det beskrevet fire roller en forsker kan ha, og beveger seg langs et kontinuum fra fullstendig observatør til fullstendig deltaker. Å være fullstendig observatør innebærer at man som forsker er tilstede på forskningsfeltet, man blir nærmest en flue på veggen og vil ikke delta i handlingsprosessen. På den andre siden finner man fullstendig deltaker, hvor forskeren selv deltar i handlingsprosessen (ibid). I tillegg kan forskeren ha ulike medlemskapsroller under observasjonene, og benevnes som *den perifere*-, *den aktive*- og *den fullstendige medlemskapsrollen*. Førstnevnte kan minne litt om fullstendig observatør, hvor forskeren er tilstede på forskningsfeltet og samarbeider nært nok med forskningsdeltakerne uten å bli den del av selve gruppen. Den aktive medlemskapsrollen beskriver forskere som er involvert i forskningssettingens aktiviteter, og tar ansvar for deler av gruppen. Forskere som har en fullstendig medlemskapsrolle tilhører settingen det forskes på, eksempelvis hvis en lærer forsker i sitt eget klasserom (ibid). Undervisningsopplegget ble gjennomført på en måte som skulle gjenspeile en reell situasjon, hvor deres lærere gjennomførte opplegget uten noe mer

hjelpe enn vanlig. Derfor valgte jeg en rolle som fullstendig observatør, med en perifer medlemskapsrolle. Klassen ble informert om min rolle, slik at de ikke skulle henvise seg til meg hvis de trengte hjelp. Som en støtte til observasjonene valgte jeg å benytte meg av lydopptaker på tre av de fire gruppene. Da kunne jeg i ettertid høre gjennom opptakene og se nærmere på diskusjonene som foregikk under aktivitetene. Selv om jeg valgte å ha en rolle som "flue på veggen", vil jeg fremdeles være tilstede i klasserommet. Elevene ser meg og vet hva jeg skal gjøre, noe som kan være med å påvirke hvordan de oppfører seg og presterer.

Postholm (2010) beskriver den fortolkende tradisjon, som sammenstiller forskeren som fullstendig observatør og den perifere medlemskapsrollen. Innenfor denne tradisjonen er forskeren opptatt av å få et innblikk i deltakernes perspektiv, og forstå deres handlinger på forskningsstedet (ibid).

3.5.2. Observasjonsprosessen

I forkant av observasjonen utarbeidet jeg et observasjonsskjema (se vedlegg 5) for å kunne gjøre hensiktsmessige observasjoner. Her fokuserte jeg på den praktiske aktiviteten elevene skulle gjennomføre, og kommunikasjonen mellom lærer og elever. I tillegg til observasjonsskjema bruke jeg notatbok hvor jeg kunne skrive ned umiddelbare tolkninger eller analyser. Her tok jeg inspirasjon fra Postholm (2010) sin beskrivelse av dokumentasjon av observasjoner. I tillegg ble det tatt lydopptak av undervisningen, henholdsvis tre grupper og lærer. Disse skulle brukes som en støtte til mine egne observasjoner.

Lydopptakene fra undervisningen ble ikke transkribert, da elevene i gruppene ofte snakket samtidig og gjorde det vanskelig å skrive ned alt som ble sagt. Transkripsjon av observasjonsopptakene ville nok ikke vært brukbare, og heller ikke fruktbare. Derimot valgte jeg å høre gjennom opptakene og skrive ned tidspunkt og innhold i det som elevene snakket om. Her fokuserte jeg på de tidspunktene når det var elever på den aktuelle gruppa som snakket, og når de diskuterte relevante tema. I tillegg tok jeg opptak av læreren, slik at jeg kunne høre hvordan han kommuniserte med elevene. Her var jeg ute etter kommunikasjonen mellom læreren og elever, eller hele klassen.

3.5.3. Evaluering

Observasjonene var ikke uten utfordringer, og jeg vil trekke frem at det var en utfordring å observere tre grupper samtidig. Her kunne jeg med fordel ha valgt en gruppe jeg skulle observere i mer detalj. Så kunne lydopptakene fungert som en observasjon av de andre

gruppene, men samtidig ville jeg ikke kunne sett hva de holdt på med. En annen løsning var at jeg heller kunne sett litt overordnet på alle gruppene, og latt lydopptakene ta seg av detaljene.

3.6. Det kvalitative forskningsintervjuet

Samtale har lenge vært en vesentlig del av mennesket livsverden, og det er ved hjelp av språk og tegn at mennesker har kunnet svare på andres spørsmål og gi uttrykk for følelser, tanker, handlinger og intensjoner. Det har gjort det mulig at mennesker har fått et innblikk i andres livsverden (Postholm, 2010). Forskere innenfor den fortolkende tradisjon er opptatt av å forstå forskningsdeltakerne sine handlinger på forskningsstedet, og denne forståelsen innebærer en empatisk forståelse av personene og handlingene i lys av deres historiske og sosiale kontekst. Det innebærer at forskeren inntar en subjektiv rolle, og sammen med forskningsdeltakeren konstrueres virkeligheten innenfor rammen av den sosiale, historiske og kulturelle konteksten (ibid). Innenfor en slik tradisjon vil intervjuet fortone seg som en jevnbyrdig samtale, hvor forskningsdeltaker også kan komme med spørsmål og tema i samtalen.

Kvale og Brinkmann (2015) presentere syv stadier i en intervjuundersøkelse og har som formål å sette forskeren i stand til å ta veloverveide beslutninger om metode basert på "(...) kunnskap om temaet for undersøkelsen, de foreliggende metodologiske valgmulighetene, deres etiske implikasjoner og valgenes forventede konsekvenser for intervjuprosjektet som helhet" (s. 134). Det første stadiet innebærer en tematisering av undersøkelsen, hvor forskeren beskriver hvordan han oppfatter emnet som skal undersøkes. Her vil forskeren først måtte svare på hvorfor- og hva-spørsmål, før han svarer på hvordan. Det andre stadiet innebærer en planlegging av selve studien, hvor en tar hensyn til alle de syv stadiene, før man planlegger intervjuarbeidet. Deretter planlegger man med henblikk på den kunnskapen man ønsker å innhente, og studiens moralske implikasjoner. I det neste stadiet gjennomfører man selve intervjuet ved hjelp av en intervjuguide, og med et reflektert syn på kunnskapen som søkes og intervjuets kontekst. Her er det også viktig å ta hensyn til intervjusituasjonens mellommenneskelige relasjoner. Videre i det neste stadiet handler det om transkribering, en klargjøring av datamaterialet for analysen. Deretter vil en i neste stadiet kunne velge analysemetode på grunnlag av undersøkelsens formål og emneområde. Før en i det siste stadiet rapporterer undersøkelsesfunnene og metoden bør en undersøke intervjufunnenes generaliserbarhet, pålitelighet og validitet (Kvale & Brinkmann, 2015). Det første stadiet blir gjennomgått i første kapittel som omhandler oppgavens hensikt og bakgrunn.

3.6.1. Kvalitet i forskningsintervjuer

Livsverden, mening og mellommenneskelig situasjon er noen fenomenologisk inspirerte aspekter som Kvale og Brinkmann (2015) trekker frem når de karakteriserer det kvalitative forskningsintervjuet. Førstnevnte beskriver emnet for kvalitative intervjuet, hvor det er deltakernes hverdagsverden, den verden de møter i dagliglivet og slik den fremtrer i den middelbare og umiddelbare opplevelse. Den verden vil også være uavhengig og forut alle forklaringer. Mening er sentrale temaer i deltakerens livsverden som forskeren gjennom intervjuet søker etter å forstå, han fortolker og registrerer meningen med det som sies og måten det sies på. Det er i et samspill mellom mennesker at kunnskapen skapes, to mennesker som agerer overfor hverandre og påvirker hverandre. Dersom en bytter ut et av individene med et annet kan det skapes et annet samspill, og kanskje produsere annen kunnskap (ibid).

Kvaliteten på intervjuet er avgjørende for kvaliteten på senere analysering, verifisering og rapportering (Kvale & Brinkmann, 2015). I den sammenheng presenterer Kvale og Brinkmann (2015) noen kvalitetskriterier for forskningsintervjuet, hvor de tre siste punktene omhandler det ideelle intervjuet:

- Idealintervjuet blir i stor grad tolket mens det pågår.
- Intervjueren forsøker i løpet av intervjuet å verifisere sine fortolkninger av intervjupersonens svar.
- Intervjuet er "selvkommuniserende" – det er i seg selv en fortelling som ikke krever særlig ekstra kommentarer og forklaringer.

(Kvale & Brinkmann, 2015, s. 194)

Kvalitetskriteriene som er nevnt her kan oppleves som uopnåelige idealer, derimot kan de fungere som retningslinjer for en god intervju praksis (ibid).

Enkelt intervju personer kan virke bedre enn andre, ved at de er motiverte, samarbeidsvillige, kunnskapsrike og veltalende. Videre kan de gi konsistente og ærlige svar, samt svare presist på spørsmål fra intervjueren. Slike personer kan virke behagelige for intervjueren, men det er ikke nødvendigvis slik at de gir den mest verdifulle innsikten i forskningstema. Den idealiserte intervju personen som blir beskrevet her minner ifølge Kvale og Brinkmann (2015) om en intellektuell person fra den øvre middelklasse. Hens meninger er ikke nødvendigvis representative for resten av befolkningen. På den andre siden kan enkelte intervju personer virke utfordrende for intervjueren, men Kvale og Brinkmann (2015) peker på at det er intervjuerens oppgave å motivere og tilrettelegge for intervju personens fortellinger. Intervjueren bør være kunnskapsrik innenfor temaene som utforskes, og ha god forståelse for menneskelig interaksjon. I tillegg bør man mestre samtalemessige ferdigheter, være språklig dyktig og ha et

øre for intervjupersonens språkstil (ibid). Kvale og Brinkmann (2015, s. 196) presenterer så en tipunkts liste over kvalifikasjonskriterier for intervjueren. Blant annet trekker de frem at intervjueren skal være vennlig, følsom, åpen og styrende. Det handler om at intervjueren skal være avslappet slik at intervjupersonene får en følelse av at de kan komme med den informasjonen de sitter på. En følsom intervjuer lytter aktivt til det som blir fortalt, og samtidig er åpen for hvilke deler av intervjutemaet som er viktig for intervjupersonen. Det er også viktig at intervjueren er styrende, i den grad at han vet formålet med intervjuet og er ikke redd for å avbryte intervjupersonens digresjoner (ibid).

Jeg ser ikke på meg selv som en ekspert innenfor intervju som metode, men har lest gjennom og noterte meg hva som er viktig i selve intervjusituasjonen. Kvale og Brinkmann (2015) sine lister over kvalitets- og kvalifikasjonskriterier ble brukt som retningslinjer for hvordan jeg gjennomføre mine intervjuer. For meg har det blitt mer tydelige etter hvert hvor viktig planleggingsfasen tilknyttet intervjuene er, og at det er mange aspekter ved et intervju.

3.6.2. Planlegging av intervjuene

Kvale og Brinkmann (2015) trekker frem en rekke forskjellige variasjoner av det kvalitative forskningsintervju, hvor jeg har benyttet meg av det de beskriver som et begrepsintervju. Formålet med begrepsintervju kan være at forskeren er interessert i å utforske en persons oppfatning av et fenomen (ibid). I intervjuer med barn er det et par aspekt en som voksen forsker bør være klar over. For det første lar barn seg lett lede av voksnes spørsmål, noe som kan medføre at de kommer med upålitelig eller direkte misvisende informasjon (ibid). For det andre er det viktig at det stilles alderstilpassede spørsmål, og ikke for lange spørsmål eller flere spørsmål samtidig. utfordringer knyttet til intervjuer med voksne kan tilspisse seg i intervjuer med barn (ibid). Et siste aspekt er at intervjuene gjennomføres i barnets naturlige omgivelser, da gjerne på skolen i et grupperom eller lignende, og kan bidra til at det bygges broer mellom barnet og den voksne intervjueren (ibid). Vedlegg 6 er intervjuguiden som ble laget for intervjuene med eleven, mens vedlegg 7 ble laget for intervjuet med læreren.

Intervjuene med elevene ble planlagt som et halvplanlagt formelt intervju, og innebærer at jeg laget noen hovedkategorier og noen forslag til spørsmål under hver kategori (Postholm, 2010). Kategoriene ble utgangspunktet for intervjuet, men samtidig var jeg åpen for at elevene kunne komme med spørsmål eller tema som de mente var meningsfulle. Kategoriene og spørsmålene ble laget ut i fra det som Postholm (2010) beskriver som "(...) forskerens erfaringer, med utgangspunkt i teori og observasjoner, samt dokumentanalyse og foreløpige analyser,

tolkninger og antagelser" (s. 77). Spørsmål 3 og 4 tar utgangspunkt i teori, mens spørsmål 2 tar utgangspunkt i en foreløpig analyse av resultatene i pre- og posttest. I tillegg ble Kvale og Brinkmann (2015, s. 166-177) sine ulike typer for intervju spørsmål brukt som inspirasjon til hvordan spørsmålene ble formulert. Postholm (2010) peker på at forskere innenfor den fortolkende tradisjonen, er som tidligere nevnt, opptatt av å forstå forskningsdeltakernes handlinger på forskningsstedet og det halvplanlagte, formelle intervjuet blir hyppig brukt i en slik kontekst.

Intervjuet med læreren ble i likhet med intervjuene med elevene planlagt som et halvplanlagt formelt intervju, hvor jeg hadde laget noen hovedkategorier og forslag til spørsmål. Det var også her åpent for at læreren kunne bringe inn spørsmål, eller komme med refleksjoner rundt deler av undervisningen som han synes var interessant. Intervjuet skulle gjennomføres i etterkant av undervisningen, slik at umiddelbare refleksjoner fra læreren skulle komme frem i lyset. Intervjuet ble planlagt til å vare i 45 minutter.

Kvale og Brinkmann (2015) trekker frem at aktiv lytting er like viktige som spørreteknikker, intervjueren må kunne lytte til hva som sies og hvordan det sies. Det handler om kunsten å stille oppfølgende spørsmål, hvordan han tar muligheten til å fortsette intervjuet på en fruktbar måte som vil kunne bidra til å svare på forskningsspørsmålet. Deretter presenterer Kvale og Brinkmann (2015, s. 171) noen responser som gir muligheter for å fokusere på ulike elementer av svaret. Det er vanskelig å planlegge oppfølgende spørsmål og derfor valgte jeg å ta med meg flere av spørsmålene inn i intervjuet, slik at jeg var bevisst hvordan jeg kunne stille oppfølgende spørsmål.

De første par minuttene av et intervju er avgjørende og innebærer at forskeren bør iscenesette intervjuet slik at forskningsdeltakere ikke følger seg utilpass (Kvale & Brinkmann, 2015). Før intervjuet ble det planlagt en kort introduksjon hvor jeg informerte eleven og læreren om hensikten med intervjuet, hva lydopptakeren skal brukes til og om de innledningsvis hadde noe de lurte på. I tillegg ble det informert om at jeg ikke var ute etter et riktig svar, men at eleven skulle svare det han eller hun mente var riktig og begrunne hvorfor, og at hvis jeg underveis skrev noe på papiret var det kun fordi jeg kom på et spørsmål som jeg ikke hadde skrevet ned på forhånd. Dette er hva Kvale og Brinkmann (2015) kaller en briefing før intervjuet starter. I tillegg trekker de frem at det kan være hensiktsmessig å stille et eller flere avsluttende spørsmål. Her valgte jeg å stille elevene og læreren et spørsmål om de hadde noe mer de ønsket å fortelle.

3.6.3. Gjennomføring av et intervju

Intervjuer bør foregå i en setting hvor deltakeren skjermes for forstyrrelser og forskere bør forholde seg rolig og avslappet, slik at forskningsdeltakeren opplever et trygg atmosfære under intervjuet (Postholm, 2010). To av elevintervjuene ble gjennomført i klasserommet, da klassen hadde timer i andre klasserom, mens et ble gjennomført i et grupperom ved siden av klasserommet. Innledningsvis i alle intervjuene ble det gjennomført en briefing, og alle intervjuene avsluttet med at elevene fikk muligheten til å fortelle om de hadde noe på hjertet. Det ble også informert om at intervjuet ville ta 30 minutter. Det første intervjuet ble forstyrret underveis av at en lærer kom inn i klasserommet og skulle spørre meg om noe. Det andre intervjuet ble også forstyrret, denne gangen var det en annen elev som kom inn fra friminutt og skulle legge en ball i klasserommet. Selv om det ble avbrudd underveis, virket det som om forskningsdeltakerne ikke ble påvirket i særlig grad. Det siste intervjuet, som ble gjennomført på et grupperom ved siden av, ble ikke direkte forstyrret av at noen kom inn, men grunnet at klassene skulle spise ble det en del lyd. Her var det tydelig at forskningsdeltakeren ble veldig påvirket av lyden rundt. Elevintervjuene ble avholdt 4 uker etter undervisningsopplegget.

Intervjuet med læreren ble gjennomført i etterkant av undervisningen på et møterom, og ble ikke forstyrret underveis. Derimot tok intervjuet lengre tid enn planlagt, og fikk derfor begrenset tid i slutten til å gå gjennom siste del av intervjuet. Siste spørsmål i intervjuguiden (vedlegg 7) omhandlet en gjennomgang av Millar (2009) sitt rammeverk "The Practical Activity Analysis (PAAI)", og grunnet mangel på tid ble det kun fokusert på siste del av analyseverktøyet. Enkelte steder var det fruktbart å stille oppfølgende spørsmål, og det ble bevisst tatt hensyn til hvordan Kvale og Brinkmann (2015) beskriver ulike måter å stille slike spørsmål.

3.6.4. Transkribering

En transkripsjon er en oversettelse fra talespråket til skriftspråket. Et intervju er en samtale mellom to mennesker, ansikt til ansikt. I en transkripsjon blir samtalen mellom mennesker abstrahert og fiksert i skriftlig form. Et forsøk på å skape ordrette transkripsjoner av intervjuet skaper hybrider, konstruksjoner som kanskje ikke er dekkende for den skriftlige formelle stil, eller den levende muntlige talen (Kvale & Brinkmann, 2015).

Transkriberingen ble gjennomført ved hjelp av transkripsjonspedal og skrevet i et Word-dokument. Det ble med vilje utelatt bekreftelses ord fra meg, da ofte i form at "Ja" "Mhm" "Ehm" osv. Kvaliteten på lydopptakene viste seg å ikke være veldig bra, så det var til tider

vanskelig å høre hva elevene/læreren sa. I tillegg var det veldig vanskelig, som Kvale og Brinkmann (2015) peker på, å skape en ordrett transkripsjon. Det er så mye i den muntlige talen som man ikke klarer å fange opp ved å skrive det ned. Jeg gjorde forsøk, der det var viktig, å skrive ned hendelser som krevde litt mer detaljtranskribering.

3.6.5. Evaluering

Intervjuet med læreren kunne med fordel ha blitt gjennomført i to omganger, hvor første del kunne omhandlet de umiddelbare refleksjonene rundt den gjennomførte undervisningen. Andre del kunne blitt gjennomført i etterkant av intervjuene med elevene og omhandlet de teoretiske aspektene ved undervisningen. I tillegg ville det vært fruktbart å gjennomføre elevintervjuene litt lengre ut i analyseprosessen, da det dukket opp ting jeg burde ha spurt dem om.

3.7. Pre- og posttest

Intervjuene fanger opp elevenes perspektiver, og jeg har muligheten til å be dem utdype deres svar. Derimot var det kun tre elever som skulle intervjues, og jeg hadde ingen kjennskap til hvordan resten av klassen presterte. For meg var det naturlig å gjennomføre en pre- og posttest som kunne gi meg en indikasjon på hvordan resten av klassen presterte. Hensikten med pre- og posttesten var at jeg ønsket å se hvorvidt det hadde forekommet noen endringer i elevenes forståelse for energibegrepet, samt få et inntrykk av deres eksisterende forståelse for energibegrepet. Inge tok utgangspunkt i en liste med elevenes navn og ga dem en elevkode, slik at deres anonymitet ble bevart. Elevene skulle skrive sin elevkode på begge testene, slik at jeg kunne sammenligne dem og velge ut hvem jeg ønsket å intervju. Det var 19 elever som gjennomførte pre-testen, mens det var 18 elever som tok posttesten. En elev var syk den dagen, og fikk ikke tatt testen. Dermed valgte jeg å ikke ta med elevenes besvarelse på pretesten, siden eleven ikke hadde tatt posttesten.

I forkant av undervisningen ble elevene bedt om å svare på en rekke spørsmål som handlet om energi. Deretter ble de samme spørsmålene gitt til elevene to dager etter undervisningen. Testen besto av syv spørsmål, og var av den kvalitative typen. Alle spørsmålene handlet om energi, og skulle få frem deres forståelse for energibegrepet. Elevene ble bedt om å skrive sine svar, og hvor det var hensiktsmessig skulle de gi eksempler. (Se vedlegg 8) De syv spørsmålene som utgjorde testen er hentet fra Heron et al. (2008), da deres prosjekt handlet om mye det samme som mitt. Derimot hadde de en rekke spørsmål som jeg valgte å ikke ta med, da mitt prosjekt hadde litt andre mål.

3.8. Studiets pålitelighet og troverdighet

Innenfor kvalitativ forskning benyttes triangulering som en prosedyre for å sikre kvaliteten på en studie, og innebærer at en bruker flere kilder for å fremskaffe troverdige data (Postholm, 2010). En styrke for et studium er dersom ulike kilder understøtter og bekrefter hverandre. Her understreker Postholm (2010) at selv om ulike kilder understøtter og bekrefter hverandre må det betraktes som en lokal sannhet i stadig endring. I min studie har jeg benyttet meg av observasjoner, intervjuer og pre- og posttest, for å åpne en triangulering. Det kan bidra til å styrke studie min, dersom et funn kan understøttes av mer enn en kilde.

De tradisjonelle kravene til reliabilitet og validitet er problematiske i kvalitativ forskning, da et møte mellom informanten og forskeren alltid er unik og tidsbestemt situasjon (ibid). Reliabilitet refererer vanligvis til resultatenes pålitelighet, og innebærer at resultatene skal kunne reproduseres og gjentas. Det ville vært en fordel, innenfor fenomenologisk forståelse, dersom resultatene spriker litt, slik at en kunne få et bredere og mer balansert bilde av temaet (ibid). I den sammenheng trekker Postholm (2010) frem at fenomenologiske forskere har en tendens til å heller snakke om resultatenes troverdighet. Et underliggende spørsmål er her hvorvidt undersøkelsen er relativt stabil over tid og på tvers av forskere, samt hvorvidt den er konsekvent gjennomført (ibid). Validitet handler om metoden faktisk undersøker de intensjonene forskeren hadde med metoden, men gjelder også for innholdet i informantenes utsagn. Derimot blir ofte *troverdighet* benyttet i stedet for validitet av fenomenologiske forskere (ibid). Det handler ikke nødvendigvis om hvor stor av likhet det er mellom tekst og virkeligheten, men om en hvorvidt en gruppe forskere ser resultatene som troverdige eller sannsynlige. For at en studie skal ha høy troverdighet må leseren kunne følge med gjennom hele forskningsprosessen. På den måten kan leseren følge hvilke spilleregler forskeren har brukt i hver en fase av forskningsprosjektet (ibid). Derfor har jeg i min studie prøvd å gi fyldige beskrivelser av hvordan forskningsprosessen har foregått, slik at leseren selv kan følge med hva jeg har gjort.

I kapittel 3.5 trekker jeg frem Kvale og Brinkmann (2015) sin beskrivelse av de syv stadiene i en intervjuundersøkelse, hvor det siste stadiet blant annet innebærer en undersøkelse av intervjufunnenes generaliserbarhet. Her vil jeg trekke frem at mine funn ikke vil kunne generaliseres til andre klasser, skoler eller elevgrupper. Hensikten med min studie var å løfte frem erfaringene fra dette klasserommet som tankeredskap for utvikling av lignende undervisningsopplegg i andre klasserom. Det vil si at andre vil kunne ta seg nytte av de erfaringene jeg, og Inge, har gjort i denne studien til utvikling av undervisningsopplegg rundt tema energi.

3.9. Ethiske betraktninger

Kvalitativ forskning innebærer en utforskning av menneskelige prosesser i dens naturlige setting, samt kjennetegnes kvalitativ forskning ved et nært forhold mellom forsker og deltaker (Postholm, 2010). I den sammenheng er det en rekke etiske prinsipper som må tas hensyn til gjennom hele forskningsprosessen. Ethiske problemstillinger oppstår gjennom hele forskning prosessen, og Kvale og Brinkmann (2015) beskriver ulike etiske problemstillinger som kan oppstå ved forskningens syv stadier. I tematiseringsprosessen til et forskningsprosjekt bør man som forskere tenke gjennom formålet med hensyn til forbedring av den menneskelige situasjonen som utforskes (ibid). Det innebærer at man som forsker skal arbeide med en grunnleggende respekt for menneskeverdet, og verne om deltakerens personlige integritet (NESH, 2016, s. 12, punkt 5.).

De etiske aspektene ved planleggingsarbeidet innebærer å innhente forskningsdeltakernes informerte samtykke, sikre deres konfidensialitet og vurdere mulige konsekvenser (Kvale & Brinkmann, 2015). Det innebærer at forskeren skal gi tilstrekkelig informasjon om forskningsfeltet, formålet med forskningen, hvem som får tilgang til informasjonen, hvordan resultatene skal brukes og om eventuelle følger av å delta. I tillegg er det forskerens plikt, når forskningen omhandler personopplysninger, å innhente et fritt informert samtykke fra deltakerne (NESH, 2016, s. 13-14, punkt 7 og 8). Når det samles inn navn skal deltakerne opplyses om at deres anonymitet sikres ved at det anvendes pseudonymer (Postholm, 2010). I forskning hvor barn er involvert står det i NESH (2016) at "Barn og unge som deltar i forskning, har særlig krav på beskyttelse" (s. 20, punkt 14). Det innebærer at forskeren skal gi alderstilpasset informasjon om prosjektet, eventuelle konsekvenser av å delta, at det er frivillig å delta og at de kan trekke seg fra undersøkelsen uten grunn. For barn under 15 år skal det innhentes skriftlig samtykke fra foresatte, og ikke barnet selv (ibid).

I tråd med NESH (2016) punkter som omhandler forskerens plikt til å informere forskningsdeltakerne, Kvale og Brinkmann (2015); Postholm (2010) sine beskrivelser av mulige etiske problemstillinger og NSD sin mal ble det laget et informasjonsskriv (Se vedlegg 9). Informasjonsskrivet ble først sendt til rektor ved den aktuelle skolen, og videresendt læreren som ønsket å delta. Deretter fikk elevene med seg et informasjonsskriv hjem, hvor foreldrene ble bedt om å gi sitt informerte samtykke og levere til læreren. Foreldrene ble bedt om å krysse av for om deres barn kunne observeres og bli tatt opp på en lydopptaker. I tillegg ble de bedt om å krysse av for om deres barn kunne bli plukket ut til et intervju. Det var to elever som ikke ønsket å delta i prosjektet, mens resten ga deres informerte samtykke til deltagelse og krysset

av for både observasjon og intervju. Elevene fikk muntlig alderstilpasset informasjon om prosjektet før undervisningsopplegget startet. Her fikk de en beskrivelse av prosjektets hensikt, hvem som hadde tilgang til informasjonen, hva jeg hadde tenkt å bruke resultatene til og at det var frivillig. Elevene ble også informert om at de kunne trekke seg fra prosjektet, uten grunn, når som helst, og at jeg ikke kom til å bruke deres navn i den fullførte oppgaven. For å sikre at de elevene som ikke ønsket å delta ikke ble tatt opp på lydopptakeren ble de plassert på en egen gruppe.

I intervjusituasjonen, eller andre datainnsamlingsmetoder, må forskerens kartlegge at datamaterialet blir behandlet konfidensielt. Lydopptakene fra intervjuene og observasjonene ble overført til en personlig datamaskin, slik at de kunne transkriberes, og deretter ble de slettet fra lydopptakerne. I tråd med NSD retningslinjer vil opptakene slettes helt etter at prosjektet er avsluttet. Under transkripsjonsprosessen skal man igjen vurdere konfidensialiteten og stille seg selv spørsmål om hva som er en lojal måte å skriftliggjøre deltakerens muntlig uttalelser. Transkripsjoner kan oversendes til forskningsdeltakerne slik at de har mulighet til å korrigere eventuelle misforståelser (Kvale & Brinkmann, 2015). Det ble informert i samtykkeskjema (se vedlegg 10) at foresatte, elevene eller læreren kunne be om å få tilgang til transkripsjonene om ønskelig. Det er ingen som har tatt kontakt med meg og bedt om dette. Videre i analyseringsprosessen skal man som forskere tenke over hvor dypt og kritisk datamaterialet kan analyseres. Det er viktig at man som forsker ikke legger ord eller meninger i munnen på forskningsdeltakerne (Kvale & Brinkmann, 2015; Postholm, 2010). Mot slutten av forskningsprosessen har forskeren et etisk ansvar å rapportere kunnskap som er verifisert og så sikker som mulig. I den publiserte forskningsrapporten skal man også vurdere konfidensialiteten, og sikre at forskningsdeltakerne ikke kan identifiseres. Det skal også vurderes hvorvidt den offentlige rapporten kan konsekvenser for forskningsdeltakeren. Elevene og læreren har ikke blitt gjengitt med navn i denne oppgaven, men kun fiktive navn.

Under et intervju bør man også vurdere konsekvensene for deltakeren, og sørge for at man som forsker ikke presser deltakeren til å komme med et svar. I slike situasjoner hvor deltakeren føler seg truet eller opprørt bør man slutte å spørre etter informasjon (Kvale & Brinkmann, 2015; Postholm, 2010). Dersom jeg merket at en elev, eller læreren, ga utrykk for at de ikke ønsket å svare sørget jeg for å ikke spørre mer om det. Da gikk jeg heller videre på neste spørsmål, og lot det forrige spørsmålet ligge. I tillegg var jeg tydelig ovenfor elevene at dersom det var spørsmål de ikke visste svaret på, så var det helt greit å si at de ikke visste.

4. Endring i forståelsen av energi, Analyse

Jeg er det viktigste forskningsinstrumentet i kvalitativ forskning og analyseprosessen starter idet jeg trer inn i forskningsfeltet og forsetter gjennom hele forskningsprosessen. Noe som medfører at analysen vil bli farget av mine egne perspektiver, teorier og erfaringer. Likevel etterstreber jeg, som en kvalitativ forsker, å møte datamaterialet med et åpent sinn, og legge til side eksisterende perspektiver (Postholm, 2010). Det vil si at i min analyse har jeg både arbeidet deduktivt og induktivt.

4.1. Analysemetode

En deskriptiv analyse innebærer kategoriseringer og koding, noe som medfører en reduksjon av datamaterialet slik at det ble mer oversiktlig og forståelig (Postholm, 2010). Kvale og Brinkmann (2015) trekker frem at koding er en av de vanligste formene for analyse av intervjuuttalelser og innebærer at forskeren leser gjennom transkripsjonene og koder relevante avsnitt. Deretter kan jeg i senere tid gå tilbake til de kodede avsnittene for en grundigere og fornyet utforskning, her kan det hende at det forekommer en omkoding eller at flere koder blir kombinert (ibid). For at en kategori skal kunne brukes peker Postholm (2010) på at den bør oppfylle to kriterier. For det første må enheten sørge for å stimulere leseren til å tenke over utover den presenterte informasjonen og sørge for relevant informasjon til studiet. For det andre må en enhet med informasjon kunne stå alene, noe som innebærer at den kan tolkes i fravær av annen informasjon enn konteksten. Det er forskeren selv som lager kategoriene, enten ved å støtte seg på litteraturen eller lage egne som representerer innholdet (ibid). I mitt arbeid har jeg benyttet meg av en slik analysemetode til å analysere intervjuene, observasjonene og pre- og posttesten. Flere av kategoriene er utviklet med grunnlag i mitt teoretiske perspektiv (deduktive kategorier), men det er også noen kategorier som har blitt utviklet underveis (induktive kategorier). I tillegg har de opprinnelige kategoriene måtte endres etter som analyseprosessen pågår. Blant annet har noen kategorier blitt slått sammen til en mer overordnet kategori, eller at en kategori har falt inn under en annen.

Postholm (2010) beskriver kodingsarbeidet i tre faser: åpen koding, aksial koding og selektiv koding. Førstnevnte innebærer at jeg kategoriserer fenomener i datamaterialet gjennom grundig og intens gjennomgang. I første omgang blir data kodet i mindre deler og gitt en merkelapp som medfører at hendelser, ideer eller handlinger får en merkelapp som representerer fenomenet. Det kan resultere i veldig mange merkelapper på fenomener, og for å gjøre datamaterialet mer håndterlig blir merkelappene kategorisert (ibid). I mitt arbeid har alt datamaterialet blitt kodet

og deretter kategorisert ved åpen koding. Her benyttet jeg meg av Nvivo, da programmet egner seg godt for kvalitativ analyse. Intervjuene og observasjonene har videre blitt kodet ved aksial og selektiv koding, mens pre- og posttesten kun har blitt kodet ved åpen koding.

Kodingsarbeidet av pre- og posttesten ble gjort i to steg; først deduktivt, deretter induktivt. Først så jeg etter elevbesvarelse med likhetstrekk til det som blir beskrevet i litteraturen. Deretter gikk jeg gjennom en gang til og så spesielt nærmere på de elevbearsvarelsene som ikke hadde likhetstrekk med beskrivelser fra litteraturen. Her dukket de induktive kategoriene frem. Videre gjorde jeg en opptelling av hvor mange elever som hadde fått de ulike kodene, slik at resultatene kunne illustreres ved søylediagram.

Aksial koding innebærer at kategoriene blir relatert til sine underkategorier og medfører at forklaringen av fenomener blir mer presist og fullstendig. Jeg må ha laget noen kategorier før denne kodingsprosessen kan starte, da hensikten er å spesifisere en kategori ved hjelp av forholdene som er med på å skape dem. Det handlet om konteksten rundt kategorier, hvilke handlings- og interaksjonsstrategier som blir brukt og konsekvensen av bruken av disse strategiene. De spesifikke trekkene er med på å utforme og presiserer en kategori, og kalles derfor underkategorier (ibid). I mitt arbeid har hovedkategoriene et utgangspunkt i de tre teoretiske pilarene for oppgaven, nemlig elevenes forståelse for energibegrepet, praktisk arbeid og kommunikasjon (jf. Kapittel 2), og har videre en del underkategorier som er med på å spesifisere og gi en mer presis beskrivelse. For eksempel har kategorien "Elevenes forståelse for energibegrepet" blant annet en underkategori som omfatter hvordan elevene beskriver energi.

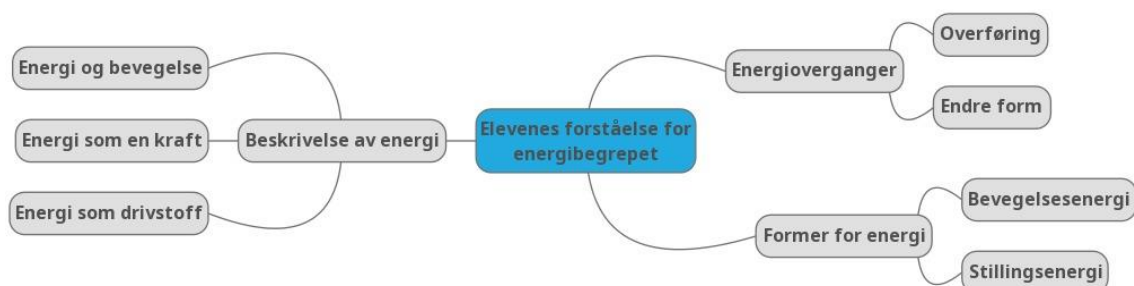
Den siste fasen i kodingsarbeidet er selektiv koding og innebærer at forskeren prøver å finne kjernekategoriene. Deretter prøver han å systematisk relatere kjernekategoriene til de andre kategoriene. Kjernekategoriene representerer hovedtema med forskningen, og forbinder alle kategoriene til hverandre slik at de danner en helhet. Det er i den siste fasen at forskeren prøver å utvikle modeller eller begreper som kan bidra til å forstå det studerte fenomenet (ibid). I min siste fase av analysearbeidet var det kategoriseringen i de foregående fasene som var grunnlaget. Jeg benyttet meg av Nvivo og undersøkte ulike deler av datamaterialet og så etter hvor det var et avsnitt var kodet til mer enn en kategori. For eksempel så jeg nærmere på hva som var kodet til de ulike delene av elevenes forståelse for energibegrepet og de ulike praktiske aktivitetene. Jeg så også nærmere på elevenes forståelse for energibegrepet og kommunikasjon. Da satt jeg igjen med en rekke avsnitt og begynte arbeid med å finne fellestrekk. Det resulterte i flere forskjellige, induktive, kjernekategorier. Deretter ble kjernekategoriene beskrevet og det ble trukket inn eksempler fra datamaterialet.

Analysen av datamaterialet har blitt gjennomført i to trinn. Det første trinnet innebærer en åpen og aksial koding, mens det siste trinnet er den selektive kodingen. I det første trinnet har kategoriene hovedsakelig vært utviklet deduktivt med et utgangspunkt i mitt teoretiske perspektiv, men enkelte underkategorier har blitt utviklet induktivt. Derimot har kategoriene i det andre trinnet hovedsakelig hatt en induktiv form.

4.1.1. De deduktive kategoriene

Mitt teoretiske perspektiv har vært grunnlaget for utviklingen av de deduktive kategoriene. Jeg har ved hjelp av teori laget noen forhåndsbestemte kategorier som jeg analyserte datamaterialet etter. Her vil jeg presentere de ulike kategoriene og beskrive hvilke endringer jeg har valgt å gjøre. Utgangspunktet for analysen av de tre pilarene var datamaterialet hentet fra observasjonen og intervjuene med elevene.

Den første pilaren i oppgaven min er **elevenes forståelse for energibegrepet** (se kapittel 2.1) og ble derfor den første hovedkategorien. Derunder har jeg igjen tre underkategorier; beskrivelse av energi, energioverganger og former for energi, se figur 10. Utgangspunktet for disse tre kategoriene er målet med undervisningen, det var disse tre naturvitenskapelige ideene elevene skulle kjenne til. *Beskrivelse av energi* er en kategori som omfatter elevbesvarelser som handler om hvordan de beskriver energi. I tillegg har jeg laget tre underkategorier, hvor alle er kjent fra litteraturen som gjengangere i elevenes forståelse for energibegrepet; energi-bevegelse, energi som en kraft og energi som drivstoff (Angell, Bungum, et al., 2011; Driver et al., 1994). Under *energioverganger* finner man to underkategorier; *overføring* og *endre form*. Endre form henger sammen med at energien til et objekt kan endre form innad i selve objektet, mens overføring betyr at energien kan overføres mellom to eller flere objekter (Johnson, 2001).

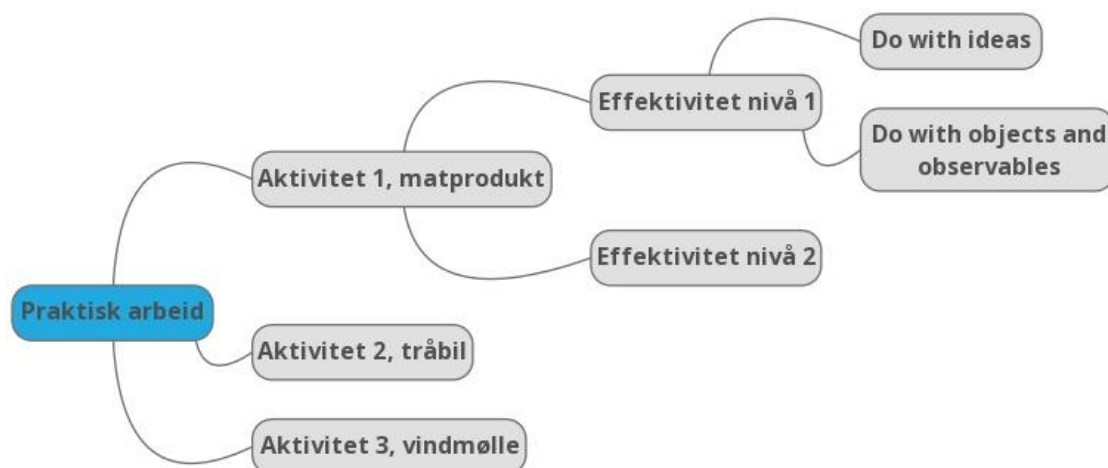


Figur 10, hierarki for kategorier tilhørende elevenes forståelse for energibegrepet

For eksempel når en bok faller ned fra en hylle, da har energien i boken endre form fra stillingsenergi til bevegelsesenergi. Dersom jeg kaster en tennisball så har jeg overført energi til ballen, slik at den får bevegelsesenergi. Den siste underkategorien, til elevenes forståelse for

energibegrepet, handler om ulike former for energi. De har et utgangspunkt i at det eksisterer to hovedtyper for energi; stillingsenergi og bevegelsesenergi (Johnson, 2001).

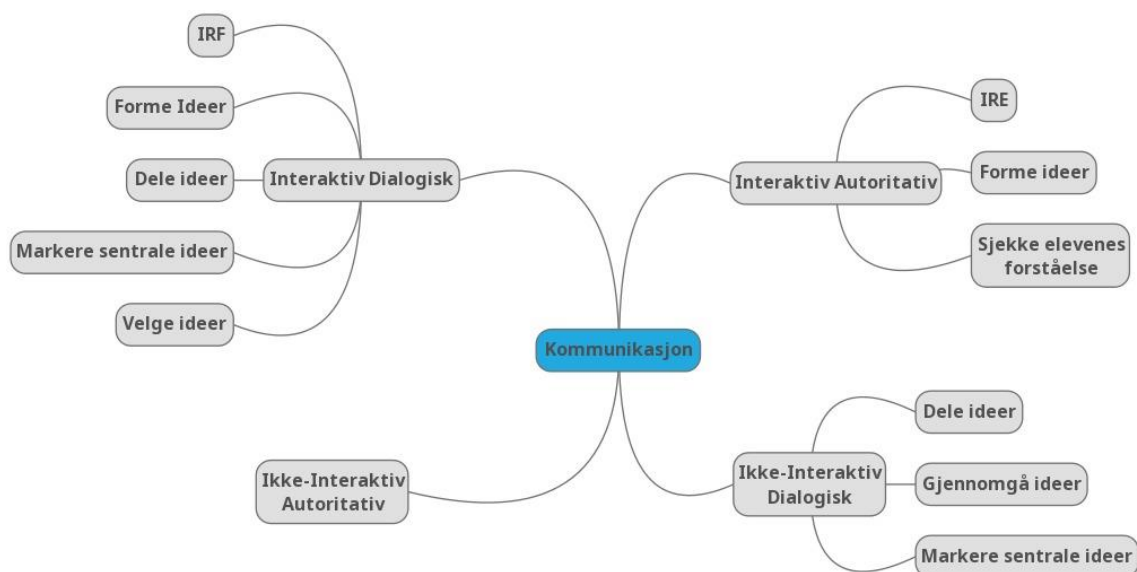
Den andre pilaren, **praktisk arbeid** (se kapittel 2.2), ble min andre hovedkategori og de tre praktiske aktivitetene som elevene gjennomført ble tre underkategorier. Under hver aktivitet ble det igjen to underkategorier som har et utgangspunkt i effektiviteten av praktisk arbeid; effektivitet nivå 1 og 2 (Millar et al., 2002). I tillegg har jeg valgt å benytte meg av Millar (2009) sin måte å skille de to undernivåene; *do with objects and observables* og *do with ideas*. For eksempel hvis det er snakk om effektivitet nivå 1, *do with ideas*, skriver jeg en slik parentes: (1;i). Tallet representerer hvilket nivå det er snakk om (1/2), og bokstaven forteller om det tilhører "*Do with objects and observables* (o)" eller "*Do with ideas* (i)". Hensikten var at jeg skulle kunne kategorisere datamaterialet slik at jeg kunne analysere effektivitetene til de praktiske aktivitetene. De tre praktiske aktivitetene var; matprodukt, tråbil og vindmølle.



Figur 11, hierarki for kategorier tilhørende praktiske arbeid

Den siste pilaren, **kommunikasjon** (se kapittel 2.3), ble min siste hovedkategori og har de fire formene for kommunikasjon som underkategorier; Interaktiv/autoritativ (IA), Interaktiv/dialogisk (ID), Ikke-Interaktiv/Autoritativ (IIA) og Ikke-Interaktiv/Dialogisk (IID) (Mortimer & Scott, 2003). IRE mønstre ble plassert inn under IA, da ved slike mønstre ikke kan være det ikke være andre former for kommunikasjon. Det samme gjelder for IRF, som ble plassert inn under ID. Deretter valgte jeg å plassere noen av lærerens handlinger, beskrevet under kommunikasjon i teorikapittelet (Mortimer & Scott, 2003), inn under de ulike kategoriene. *Forme ideer* ble plassert inn under IA og ID, da jeg tenker at en slik handling kan forekomme i begge kommunikasjonsformene. At læreren kan *Sjekke elevenes forståelse* ble plassert inn

under IA, da jeg tenker at læreren er ute etter å sjekke elevenes forståelse og hvorvidt de klarer å følge den naturfaglige fortellingen. *Dele ideer, velge ideer og markere sentrale ideer* ble plassert inn under ID, da jeg tenker at læreren i en dialogisk kommunikasjonsform kan ha ønske om å dele ideer med alle elevene, velge de korrekte ideene og markere sentrale ideer. *Markere sentrale ideer og dele ideer* ble også plassert inn under IID, da jeg tenker at en lærer kan i oppsummeringen av ulike aktiviteter markere de sentrale ideene som elevene har kommet med i undervisningen, og ikke minst dele dem med felleskapet. At læreren kan *gjennomgå ideer* ble plassert under IID, da jeg tenker at det faller naturlig for lærere som oppsummerer en aktivitet og samtidig oppsummere de naturvitenskapelige ideene.



Figur 12, hierarki for kategorier tilhørende kommunikasjon

4.1.2. De induktive kategoriene

De induktive kategoriene er et resultat av analysearbeidet og derfor vil de blir presentert i ettersom de dukker opp i resultatene.

4.1.3. Evaluering

Kvale og Brinkmann (2015) trekker frem at man bør tenke gjennom hvordan datamaterialet skal analyseres før datainnsamlingen begynner. Det burde jeg i større grad ha tenkt gjennom før jeg gikk i gang med å samle inn data. Nå støtte jeg på utfordringer i begynnelsen av analysearbeidet, som en konsekvens av at jeg ikke hadde tenkt nøye gjennom hvordan jeg skulle analysere.

5. Hvordan påvirker undervisningsopplegget elevenes forståelse av energibegrepet?

I del 1 vil jeg presentere resultatene fra åpen og aksial koding av intervjuene og observasjonene. Jeg har valgt å strukturere resultatene i del 1 etter de tre teoretiske pilarene: elevenes forståelse for energibegrepet, praktisk arbeid og kommunikasjon. Del 2 er en presentasjon av resultatene fra åpen koding av pre- og posttesten, og selektiv koding av observasjonene. Jeg har valgt å strukturere resultatene i del 2 etter to av mine underspørsmål:

*Hvordan påvirker praktisk arbeid elevenes forståelse for energibegrepet?
Hvordan påvirker kommunikasjon elevenes forståelse for energibegrepet?*

Underveis i resultatene vil jeg referere til hvor jeg har hentet de ulike sitatene og samtalene. For en beskrivelse av de ulike referansene, se vedlegg 11.

5.1. Del 1

I første trinn av analysen så jeg nærmere på de tre teoretiske pilarene og undersøkte hvordan de utfoldet seg i elevintervjuene og observasjonene. Jeg vil nå presentere denne utfoldelsen og trekke inne eksempler fra datamaterialet.

5.1.1. Den første pilar; Elevenes forståelse for energibegrepet.

Den første pilaren, **elevenes forståelse for energibegrepet**, er bygget opp av tre underkategorier; Beskrivelse av energi, energiovergang og former for energi. De har igjen noen underkategorier som vil bli trukket frem ettersom resultatene utfolder seg.

Beskrivelse av energi

I underkategorien beskrivelse av energi, finner jeg evidens for at elevene beskriver energi slik de underkategoriene fra figur 10 tilsier: Energi som bevegelse, som en kraft og som drivstoff.

At vi har jo ganske mye energi i kroppen vår, og da bruker vi kanskje litt av den til å bevege ting og dytte på ting og sånne ting.

(Transkripsjon_Marit)

I oppsummeringen av undervisningsøkten blir elevene spurt om hva energi er, og da er det en elev som svarer; "Det som får ting til å drive, å bevege seg" (Gruppe 3_notater). I de to eksemplene over er evidens for at elever beskriver energi i sammenheng med bevegelse. I intervjuet med Marit beskriver han energi som et drivstoff;

Mat får jo kroppen vår til å kunne brukes til noe fordi uten energien i maten så vil vi ikke kunne liksom bruke kroppen for at vil vi vær altfor sliten til å kunne orke det.
(Transkripsjon Marit)

I intervjuet med Egil kunne han fortelle at hva han hadde lært, noe som også er evidens for at eleven beskriver energi som et drivstoff:

Eg lærte at.. at.. at.. at.. en bil trengte.. Olje.. En trøbil så kan me overføre energi te den også lærte eg at en bil.. **at olje e mat te ein bil på en måte..** Også med vindmøllen då lærte eg at me overføre energi eller CO2 te den sånn at den kan bevege seg.
(Transkripsjon Egil, egen utheving)

At energi blir beskrevet som en kraft er ikke noe nytt, og heller ikke i mitt arbeid. I helklassediskusjonen etter aktiviteten med vindmøllene spurte læreren;

L: Hvorfor er det slik at kraftigere vind betyr høyere hastighet?
E: Mer kraft

(Grupper 2_notater)

Rett etterpå skal læreren oppsummere undervisningsøkten og spør hele klassen om hva energi er, og ber dem diskutere det raskt i gruppene. Her svarer flere elever i den ene gruppen; "Det er en kraft [Flere elever i kor.]" (Gruppe 2_notater). Ved en annen gruppe er det en elev som beskriver energi; "Energi er en kraft på en måte. Noe du ikke kan se, men se effekten av det. På en måte se kraften" (Gruppe 3_notater). De foregående eksemplene fra undervisningen er evidens på at elevene beskriver energi som en kraft. I elevintervjuene er det mer som støtter opp om denne beskrivelsen;

Damian: Energi er på måten noe som kan drive eller får noe til å virke.

Marit: Det er på en måte en kraft.

Egil: Det kan vær.. alt fra.. kraft til.. ehm... kraft til, eg vettikje heilt egentlig, men kraft.. noe som driver noe annet.

(Transkripsjon_Damian, Transkripsjon_Marit, Transkripsjon_Egil)

Kort oppsummert så er det evidens for at elevene i undervisningen og intervjuene beskriver energi tilhørende underkategoriene i figur 10: energi og bevegelse, som en kraft og som et drivstoff.

Energioverganger

I underkategorien energioverganger finner jeg evidens for at elevene bruker energioverganger slik underkategoriene i figur 10 tilsier; overgang og endre form. I lydopptakene fra observasjonene var det en elev som i helklassediskusjon skulle forklare hvorfor vindmøllen beveget seg:

Det som får vindmøllen te å bevege seg er jo energien i vinden også tror jeg i hvert fall at vindmøllen begynner i stillingsenergi og når det på en måte er vind så blir det bevegelsesenergi og rotasjonsenergi.

(Gruppe 3_notater)

Dette er evidens for at denne eleven bruker energioverføring i sin beskrivelse av hvorfor vindmøllen beveger seg. Jeg finner også evidens for bruk av overføring i en av gruppediskusjonene. Denne diskusjonen var tilknyttet tråbilen, og hva det var som gjorde at tråbilen beveget seg;

[Inge] Bruke jo energi på å trø. Først er det stillingsenergi, så blir det bevegelsesenergi og i tillegg er det rotasjonsenergi. Inge lage på en måte energi til bilen (en annen elev hvisker: overføre).

(Gruppe 3_notater)

I elevintervjuene finner jeg også evidens for bruk energioverføring i sine forklaringer:

Meg: Jah, supert. Ehm. Kan energi overføres?

Damian: Ja, det er jo liksom litt sånn så med mat. I maten er det energi også kan det overføres ved at vi spiser maten. Da får vi energien inn i kroppen vår.

Meg: Mhm, veldig bra, har du andre eksempler?

Damian: Ja fra vinden til vindmølla, og fra vann til vannmølla/vannkraftverk.

(Transkripsjon_Damian)

Her trekke Damian frem både at energien i mat kan overføres til oss mennesker, og at energien i ikke levende objekter som vann og vind kan overføres til vann- eller vindmøller. Marit trekker i likhet med Damian frem overføring av energi i mat til oss mennesker:

Marit: fra vindmøller til hus, fra vannmøller til hus, fra.. Fra mat til.. liksom at vi kan spise mat for å få energi.

(Transkripsjon_Marit)

Derimot er det på den andre siden også evidens for at en elev i intervjuet ikke har fått det med seg. I eksempelet under fikk Egil spørsmål om energi kan overføres:

Ehm.. Du.. hvis du tar vannkraft så kan du.. du kan liksom lage.. årh heg holde på å glemme det.. ehm.. Vannkraft så e det jo energi, og da ehm.. ehm.. da kan du, da overføres energi til.. du kan overføre den til.. ehhhh... vettikje. Mmm. Bruke jo energien til, arrgg... Eg glemte..

(Transkripsjon Egil)

Under demonstrasjonen av hvordan ulike baller spretter har jeg funnet evidens som tilsier at elever forklarer at energien endrer form: "[Ballen] Bruke bevegelsesenergi, og før den ble kasta var det stillingsenergi" (Gruppe 3_notater). Videre finner jeg i intervjuet med Damian evidens

for at energien kan endre form: "(...) en bil den kan jo først stå stille og ha energi. Også kan den også kjøre med bevegelsesenergi" (Transkripsjon_Damian).

Kort oppsummert har jeg funnet evidens fra undervisningen og intervjuene på at elevene bruker energioverføring og at energi kan endre form i sine forklaringer. Derimot er det evidens for at Egil ikke bruker, eller forstår, energioverføring.

Former for energi

Jeg har funnet evidens for at elevene kunne kjenne igjen energiformene bevegelsesenergi og stillingsenergi, samt at de kunne benytte seg av disse begrepene i sine forklaringer. Av tidligere eksempler kan man se at flere av elevene har benyttet seg av begrepene i sine forklaringer. I eksemplene under *energioverganger* benytter elevene seg av både stillings- og bevegelsesenergi i sin forklaring. Videre da Damian ble spurt om det er noe som lager energi forklarer han at;

Damian: Ja, det er jo vannstrøm kan jo lage energi med bevegelsesenergien og vind kan lage energi.

Meg; Koss kan vind lage energi?

Damian: Det kan liksom, for eksempel at vinden kommer en vei også starter det noe på grunn av vinden. Også liksom går for eksempel en vindmølle, de går jo på grunn av vinden og at da kan de liksom gi strøm til hus og sånne ting.

(Transkripsjon_Damian)

I likhet med tidligere eksempler benytter Damian seg av bevegelsesenergi i sin forklaring. Derimot når han skal forklare hvordan vind kan lage energi, benytter han seg ikke av begrepene.

Sammenfatning

For å oppsummere resultatene i knyttet til den første pilaren, vil jeg trekke frem at jeg har funnet evidens som viser at elevene beskriver energi i forbindelse med bevegelse, som en kraft og et drivstoff. At energi beskrives i forbindelse med bevegelse, som en kraft eller et drivstoff er ikke noe nytt (jf. Elevens forståelse for energibegrepet kapittel 2.1.6), og det dukker tydelig opp i mitt datamateriale, og vil bli diskutert i neste kapittel. Videre vil jeg trekke frem at elevene viser en forståelse for energioverganger. De trekker frem at energien kan overføres fra Inge til tråbilen og at energien i ballen endrer form. Elevene viser også en forståelse for former for energi ved at de bruker stillings- og bevegelsesenergi i sine forklaringer av tråbilen, vindmøllen og ballene.

5.1.2. Den andre pilar; Praktisk arbeid

Den andre pilaren, **praktisk arbeid**, ble delt i de tre ulike aktivitetene som elevene gjennomførte. Videre ble hver aktivitet delt inn i to underkategorier; effektivitet nivå 1 og effektivitet nivå 2. Effektivitet nivå 1 handler om hvorvidt elevene gjorde/observerte det de skulle i undervisningen (1;o), og hvorvidt de benyttet seg av de naturvitenskapelige ideene i sine forklaringer (1;i). I den sammenheng ble datamateriale fra observasjonene gjennomgått og det ble identifisert flere tilfeller av nivå 1. Effektivitet nivå 2 handler om elevene klarer å gjenfortelle hva de gjorde i undervisningen ved en senere anledning (2;o), og hvorvidt de husker/bruker de naturvitenskapelige ideene i sine forklaringer (2;i). Her ble intervjuene, som ble gjennomført 4 uker etter undervisningen, med elevene aktuelle for å identifisere effektivitet nivå 2. I tillegg til en gjennomgang av observasjoner og intervjuet, ble siste del av PAAI gjennomgått sammen med læreren. Den delen omhandler effektivitet nivå 1 til de ulike aktivitetene og vil bli trukket inn etter hvert (se vedlegg 4 for utfylt PAAI-skjema).

Energi i mat, praktisk aktivitet 1

Denne aktiviteten ble ikke gjennomført helt som planlagt. Elevene ikke fikk utdelt matproduktene før de var ferdig med diskusjonen, og dermed ble det litt meningsløst å dele dem ut etterpå. Da ble elevene sittende å se på hvor mye energi de ulike produktene hadde, men det var det hele. Derimot har jeg valgt å analysere det som en praktisk aktivitet, og kommer til å se nærmere på den i diskusjonen.

Effektivitet nivå 1; Av Inge sin vurdering i siste del av PAAI vil jeg trekke frem at han synes de fleste elevene visste hvordan de skulle bruke utstyret og klarte å følge muntlige instruksjoner. Derimot var han mindre sikker på om alle elevene observerte det som var hensikten, og at de fleste ikke ville kunne forklare hva som var hensikten hvis de ble spurt. Videre synes Inge at de fleste diskuterte aktiviteten ved hjelp av ønsket terminologi og naturvitenskapelige ideer.

Fra mine egne observasjonsnotater (se vedlegg 14) vil jeg trekke frem en tolkning jeg gjorde mens elevene arbeidet med den først aktiviteten: Elevene undersøker ulike matprodukt, og ser nærmere på hvor mye energi de ulike har. Tolkningen min av hva elevene gjorde vil jeg trekke frem som evidens for at elevene gjorde det de skulle med matproduktene (kategori; do with objects and observables). Elevene undersøkte energiinnholdet, diskuterte hvor mye de ulike hadde, hvordan vi mennesker får denne energien og hvor den ble av.

Videre vil jeg trekke frem at jeg ikke har funnet evidens som tilsier at elevene har benyttet seg av de naturvitenskapelige ideene i diskusjoner eller forklaringer (Kategori; do with ideas).

Effektivitet nivå 2; I elevintervjuene har jeg funnet evidens som tilsier at elevene kunne gjenfortelle hva de hadde gjort/observert i denne aktiviteten (kat: do with objects and observables). Først Damian;

Damian: Ja vi det vi, hvertfall gruppa vår gjorde, var at vi delte ut mat til hver, alle fikk hver sin mat. Også sjekka vi bakpå og kunne se på energi, hvor mye energi det var i den. Jeg tror at det var noen erter som hadde mest ... energi av den maten vi fikk.
(Transkripsjon_Damian)

Deretter Marit;

Marit: Vi så på.. energien i det og jeg tror kanskje vi sjekka kaloriene og, jeg vet ikke. Også der skulle vi hva som hadde mest og, litt sånn hva som gir masse energi og hva som gir litt mindre energi.
(Transkripsjon_Marit)

Tilslutt Egil;

Egil: Ehm. Me så koss mye.. va det energi?
Meg: Prøv å gjenfortell så godt du huske.
Egil: Eg huske egentlig ikkje så mye..
Meg: Då fortelle du det du huske, det e heilt bra.
Egil: Eg huske me hadde forskjellig matprodukter hver, også skulle me se koss mye.. eg huske ikke ka det var, men.. sånn ting ... Var det noe sånn energi?
(Transkripsjon_Egil)

Alle tre elevene kunne gjenfortelle hva de hadde gjort, selv om det satt litt langt inn hos Egil.

Jeg har funnet lite evidens som tyder på at elevene benytter seg av de naturvitenskapelige ideene i sine forklaringer (do with ideas). Alle elevene fikk spørsmål om hva de tenkte på da jeg sa "matenergi". Her forteller Egil at energien vi får gjennom maten kan brukes til bevegelse:

Egil: Då tenke eg.. me ein gang det eg tenke på først e vel kanskje at me kanskje.. at et menneske spise
Meg: Ja, okei. Koffer spise me?
Egil: Ehm, for å få energi.
Meg: mhm, ka ska me med den energien?
Egil: Den skal brukes (1: til..) til bevegelse og.. og andre ting.
(Transkripsjon_Egil)

Oppsummert vil jeg trekke frem at jeg har funnet evidens som tyder på at aktiviteten med matproduktene var effektiv ved at elevene gjorde/observerte det de skulle underveis i undervisningen (1;o). Den var også effektiv ved at elevene stort sett kunne gjenfortelle hva de hadde gjort/observert (2;o). Derimot har jeg kun funnet lite evidens som tyder på at elevene

brukte de naturvitenskapelige ideene i sine forklaringer underveis og etter undervisningen. Dermed var aktiviteten mindre effektiv (1;i og 2:i).

Tråbilen, praktisk aktivitet 2

Denne aktiviteten ble beskrevet som en bedre praktisk aktivitet i motsetning til den første. I samtalen med læreren kom det frem at flere elever kanskje hadde problemer med å forestille seg at det skulle være en tråbil hvor læreren deres satt inni. Han pekte på at det kanskje hadde vært mer fruktbart med en "ekte" sykkel. Ellers ble aktiviteten gjennomført som planlagt.

Effektivitet nivå 1; Inge sin vurdering av denne aktiviteten, i del 2 av PAAI, vil jeg trekke frem at hans syntes de fleste elevene visste hvordan de skulle bruke utstyret, og klarte å følge muntlig instruksjoner. Derimot så var han litt usikkert på hvor mange som ville klare å forklare hensikten hvis de ble spurt. Litt i tråd med det som ble kommentert i forrige avsnitt, mente Inge at kun halvparten av elevene observerte det de skulle. Med tanke på hvorvidt elevene snakket om aktiviteten ved hjelp de naturvitenskapelige ideene, synes læreren at de fleste gjorde det.

Fra mine egne observasjonsnotater (se vedlegg 14) vil jeg trekke frem en tolkning jeg gjorde av hva elevene gjorde under denne aktiviteten: Elevene beveget tråbilen slik som de skulle. Denne tolkningen vil jeg trekke frem som evidens som tilsier at elevene gjorde det de skulle med tråbilen (kategori; do with objects and observables). Elevene beveget på bilen og diskuterte hvorfor den beveget seg og hvorfor Inge ble varm.

Videre har jeg funnet evidens som tyder på at elevene benyttet seg av de naturvitenskapelige ideene i diskusjonene og forklaringene (do with ideas). Under er et utdrag fra en diskusjon den ene gruppen hadde:

[SPM; Hva gjør at tråbilen beveger seg?]
Det kommer en slags energi fra føttene te Inge [red].
Det er bevegelsesenergi!
Først stillingsenergi. Så bevege han på føttene, og overfører energi til hjulene.
Bevegelsesenergi.
Han bruke energi te å bevege hjulene. Han bruke energi, derfor blir han varm.

(Gruppe3_notater)

Elevene i denne diskusjonen bruker de ulike formene for energi som er tilstede, samt at de trekker frem at det forekommer en energioverføring fra Inge til tråbilen.

Effektivitet nivå 2; I elevintervjuene har jeg funnet evidens som tilsier at elevene kunne gjenfortelle hva de hadde gjort/observert i denne aktiviteten (do with objects and observables).

Damian: Ja, jeg tror at det liksom, først så tror jeg at den sto stille, også begynte Inge i bilen å trå i bilen, slik at den gikk fortere, men etter hvert ble varm og hvorfor. Den ene spørsmålet var hvorfor beveget bilen seg. Var fordi at når han trådde begynte hjulene å gå rundt som dro fram bilen også.. grunnen til at han ble varm var fordi at.. han ikke bare dro sin egen vekt, men han også trådde med litt mer, så var det den tråbilen så da blir det litt kjappere sliten, en for eksempel går eller sånt.

Marit: Vi, det vi gjorde mest var å sende den til hverandre.. Eh, og se hvor mye kraft den hadde og hvor fort den gikk. Hvis jeg husker riktig.

Egil: Me rullte bilene til hverandre, også snakka me om noe, men eg huske ikkje heilt ka.

(Transkripsjon_Damian, Transkripsjon_Marit, Transkripsjon_Egil)

Det er tydelig at Damian kunne gi en detaljert beskrivelse av hva han hadde gjort i denne aktiviteten. I tillegg kunne han fortelle om hvilke oppgaver de hadde, og samtidig besvare dem. Marit og Egil hadde litt kortere beskrivelser, men kunne fortelle hva de gjorde.

Videre ble elevene spurt om de kunne fortelle hva de tenkte på da jeg sa bevegelsesenergi og energioverføring, for at jeg skulle få et inntrykk hvorvidt de benyttet seg av de naturvitenskapelige ideene i sine forklaringer (do with ideas). Jeg har funnet evidens som tilsier at Damian benytter seg av den naturvitenskapelige ideen bevegelsesenergi i sin forklaring:

Damian: Da tenker jeg litt sånn i tråbilen er det jo sånn at når Inge [red.] beveger beina for å få den til å trø, da får du også bilen til å trø framover. Så der er jo liksom bevegelsesenergi er der, når man trør i tråbilen.

(Transkripsjon_Damian)

Damian får frem at det er bevegelsesenergi som får bilen til å gå fremover. Derimot har jeg ikke funnet evidens som tilsier at Marit og Egil bruk bevegelsesenergi i sine forklaringer. Videre har jeg funnet evidens for at alle elevene benytter seg av energioverføring i sine forklaringer:

Damian: Liksom, du har overført for eksempel Inge [red.] energien fra liksom kroppen sin til beina og liksom trør til og kunne få bilen til å gå fremover.

Marit: Energien er vel egentlig i hånden vår, fordi at vi dytter den, sånn at den får kraften til å bevege seg. Så den kommer fra oss til den, så du overfører på en måte vår energi til bilen.

Egil: Da tenke eg at me overføre energi til den.

(Transkripsjon_Damian, Transkripsjon_Marit, Transkripsjon_Egil)

Damian og Marit trekker frem at energien overføres fra mennesket til tråbilen, slik at den kan bevege seg. Elev Egil trekker kun frem at den kan overføres.

Oppsummert vil jeg trekke frem at jeg har funnet evidens som tilsier at tråbilen var effektiv ved at elevene gjorde/observerte det de skulle i undervisningen (1;o) og at stort sett kunne elevene

gjenfortelle hva de hadde gjort/observert (2;o). I tillegg var den effektiv ved at elevene stort sett brukt de naturvitenskapelige forklaringene i undervisningen, og i etterkant (1;i og 2:i).

Vindmøllen, praktisk aktivitet 2

Denne aktiviteten ble i intervjuet med Inge beskrevet som den beste av de tre aktivitetene. Han begrunnet det med at den var mer visuell enn de andre, ved at du kunne se alt som foregikk. I tillegg understreket han at elevene hadde brukt begrepene i de tidligere aktivitetene og kanskje fått de litt mer under huden. Aktiviteten ble gjennomført som planlagt.

Effektivitet nivå 1; I Inge sin vurdering av aktiviteten, se del 2 PAAI vedlegg 4, vil jeg trekke frem at i likhet med de to foregående aktivitetene synes han at de fleste elevene visste hvordan de skulle bruke utstyret, samt følge muntlig instruksjoner. Hvorvidt de faktisk observerte det de skulle hadde Inge et inntrykk av at halvparten av elevene gjorde det. Derimot tenkte han at det var svært få som ville klart å forklare hensikten hvis spurt. Derimot synes læreren at de fleste elevene brukte de naturvitenskapelige ideene i diskusjonene.

Fra mitt observasjonsnotat (se vedlegg 14) vil jeg trekke frem en tolkning jeg gjorde mens elevene jobber med denne aktiviteten: Elevene bruker vindmøllene slik de skal. Denne tolkningen vil jeg trekke frem som evidens for at elevene gjorde/observerte det de skulle (do with objects and observables). Elevene holdt og blåste på vindmøllen slik de skulle.

Videre har jeg funnet evidens som tyder på at elevene brukte de naturvitenskapelige ideene i sine forklaringer og diskusjoner (do with ideas). Her er en elev som forteller hele klassen hvorfor vindmøllen beveger seg;

Det som får vindmøllen til å bevege seg er jo energien i vinden også tror jeg i hvert fall at vindmøllen begynner is stillingsenergi og når det på en måte er vind så blir det bevegelsesenergi og rotasjonsenergi.

(Gruppe 3_notater)

Denne eleven har fått med seg at det er energien i vinden som får vindmøllen til å bevege seg, da ved bevegelses- og rotasjonsenergi. Derimot trekker ikke eleven frem hvordan energien overføres fra vinden til vindmøllen.

Effektivitet nivå 2; I intervjuene med elevene har jeg funnet evidens som tilsier at de husker hva de gjorde/observerte med vindmøllen (do with objects and observables).

Damian: At man skulle prøve å få den til å bevege og hvordan man kunne få den til å bevege raskere enn det den gjorde først. Med at liksom det kom vind under de små

vingene dens så gikk den fremover, og desto sterkere og mer kraftig vind, så kom det desto mer så kjappere spinte den.

Marit: vi måtte blåse for at den skulle bevege seg, det er vel kanskje derfor vindmøller beveger seg. Hadde vi ikke hatt vind, så hadde det ikke vært vindmøller.

Meg: Nei, det e heilt riktig.

Marit: da må vi bruke energien fra munnen til og.. få den til å bevege seg.. også.. du kunne ikke blåse begge veier egentlig, du måtte blåse den ene, for at den gikk mye fortere den ene veien enn den andre.

Egil: fekk me vindmøller?

Meg: I papir.

Egil: Åja, sånne ja. Ehm, skulle me ikkje blåse på de? Jo? me skulle det. Tror ikkje eg fikk gjøre det på gruppa.

(Transkripsjon_Damian, Transkripsjon_Marit, Transkripsjon_Egil)

Selv om elev Egil trengte en påminnelse om at de hadde fått vindmøller i papir, så klarte alle elevene gjenfortelle hva de gjorde med vindmøllen. Det at de måtte blåse på dem og at hvordan de blåste hadde noe å si for hastigheten.

I likhet med resultatene fra tråbilen har jeg ikke funnet noe evidens som tilsier at elevene har brukt den naturvitenskapelige ideen bevegelsesenergi i sine forklaringer. Derimot har jeg funnet evidens som tyder på at elevene har brukt energioverføring i sine forklaringer. Først elev Damian: "at vinden overfører energien over til den [vindmøllen]" (Transkripsjon_Damian). Marit: "da tenker jeg sånn.. luften som overfører til vindmøllen sånn at den snurrer" (Transkripsjon_Marit). Egil brukte energioverføring og sammenlignet den med tråbilen, men så tok forklaringen en ny retning:

Egil: At me overføre energi te at den kan gå rundt, akkurat som med bilen?

Meg: Ja, ka energi tror du me overføre då?

Egil. Ehm, me overføre.. Ka hette det der igjen.. ehm.. det e vel det trær puste, eller ja, luften til trær.. Ka hette det igjen..

Meg: CO2.

Egil: ja, årh.. me gir den CO2.

(Transkripsjon_Egil)

Oppsummert vil jeg trekke frem at jeg har funnet evidens som tilsier at aktiviteten med vindmøllen var effektiv ved at elevene gjorde/observerte det de skulle i undervisningen (1;o), og samtidig kunne elevene i intervjuene gjenfortelle hva de hadde gjort (2;o). I likhet med aktiviteten med tråbilen var også denne aktiviteten effektiv ved at elevene benyttet seg av de naturvitenskapelige forklaringer i undervisningen, og i intervjuene (1;i og 2:i).

Ballene, praktisk aktivitet 4

Det var ikke tilstrekkelig med tid igjen til å gjennomføre denne aktiviteten som en praktisk aktivitet. Derfor valgte læreren å selv demonstrere aktiviteten for elevene, og be dem diskutere. I den sammenheng har jeg ikke, og kan ikke, analysere aktiviteten som en praktisk aktivitet.

Sammenfatning

Felles for de tre praktiske aktivitetene var at de var effektive ved at elevene gjorde/observerte det de skulle, og samtidig kunne elevene i intervjuene stort sett gi en forklaring på hva de hadde gjort (1;o og 2;o). Derimot var det litt mer varierende når det gjelder bruk av ønsket terminologi, og hvordan elevene brukte ideen om energi i sine forklaringer (1;i og 2;i). Den første aktiviteten, som kanskje ikke var en praktisk aktivitet, kommer dårligst ut. Her bruker ingen av elevene energibegreper i sine forklaringer, og derfor kan det se ut som denne aktiviteten ikke har hatt noen påvirkning på elevenes forståelse for energibegrepet. Derimot har de to andre aktivitetene lyktes mer med akkurat dette. Elevene trekker frem ulike former for energi i sine forklaringer, samtidig som enkelte forteller om hvordan energien overføres og kan endre form. Det vil si at de to siste aktivitetene har vært mer effektive til å hjelpe elevene å se koblingen mellom dimensjonen av det de gjør, og hvordan det henger sammen med ideene om energi.

5.1.3. Den tredje pilar; Kommunikasjon.

Den tredje pilaren, **kommunikasjon**, er bygget opp av underkategorier som gjenspeiler de ulike formene for kommunikativ tilnærming; interaktiv/autoritativ(IA), interaktiv/dialogisk(ID), ikke-interaktiv/autoritativ(IIA) og ikke-interaktiv/dialogisk(IID). Deretter har de forskjellige noen egne underkategorier som handler om lærerens handlinger og mønstre i diskurser. De ulike formene for kommunikasjon fokuserer, som tidligere nevnt, på interaksjonene mellom lærer og elever.

Interaktiv/autoritativ(IA)

En IA kommunikasjon har ofte IRE mønstre i diskursene, og mitt datamateriale viser seg å ha flere eksempler på det (22 koder i Nvivo, se vedlegg 12). Den mest dominerende responsen læreren ga var i form av; Ja, Bra, "Gjentar elevenes svar" og Yes. Responsen går igjen i alle aktivitetene og diskusjonene. Denne typen respons ble også kategorisert som *Sjekke elevenes forståelse*, som er en av lærerens handlinger. Blant annet spør læreren de ulike gruppene om de kan fortelle hva de diskuterte, slik at han kan få et inntrykk av elevenes forståelse og hvordan

han kan arbeide videre med ideene. Videre var det et elevsvar som peker seg ut som et godt eksempel på en IA kommunikasjon;

Lærer [**Initiation, I**]: Hvorfor beveger bilen seg?

Elev [**Response, R**]: Bruke jo energi på å trø. Først er det stillingsenergi, så blir det bevegelsesenergi og i tillegg er det rotasjonsenergi. Inge lage på en måte energi til bilen (en annen elev hvisker: overføre).

[**Evaluation, E**]: [Lærere bekrefter elevenes svar]

Lærer [**I**]: Hvorfor blir Inge varm?

E1 [**R**]: Fordi han bruker energi på å få bilen i gang, åsså blir han sliten av å trø liksom.

E2 [**R**]: Kanskje fordi du overfører noe av energi, og derfor blir du sliten og varm.

L [**E**]: Jah

(Gruppe 3_notater)

Interaktiv/dialogisk(ID)

I motsetning til den IA kommunikasjonsformen ble det også identifisert tilfeller av en ID kommunikasjon. Denne var ikke like dominerende (IA: 41 referanser i Nvivo. ID:18. Se vedlegg 12), men det har blitt identifisert gode eksempler. ID kommunikasjon har ofte et IRF mønster, og læreren benyttet seg ofte av oppfølgende spørsmål som tilbakemelding. For eksempel;

E: Eg tenke litt sånn rotasjonsenergi.

L: hva tenker du når du tenker rotasjonsenergi?

(Lærer_notater)

En av underkategoriene til ID kommunikasjon er *Forme ideer*, og flere av eksemplene på IRF mønstre ble også kategorisert til denne kategorien. Blant annet denne diskusjonen læreren hadde med hele klassen under demonstrasjonen av hvordan ulike baller spretter:

L [**Initiation, I**]: Du tenker at først har den stillingsenergi, og deretter bevegelsesenergi sa du.

E1[**Response, R**]: Ja.

L [**Feedback, F**]: Hva skjer etterpå? Er det en energiovergang til?

E2 [**R**]: Stillingsenergi.

L [**F**]: Ja, andre typer?

E3[**R**]: Rotasjonsenergi.

L[**F**]: Går noe av det vekk i, hvis dere bruker ørene litt nå.

[slipper ballen]

E4[**R**]: Lydenergi!

(Lærer_notater)

En annen underkategori, *Markere sentrale ideer*, har også blitt identifisert ved en ID kommunikasjon. En elev gir en forklaring på hvorfor de ulike ballene, i demonstrasjonen,

spretter og læreren gjentar deler av elevens svar før han avslutter med å spørre eleven om bekræftelse; " L: Så det du sier er at denne her [bordtennisballen] blir mye mer energi brukt til at den går opp igjen?" (Lærer_notater) I intervjuet med Marit kom det frem hva hun synes om kommunikasjonen i undervisningen. Jeg synes hennes beskrivelse fanger opp noe av det sentrale ved en ID kommunikasjon, og hva læreren må tenke på underveis i undervisningen:

Han lot liksom.. istedenfor å si hva vi skulle gjøre ... [mumling] hvis han sa flaggermus så måtte vi bare prate om flaggermus. Vi fikk liksom bestemme litt selv og prate om alt i tillegg til at vi kunne komme på egne ting.. og våre egne ideer. Som kanskje læreren [red.] ikke hadde brukt som et tema i det heletatt.

(Transkripsjon_Marit)

Ikke-interaktiv/autoritativ(IIA)

I begynnelsen av hver aktivitet forklarte læreren hensikten og hva elevene skulle gjøre, og disse tilfellene har blitt kategorisert som en IIA kommunikasjonsform. I den første aktiviteten forklarte læreren;

"Den første tingen vi skal diskutere det handle om det som dokker va inne på tidligere, som og ble skreve litt i testen, det e energi i mat. Dette e tema i den første oppgaven så dokker ska få. Hensikten med denne oppgaven det e at dokker ska undersøke kor energien vår komme fra og kor an blir av. Det vil sei maten så me spise"

(Lærer_notater)

Ikke-interaktiv/dialogisk(IID).

Videre ble det også identifisert flere tilfeller av en IID kommunikasjon, og de fant sted i oppsummeringen av aktiviteten eller undervisningsøkten. Her ble det også identifisert noen tilfeller av *Gjennomgå ideer* og *Markere sentrale ideer*, som underkategorier til IID. I slutten av de praktiske aktivitetene oppsummerte læreren aktiviteten ved å trekke frem sentrale ideer fra elevenes svar; "Det var mange som sa at; ..." På denne måten kunne læreren gjennomgå ideene fra aktivitetene og samtidig markere de sentrale ideene. Et annet eksempel som har blitt kategorisert til en IID kommunikasjonsform og begge dens underkategorier;

"Nå hørte eg at det va mange som sa, hvis me starte på denne fyst [SPM1 Vindmølle] Då sa ELEV [red.] ... starte som stillingsenergi sant.. når ann e i ro, så får an energi av vinden.. og det blir omgjort te bevegelses og rotasjonsenergi sant. Og.. Hvis me tar den, koss kan me øka hastigheten te vindmøllen.. Så sa gruppå her at det kunne me hvis me hadde ein kraftigere vind. Og denne gruppå nevnte at.. kraftigere vind då går det fortere fordi at me har mer energi i vinden, sant. Kraftig vind har mer energi enn forsiktig, eller ingen vind."

(Lærer_notater)

Sammenfatning

Oppsummert vil jeg trekke frem at jeg har funnet evidens for nesten alle de deduktive kategoriene i figur 12. Jeg har ikke funnet evidens på underkategoriene tilknyttet ID kommunikasjon: *dele ideer*, *markere sentrale ideer* og *velge ideer*. Jeg har heller ikke funnet evidens på *dele ideer* tilknyttet IID kommunikasjon. Videre har jeg funnet at det var IA kommunikasjon som var dominerende gjennom hele undervisningen. Derimot har jeg funnet evidens som tilsier at det har vært ID kommunikasjon, og at mulighetene har vært tilstede. IID og IIA var heller ikke dominerende, og har i all hovedsak blitt funnet i begynnelsen og avslutningen tilknyttet de ulike aktivitetene. Det vil si at IA og ID har hovedsakelig foregått i mellom IIA og IID.

5.2. Del 2

I andre trinn av analysen vil jeg trekke frem resultatene fra analysen av pre- og posttest, intervjuene og observasjonene. Deretter vil jeg se nærmere på hvordan de sammen med resultatene fra del 1 kan flettes sammen til kjerne kategorier.

5.2.1. Pre- og posttest

Her vil jeg presentere resultatene fra pre og posttesten, hvor 19/21 elever deltok (Se vedlegg 15). Samtidig vil jeg gi en forklaring på de ulike kategoriene samt komme med eksempler fra datamaterialet. Enkelte kategorier blir brukt i mer enn et spørsmål, og blir kun forklart første gang den dukker opp. I tillegg er det viktig at jeg understreker at elevenes besvarelse kan få mer enn én kategori, og derfor vil Y-aksen ikke representere antall elever som deltok. Derimot vil de gi en indikasjon på hvor mange elever som har hatt det med i sin besvarelse. Hensikten med pre- og posttesten var å se nærmere på om hvorvidt det hadde forekommet noen endringer i elevenes forståelse for energibegrepet.

Utgangspunktet for kategoriseringen i pre- og posttesten var de deduktive kategoriene beskrevet i figur 10. I tillegg tok jeg utgangspunkt i Angell, Bungum, et al. (2011) sin beskrivelse av at elever ofte forbinder energi i sammenheng med levende objekter, da spesielt oss mennesker, og laget en deduktiv kategori. Videre har jeg sett behovet for å lage en del induktive kategorier ettersom analysen av pre- og posttest utfoldet seg.

I **spørsmål 1** ble det laget kategorier som kraft, elektrisitet, menneskelig energi, bevegelse, drivstoff, abstrakt, matenergi, masseenergi og annet. Elevbesvarelse som kategoriseres som *Kraft* innebærer at elevene beskrive energi som en kraft; "Energi er en slags usynlig kraftig kraft". Svar fra elevene beskriver energi som strøm eller i sammenheng med elektroniske

apparater får kategorien *Elektrisitet*; "Energi er strøm. Ipad har energi. Iphone har energi." Dersom elevene trekker frem at mennesker har energi eller beskriver energi ved hjelp av mennesket blir de kategorisert som *Menneskelig energi*; "Energi er noe du trenger for eksempel for å spille fotball og andre idretter". Videre vil svar som beskriver energi og bevegelse i sammenheng bli kategorisert som *Bevegelse*; "Energi er navnet på molekyler som blir oppvarmet eller ting som beveger seg". En annen kategori er *Drivstoff* og svar som beskriver energi som et slags drivstoff får denne kategorien; "Noe som kan drive noe. Et slags drivstoff på en måte". Kategorien *Abstrakt* inneholder svar som er abstrakte, og ikke benytter seg av konkrete objekter i sin forklaring av hva energi er; "Energi er noe som kan bevege seg en eller flere måter uten at vi kan se det". Besvarelse som knytter sammen energi og mat blir kategorisert som *Matenergi*; "Det er noe som er i mat". I motsetning til de overnevnte kategoriene, som har et utgangspunkt i litteraturen, har den siste kategorien blitt utviklet underveis i analyseprosessen. *Masseenergi* er et resultat av at en elev skrev; "Energi er like masse ganger med lysets hastighet i andre". *Annet* inneholder tre underkategorier; "Vet ikke, ikke svart og usikker". Underkategoriene *Vet ikke* og *Ikke svart* omfatter svar som "Vet ikke", "Kake", "?" og "(blank)". *Usikker* er kategorien for spørsmål hvor jeg er usikker på hva eleven mener; "Ja det kan det fordi som jeg sa når fly stuper blir det til energi men når det fly opp igjen så blir det annerledes energi". I enkelte spørsmål kan det være interessant å se nærmere på dem hver for seg, og derfor vil de vise i de spørsmålene det er aktuelt.

Fordelingen av elevenes svar er vist ved hjelp av diagram 1. Fordelingen innenfor annet er som følger; Vet ikke (1/1), Usikker (1/1) og ikke svart (1/0). (PRE/POST)

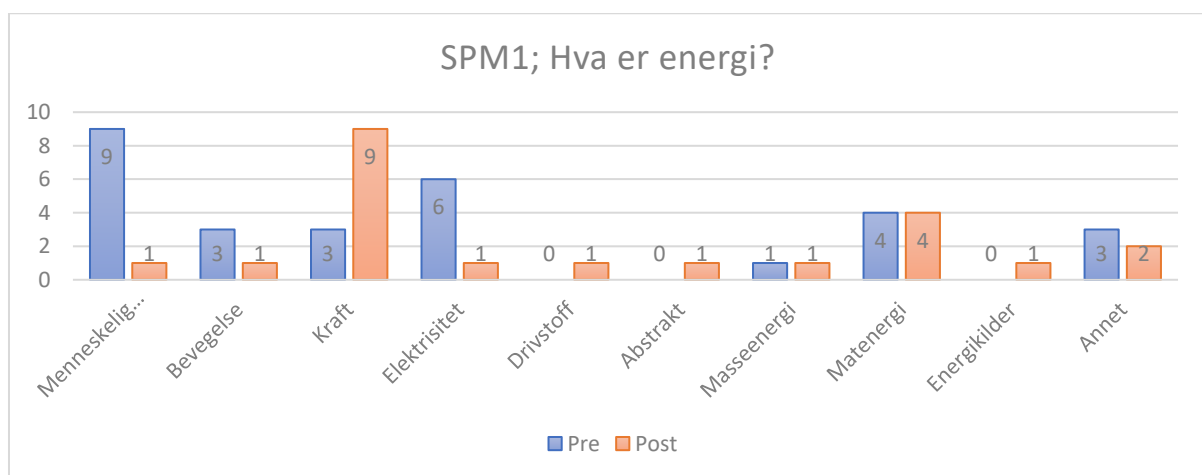


Diagram 1, svar på spørsmål 1, pre og posttest

I diagram 1 vil jeg trekke frem at vi kan se en markant økning i elever som beskriver energi som en kraft. Derimot er det en kraftig reduksjon i elever som beskriver energi i forbindelse med menneskelig energi og elektrisitet. Matenergi forblir uforandret.

I **spørsmål 2** ble det også identifisert besvarelser som kvalifiserte for kategoriene; Menneskelig energi, elektrisitet og matenergi. Derimot var det her nødvendig med en kategori, "Ja", som beskriver de elevbesvarelsene som kun er "Ja" eller "Ja det er noe som lager energi". Det var også nødvendig med en kategori hvor elevene trekker frem *Energikilder*; "Vindmøller, vann og vind". Annet fordelingen; Vet ikke (1/0), Usikker (1/1) og ikke svart (1/1).

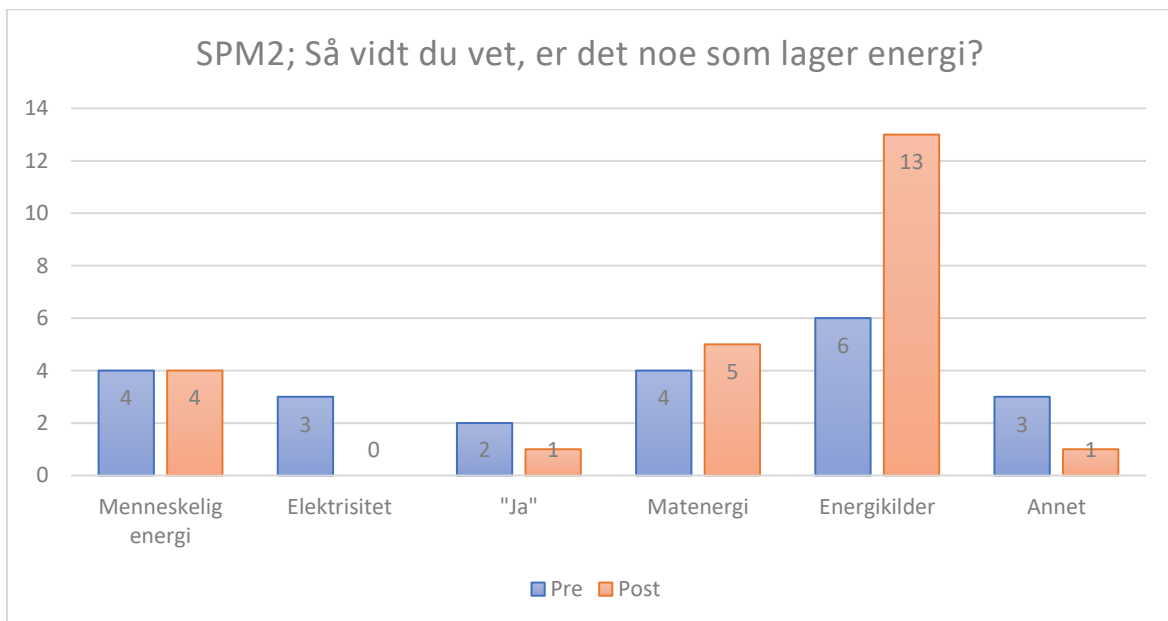


Diagram 2, svar på spørsmål 2, pre og posttest

I diagram 2 vil jeg trekke frem at menneskelig energi forholder jeg uforandret fra pretest til posttest. Det er ingen elever som trekker inn elektrisitet i sin forklaring i posttest, der det i pretest var tre elever som gjorde det. Videre er det en markant økning i elever som trekker frem energikilder i sine besvarelser på spørsmålet.

I **spørsmål 3** var det også flere kategorier som har blitt beskrevet tidligere, men også her var det behov for noen nye kategorier; *Motor* og *varmeenergi*. En felles beskrivelse av kategoriene er at elever kun skriver "Motor." eller "Varme".

Fordelingen av elevenes svar er vist ved hjelp av diagram 3

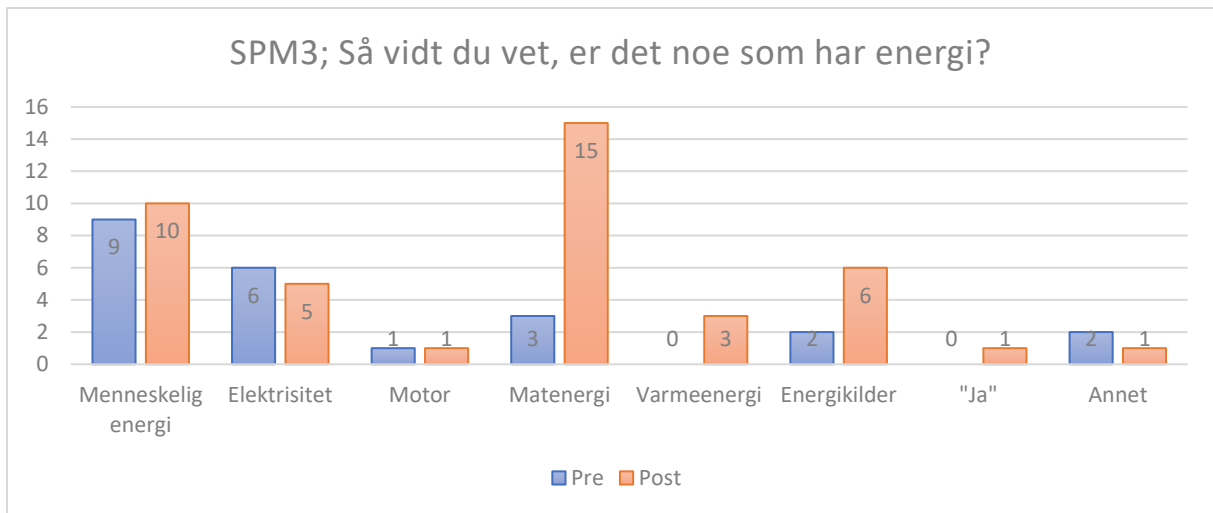


Diagram 3, svar på spørsmål 3, pre og posttest

I diagram 3 vil jeg trekke frem at det var veldig liten endring i elever som trekker inn menneskelig energi og elektrisitet i sine besvarelser. Derimot har det vært en markant økning i elever som trekker inn matenergi.

I **spørsmål 4** ble det var det nødvendig å lage noe nye kategoriser som kunne beskrive energioverganger. Den ene var *Spising* og omfatter besvarelser som trekker inn energiovergangen mellom maten og mennesket; "Hvis du spiser, da overføres energien i maten til kroppen din". *Stillingsenergi til bevegelsesenergi* identifiserer svar hvor elevene trekker inn overgangen fra stillingsenergi til bevegelsesenergi; " Kan det for eksempel gå fra stillingsenergi til bevegelsesenergi. Det samme når du mister en ball".

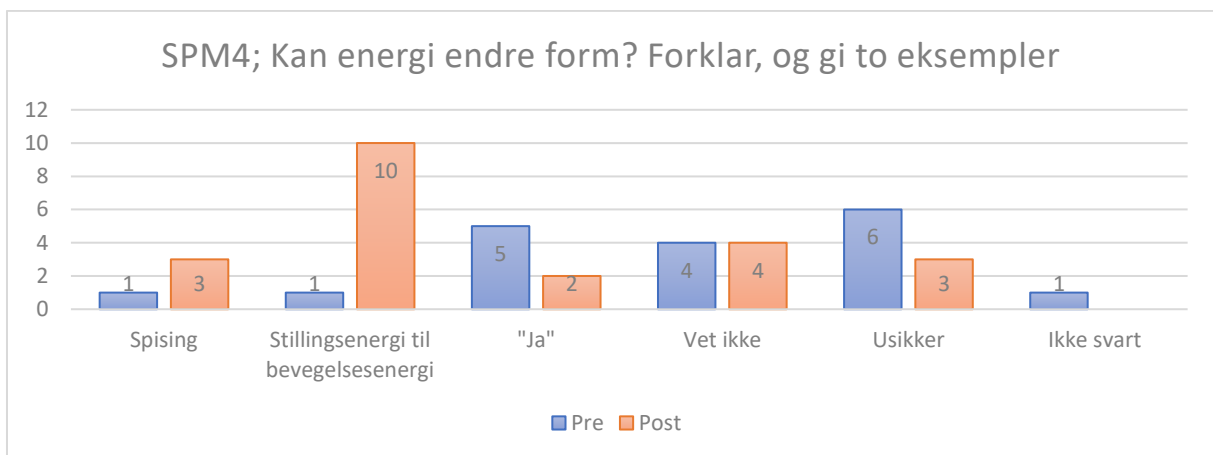


Diagram 4, svar på spørsmål 4, pre og posttest

Det var ikke alle som kom med eksempler, men her er noen som beskriver hovedtrekkene i besvarelsene.

(PRE) "Det kan endre form hvis energien utvikler seg. Da kan energi bli bedre."

(PRE) "Ja for at en vindmøle får inn vind og så går den strøm til ting"

(POST) "Ja, stillingsenergi kan bli gjort om til bevegelsesenergi, mat kan bli til bevegelsesenergi"

(POST) "Ja, hvis du spiser så endre den form som stillingsenergi til bevegelsesenergi."

(POST) " Eks 1: Hvis du spiser, da overføres energien i maten til kroppen din"

I pretesten var det et flertall av elever som svarte ja, vet ikke eller usikker på spørsmålet. Derimot kan vi av diagram 4 se at det har vært en markant økning av elever som trekker frem at energi kan endre form fra stillingsenergi til bevegelsesenergi. Det andre eksempelet fra pretesten viser at elever er inne på noe, mens det i det første eksempelet er det ikke enkelt å se hva eleven tenker. Derimot i de tre eksemplene fra posttesten trekker to av elevene inn at energien kan endre form fra stillingsenergi til bevegelsesenergi. Den siste eleven beskriver overføring, og ikke endre form.

I **spørsmål 5** ble det også nødvendig å opprette noe nye kategorier. *Lade elektriske apparater* kategoriserer besvarelser hvor elevene trekker inn ladeprosessen ved elektriske apparater; "Eks 1: Hvis du er hjemme så spille du på telefon/ipad osv. så trenger du strøm da kan energien fra strøm overføres til telefon/ipaden osv." En annen kategori som så dagens lys var *Stråling*, en elev som trakk frem at energi kunne overføres ved stråling; "Ja, fra en ting kan energi overføres vi stråling, eller spising av den energien"

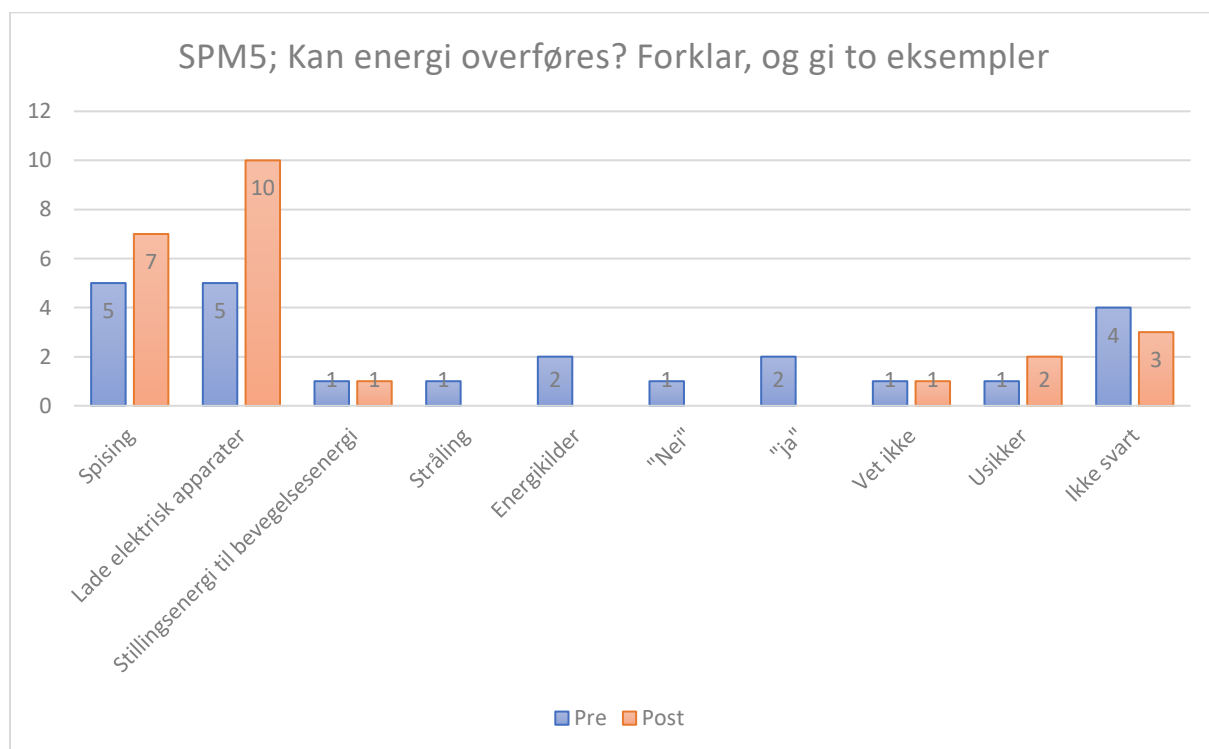


Diagram 5, svar på spørsmål 5, pre og posttest

Det var heller ikke her så mange som kom med eksempler, men under er noen som på en god måte representere besvarelsene.

(PRE) "Kanskje fra en stikkontakt til en ledning. Eller fra mat til kropp/mage"

(PRE) "Det kan overføres av kabler hvis det er ting med strøm. Men hvis det er oss mennesker så tror jeg ikke det kan overføres."

(POST) "Og energien fra mat kan overføres til en person og energien din kan overføres til for eksempel en sykkel og da bruker du energien din."

(POST) "En lader kan gi en mobil energi. Mat kan gi et menneske energi."

Av diagram 5 vil jeg trekke frem at det ikke er noen endring i stillingsenergi til bevegelsesenergi fra pre- og posttesten. Derimot har det vært en økning i elever som trekker inn lade elektroniske apparater. Det har også vært en liten økning i elever som trekker frem spiseprosessen. I eksemplene kan vi ser at tre av elevene nevner lade-prosessen, og at energien kan overføres fra stikkontakt via ledning til mobilen. I tillegg har eleven i det første eksempelet trukket frem at energien i mat kan overføres til kroppen, det samme har elevene i det siste eksempelet gjort. I det tredje eksempelet har elevene beskrevet at energien kan overføres fra mennesket til sykkel.

I **spørsmål 6** dukker flere av de tidligere kategoriene opp, men også her er det behov for å lage noe nye. En kategori er *Lyn* som omfatter besvarelser hvor elevene trekker inn lyn; "Eks 1: Hvis det lyner, da forsvinner akkurat den energien." Det var også nødvendig med en *Batteri* kategori, da en elev trakk frem "tomt batteri".

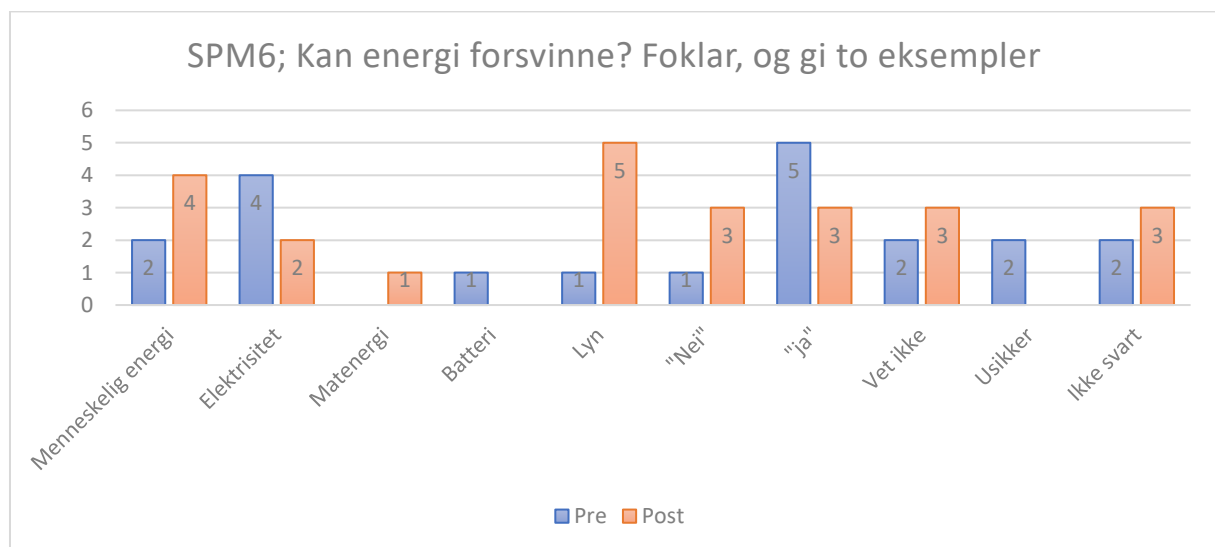


Diagram 6, svar på spørsmål 6, pre og posttest

Eksempler;

(PRE) "Eks2: Energien kan forsvinne vis du har en powerbank da tar du energi, men det forsvinner akkurat ikke, men den er der fortsatt men den er borte fra den energienheten"

(PRE) "Energi kan forsvinne. om du har veldig mye energi og så løper du veldig mye da vil din energi forsvinne til slutt"

(POST) "Kanskje vis en mobil går tom for strøm. Men så kommer det jo tilbake når du lader den."

(POST) "Ja. Vis du har treng [trent] og du er sliten og trøtt kan energi forsvinne"

En endring jeg vil trekke frem av diagram 6 er økningen i antall elever som bruker lyn i sine forklaringer på hvordan energi kan forsvinne. Det kommer i frem her, men alle elevene som har brukt lyn svarer at energien kan forsvinne (se vedlegg 15). I eksemplene er det elektrisitet og menneskelig energi som går igjen. To elever er litt usikre på hvorvidt energien forsvinner, da den kommer tilbake – eller kun er borte fra den energienheten.

I **spørsmål 7** var det også noe nye kategorier som ble laget. I all hovedsak har elevene svart ved opplisting, og derfor vil svar som "Stillingsenergi, rotasjonsenergi, bevegelsesenergi, lyd-energi" kategoriseres som *Stillingsenergi*, *Rotasjonsenergi*, *Bevegelsesenergi* og *Lyd*. Samme gjelder for *Sol*, *Vind* og *Vann*.

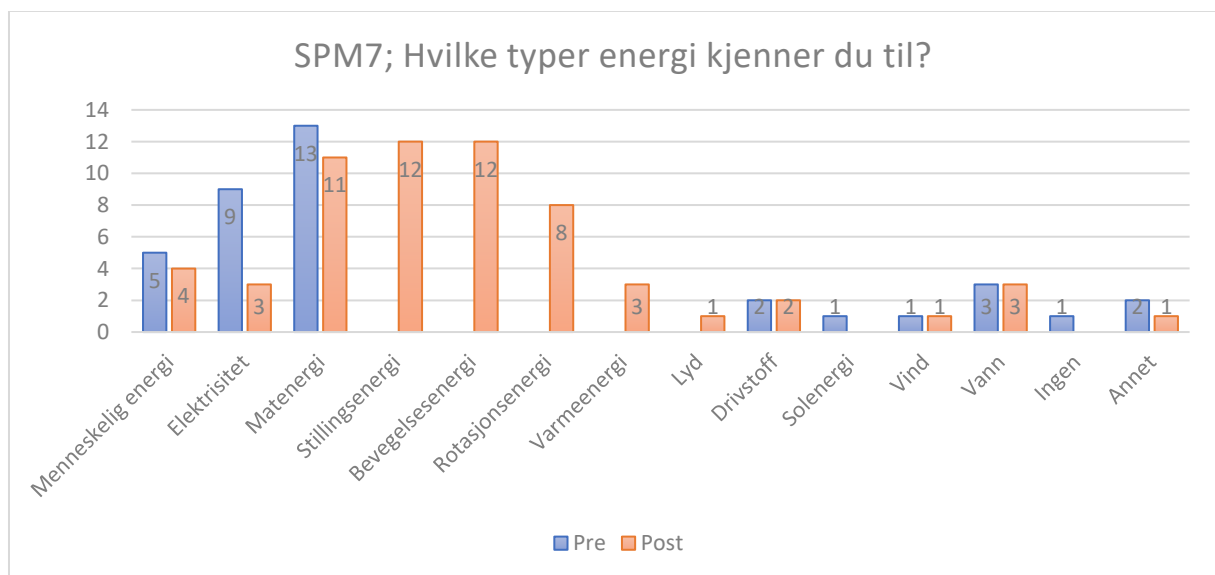


Diagram 7, svar på spørsmål 7, pre og posttest

Av diagram 7 vil jeg trekke frem de markante endringene i elever som nevner stillings-, bevegelse- og rotasjonsenergi som former for energi. Derimot har det vært en reduksjon i elever

som trekker inn elektrisitet som en form for energi. Det har også vært en liten reduksjon i elever som trekker inn menneskelig og matenergi.

Resultatene fra pre- og posttesten gir et inntrykk av at elevene har hatt en endring i forståelsen av hva energi er, flere trekker frem at energi er en kraft. Videre tyder resultatene på at elevene har hatt en endring i forståelsen for at det er energikilder som *lager* energi, og at mat *har* energi. Det tyder også på at elevene har hatt en endring i forståelsen av at energi kan endre form, men at deres eksisterende forståelse for energioverføring kan ha blitt forsterket. Videre tyder resultatene på at elevenes forståelse for hvorvidt energi kan forsvinne ikke har endret seg. Derimot kan det se ut som elevenes forståelse for former for energi har fått en betraktelig økning.

5.2.2. Hvordan påvirker praktisk arbeid elevenes forståelse for energibegrepet?

Jeg ønsker å forstå hvordan praktisk arbeid kan ha påvirket elevenes forståelse for energibegrepet, og har derfor rettet oppmerksomheten min mot prosessen rundt de praktiske aktivitetene. Her har jeg sett nærmere på hva som foregikk under gjennomføringen av aktivitetene. Jeg har kommet frem til tre kjerne kategorier tilknyttet praktisk arbeid og elevenes forståelse for energibegrepet: *konkretisering*, *kobling* og *energi som en kraft*.

Den første kjerne kategorien handler om hvorvidt elevene hadde tilgang til det praktiske objektet mens de diskuterte eller ikke. Den andre kjerne kategorien handler om *kobling* mellom to dimensjoner av kunnskap, hvordan elevene bruker de praktiske aktivitetene til å forklare de naturvitenskapelige ideene (Millar et al., 2002). Den siste kjerne kategorien var et forsøk på å se nærmere på hvorfor flere elever i posttesten beskriver *Energi som en kraft*. Her kan flere elever i løpet av de praktiske aktivitetene fått en forståelse for energibegrepet. I det følgende vil jeg utdype de tre kjerne kategoriene med et utgangspunkt i observasjonene og intervjuene.

Konkretisering

I første del av resultatene viste jeg evidens for at det var aktiviteten med matproduktene som kom dårligst ut med tanke på effektiviteten (1;i og 2;i.), sammenlignet med de to andre aktivitetene (Se kap. 5.1.2). Etter å ha undersøkt mine egne observasjonsnotater har jeg funnet ut at i den første aktiviteten, matproduktene, fikk ikke elevene utdelt matproduktene før det var ferdig med å diskutere. Derimot hadde elevene tilgang på det praktiske objektet i de to siste aktivitetene (tråbil og vindmølle). Det at elevene ikke har hatt tilgang på de praktiske objektene mens de skulle diskutere kan være en forklaring på hvorfor aktiviteten var mindre effektiv i

dimensjonen av ideer. I aktivitetene hvor de hadde tilgang på de praktiske objektene har aktiviteten vært vesentlig mer effektiv i dimensjonen av ideer.

Resultatene fra pre- og posttest indikerer et lignende mønster. I diagram 1 har det vært større endringer tilknyttet energi som en kraft, i forbindelse med mennesket og elektrisitet. Derimot har elever trukket frem matenergi i sine beskrivelser av energi like mange ganger i pre- og posttesten. Det kan se ut som om den første aktiviteten ikke har hatt like stor påvirkning som de andre aktivitetene. Diagram 4 gir viser et lignende bilde, hvor det er i kategorien *stillingsenergi til bevegelsesenergi* det har vært størst endring. Derimot har *spising* hatt en mindre endring. Ut ifra diagram 7 kan det se ut som om aktivitetene, tråbil og vindmølle, har hatt en større påvirkning enn matproduktene. Det er størst endring i stillings-, bevegelse- og rotasjonsenergi, og en liten reduksjon i matenergi.

Derimot viser diagram 3 at elevene kan ha fått en forståelse for at mat *har* energi, da den har hatt størst endring. Det har ikke forekommet store endringer i de andre kategoriene, som tilsier at elevene har fått med seg at matproduktene har energi. I motsetning til resultatene i diagram 4, kan det se ut som matproduktene har hatt en større påvirkning på elevenes forståelse for energioverføring (diagram 5).

Kobling

I første del av resultatene har jeg presentert evidens som tilsier at de tre praktiske aktivitetene var effektive ved nivå 1 og 2 i dimensjonen av objekter og observerbare objekter (1;o og 2;o). Videre fant jeg også at aktiviteten 2 og 3 (tråbil, vindmølle) var effektiv ved nivå 1 og 2 i dimensjonen av ideer (1;i og 2;i). Aktivitet 1 (matproduktene) viste seg å ikke være like effektiv her (se kap. 5.1.2).

Jeg har ikke funnet noe evidens i observasjonene som tilsier at elevene har gjort en kobling mellom to dimensjoner av kunnskap i den første aktiviteten. Derimot vil jeg trekke inn noen resultater fra pre- og posttesten som evidens for at det kan ha forekommet en kobling. Av diagram 5 kan det se ut som elevene har gjort en kobling mellom matproduktene og at energien kan overføres ved spising (s. 74). Selv om det i diagram 7 ser ut som færre elever trekker inn matenergi som en form for energi, er det fremdeles 11 elever som nevner det. (s. 76)

I den andre aktiviteten har jeg funnet evidens som kan indikerer at det har forekommet en kobling mellom dimensjonen av objekter og observerbare objekter og dimensjonen av ideer:

Det kommer en slags energi fra føttene te Inge [red.].
Det er bevegelsesenergi!
Først stillingsenergi. Så bevege han på føttene, og overfører energi til hjulene.
Bevegelsesenergi.
Han bruke energi te å bevege hjulene. Han bruke energi, derfor blir han varm.

(Gruppe 3_notater)

Her diskuterer elevene hva det er som får tråbilen til å bevege seg. Elevene benytter seg av de naturvitenskapelige ideene energioverføring og former for energi i diskusjonen. Jeg har ikke funnet noe evidens fra de andre gruppene tilknyttet denne aktiviteten. Resultatene fra pre- og posttest, diagram 7, gir en indikasjon på at det har forekommet en kobling mellom tråbilen og former for energi. Flere elever trekker frem former for energi som var sentrale i denne aktiviteten. På den andre siden viser diagram 5 at svært få elever har gjort koblingen mellom energioverføring og tråbilen. Det har ikke vært noen endring i kategorien *Stillingsenergi til bevegelsesenergi* fra pre til posttest. Dermed kan det se ut som om denne koblingen ikke har funnet sted.

I den siste aktiviteten (vindmøllen) har jeg funnet evidens i to grupper som tilsier at de har foregått en kobling mellom de to dimensjonene av kunnskap. Her diskuterer elevene hva som får vindmøllen til å bevege seg:

Tre elever: Vind!

E1: Det er jo vinden, og liksom energien i vinden som gjør det.

E2. det er jo ikke energi i vinden

E1: jo det er det, veldig sterk energi

[Diskusjon om hvem som skal holde og blåse på vindmøllen.]

Først er den i stillingsenergi. Så begynner det å blåse og den går over i

bevegelsesenergi. Rotasjons kan jo og være noe, fordi vindmøllen roterer jo.

(Gruppe 3_notater)

Det er vind som får den til å bevege seg, også er det rotasjons energi, og bevegelsesenergi.

Hvis det er en sterk vind så går den raskere

Hvis det er en svak vind så går den seinere.

[Lærer spør: hvorfor er det slik at kraftigere vind betyr høyere hastighet?]

En elev hvisker: mer kraft

(Gruppe 2_notater)

Det kan se ut som elevene i gruppe tre gjør en kobling mellom vindmøllen og de naturvitenskapelige ideene energioverføring og former for energi. Selv om de ikke direkte sier at energien overføres til vindmøllen, beskriver de at det begynner å blåse slik at energien går

over i bevegelsesenergi. I gruppe to kan det se ut som elevene har i likhet med gruppe tre gjort en kobling mellom vindmøllen og former for energi. Derimot trekkes også energi som en kraft inn av en elev. Dermed kan det virke som de har gjort en kobling til energi som kraft.

I likhet med den forrige aktiviteten, tråbilten, så kan resultatene fra pre- og posttesten indikere at det har forekommet en kobling mellom vindmøllen og former for energi (diagram 7). I motsetning til den forrige aktiviteten viser resultatene i diagram 1 en indikasjon på at det kan ha forekommet en kobling mellom vindmøllen og energi som en kraft. Selv om det i eksemplene over kan se ut som det har forekommet en kobling mellom vindmøllen og energioverføring, viser diagram 5 et litt annet bilde. Her har det, slik som beskrevet rundt tråbilten, ikke vært noen endring i *Stillingsenergi til bevegelsesenergi*, noe som kan tyde på at koblingen ikke har forekommet.

Energi som kraft

I teorikapittelet har jeg skrevet om elevenes forståelse for energibegrepet, hvor elevene ofte ikke skiller mellom energi og kraft (se kapittel 2.1.6). Det har i posttesten vist seg at flere elever beskriver energi som en kraft, og derfor ville jeg utforske det videre. Denne kjernekategori er et forsøk på å gi meg en forståelse for hvor så mange elever sitter igjen med en forståelse for energi som en kraft.

Det var ni elever som blant annet beskrev energi som en kraft i posttesten. En elev sa enkelt og greit; "Energi er kraft." Andre elever har beskrevet energi som en kraft som kan drive andre ting, at energi er en kraft som flere ting trenger eller at "Energi er en slags kraft som får noe eller noe til å bevege seg eller stå i ro".

Jeg har funnet evidens som kan indikerer at vindmølleaktiviteten kan ha påvirket at så mange elever har beskrevet energi som en kraft. Utdraget er hentet fra en helklassediskusjon hvor elevene skulle forklare hvorfor vindmøllen beveget seg:

Det er vind som får den til å bevege seg, også er det rotasjons energi, og bevegelsesenergi.
Hvis det er en sterk vind så går den raskere
Hvis det er en svak vind så går den seinere.
[Lærer spør: hvorfor er det slik at kraftigere vind betyr høyere hastighet?]
En elev hvisker: mer kraft

(Gruppe 2_notater)

Selv om det kun er en elev som hvisker kraft, noe som læreren ikke fanger opp, var det ingen store protester fra gruppa. Derimot har jeg ikke funnet noe annet evidens enn dette utdraget. Hverken i noen av de andre gruppene, eller i de andre aktivitetene.

5.2.3. Hvordan påvirker kommunikasjon elevenes forståelse for energibegrepet?

Jeg ønsker å forstå hvordan kommunikasjon kan ha påvirket elevenes forståelse for energibegrepet. I den sammenheng har jeg sett nærmere på hvilken rolle de ulike kommunikasjonsformene har hatt i undervisningen, og hvordan det kan ha påvirket elevenes forståelse. Den første kjernekategori er *forteller* og handler om hvordan Interaktiv/autoritativ kommunikasjon har sørget for progresjon i undervisningen, samtidig hatt hovedrollen i den naturvitenskapelige fortellingen. Den andre kjernekategori er *utforsker* beskriver hvordan interaktiv/dialogisk kommunikasjon har sørget for å belyse elevenes perspektiver, en liten rolle i fortellingen. Den tredje kjernekategori er *rammer* omhandler hvordan ikke-interaktiv/autoritativ og ikke-interaktiv/dialogisk kommunikasjon har sørget for struktur og kontinuitet i fortellingen.

Forteller

I første del av resultatene viste jeg evidens som tilser at IA kommunikasjon var dominerende i hele undervisningen. Herunder viste jeg også evidens for at læreren kunne med dette sjekke elevenes forståelse, og at det var hovedsakelig IRE mønstre i interaksjonene (se kapittel 5.1.3).

Etter å ha undersøkt lydopptakene og observasjonsnotatene har jeg funnet at læreren kan ha brukt en IA kommunikasjon slik at flertallet av elevene klarte å følge den naturvitenskapelige fortellingen som han prøvde å fortelle. Læreren har fortellingen liggende på kateteret, og ved hjelp av spørsmål kan han sjekke hvorvidt elevene klarer å følge fortellingen.

Etter at elevene i gruppe 3 har diskutert hva det er som gjør at tråbilen beveger seg, blir de spurt de samme spørsmålene av læreren i helklassediskusjonen. Eksempelet under er hentet fra en gruppe, men læreren stiller de samme spørsmålene til hver gruppe.

[Hvorfor beveger bilen seg?]

E1: Bruke jo energi på å trø. Først er det stillingsenergi, så blir det bevegelsesenergi og i tillegg er det rotasjonsenergi. Inge lage på en måte energi til bilen [en annen elev hvisker: overføre].

[Hvorfor blir Inge varm?]

E1: Fordi han bruker energi på å få bilen i gang, åsså blir han sliten av å trø liksom.

E2: Kanskje fordi du overfører noe av energi, og derfor blir du sliten og varm.

(Gruppe 3_notater)

I eksempelet over stiller Inge et innledende spørsmål, og det kan se ut som han var fornøyd med svaret og går derfor videre på neste spørsmål. Sagt på en annen måte, læreren stiller et innledende spørsmål [I], får en respons av elevene [R] og gjør en evaluering av responsen [E]. På den måten kan læreren etterstrebe at alle elevene klarer å følge fortellingen videre.

Under er et utdrag fra oppsummeringen av demonstrasjonen (ballene), hvor læreren spør gruppen noen raske spørsmål:

[I] [Lærer spør om hvilke energier vi har.]

[R] En elev sier: Stillingsenergi

[E, I] [Lærer spør hva energi går over til]

[R] Samme elev sier: Bevegelsesenergi

[E, I] [Lærer spør hvor noe av energien blir av]

[R] En annen elev sier: Den går med til å sprette ballen opp igjen

(Gruppe 1_notater)

Læreren sjekker her hvorvidt elevene på denne gruppen har klart å følge fortelling, og det kan se ut som han er fornøyd ettersom han går raskt videre til neste spørsmål. Igjen, samme IRE form på interaksjonen.

I begge eksemplene over vil jeg trekke frem at elevene benytter seg av begreper tilknyttet underkategoriene i figur 10 (s. 53). For det første bruker elevene stillings- og bevegelsesenergi til å forklare hvorfor bilen beveger seg. For det andre er det en elev som hvisker at energien overføres, og sikter tilbake på det E1 forklarte. Resultatene i diagram 7 viser også en tendens til at elevene har fått en forståelse for underkategorien former for energi (figur 10). Her har flere elever trukket frem både stillings- og bevegelsesenergi i sine svar på hvilke former for energi de kjenner til. Det kan se ut som at læreren rolle som forteller har påvirket elevenes forståelse for former for energi. Derimot vil jeg trekke frem diagram 5 (s. 74) som viser ingen endring i elevenes forståelse for energioverføring. Selv om det kun er en elev som hvisker "overføre" i det først eksempelet, kan det se ut som lærerens rolle som forteller ikke har påvirket elevenes forståelse for energioverføring.

Læreren sørger for med en slik kommunikasjonsform at elevene følger den planlagte fortellingen, at elevene får med seg hva som foregår og at de sitter igjen med det han ønsker at de skal sitte igjen med. Samtidig sørger han for progresjon i undervisningen, slik at undervisningen ikke stopper opp. Skulle det være behov kan læreren supplere med forklaringer om han ser det nødvendig. Elevene har også en mulighet for å få bekreftet eller avkreftet sine ideer mot lærerens, slik at de kan få en respons på hvorvidt de henger med i fortellingen.

Utforsker

I resultatene fra del 1 viste jeg evidens som tilsier at det var interaktiv/dialogisk kommunikasjon i undervisningen. Etter å ha undersøkt observasjonsevne nærmere har jeg funnet at ID kommunikasjon kan ha sørget for å utforske elevenes perspektiver, ved hjelp av IRF interaksjoner. Samtidig fant jeg ut at det var tilfeller hvor læreren ikke har benyttet seg av utforsker rollen, og holder holdt fast ved *forteller* rollen.

I eksempel under har læreren gått bort til en gruppe som er midt i diskusjonen av tråbilen, og samtalen utfolder seg slik:

[I] L: Hvilken type energi er det du tenker på?

[R] Elever: Bevegelsesenergi.

[F] L: hvor kommer bevegelsesenergi fra?

[R] Elever: føttene, pedalene, stillingsenergi.

(Lærer_notater)

Her benytter læreren seg av en respons som bygger videre på svaret fra elevene, en IRF-struktur, og får dem til å tenke videre på hvor energien i tråbilen kommer fra. Det kan se ut som læreren utforsker elevenes perspektiv, slik at de kan diskutere tråbilen videre. Her kunne det også vært interessant å videre utforsket elevenes perspektiv, men læreren var nødt til å gå til en annen gruppe.

I eksempelet over trekker en elev frem bevegelsesenergi, en underkategori i figur 10 (s. 53), og det kan se ut som om læreren prøver å utforske elevenes perspektiv tilknyttet energioverganger. Av diagram 7 (s. 76) kan vi se at flere elever har hatt en økning i forståelsen av bevegelsesenergi, og det kan derfor se ut som lærerens rolle som utforsker kan ha påvirket elevenes forståelse for bevegelsesenergi.

Det neste eksempelet er hentet fra den demonstrasjonen av hvordan ulike baller spretter. Her forklarer en elev hvorfor de ulike ballene spretter ulikt, hvor læreren velger å søke bekreftelse på om han har forstått eleven riktig. Deretter trekker han inn en ny ball og lur på hvordan det er med energien i den.

[R] Elev: Den hule ballen [bordtennisball] når det faller ned vil den liksom energien som kommer når den faller ned letter komme opp fordi den er hul. Når den faller ned så får den mye energi så gjør at den kan gå opp fordi den er hul. Mens den andre er ikke hul, det er liksom mye mer som skal til for at den løftes opp.

[F] L: Så det du sier er at denne her [bordtennisballen] blir mye mer energi brukt til at den går opp igjen?

[R] E: ja, fordi den er mye lettere og den er hul.

[F] L: Hva så med denne [viskelærball], hva skjer med den energien?

[R] E: det kommer også mye mer energi, men mye mer brukes for å få den til å gå opp igjen.

(Lærer_notater)

Etter at læreren har fått bekreftelse på hvorvidt han har forstått elevens besvarelse, velger han å videre utforske denne elevens perspektiv ved å trekke inn en ny ball. Slik utforsker læreren elevens perspektiv, ved hjelp av IRF interaksjoner, før han deretter utfordrer eleven på å overføre den samme tankegangen til et nytt objekt.

I eksempelet over har hverken eleven eller læreren benyttet seg av former for energi eller energioverganger. Derimot er det tydelig at læreren prøver å utforske elevens perspektiv, og det hadde vært interessant å sett hvordan elevene hadde svar dersom han ble bedt om å tenke i energibegreper. Dermed er det vanskelig å si hvorvidt kommunikasjonen læreren benyttet seg av her har påvirket elevenes forståelse for energibegrepet.

Til slutt vil jeg trekke frem et eksempel som viser en gylden mulighet for utforskning av denne elevens perspektiv. Derimot kan det virke som læreren er mer opptatt av den naturvitenskapelige fortellingen enn å utforske elevenes perspektiv:

Elev: Jeg ble sliten av å blåse på vindmøllen, og kanskje det er fordi jeg bruker energi?

Lærer: Jah, men husk at vi skulle late som om det var vind, så ikke tenk på at du ble sliten.

(Lærer_notater)

Læreren avfeier svaret, men dersom han hadde brukt litt tid på å utforske hva denne eleven egentlig prøvde å si kunne det vært en mulighet for god ID kommunikasjon. Eleven trekker frem at energien som får vindmøllen til å bevege seg må jo komme fra et sted, og i dette tilfelle fra eleven selv.

Rammer

I første del av resultatene viste jeg evidens som tilsier at det var IIA og IID kommunikasjon i undervisningen. Etter å ha undersøkt observasjonene har jeg funnet at IIA har blitt identifisert i begynnelsen av undervisningen, samt før hver praktisk aktivitet. Den IID kommunikasjonen

har blitt identifisert i slutten av undervisningen, og etter hver praktisk aktivitet. Det medførte at læreren laget rammer i undervisningen ved å være tydelig på hva de skulle undersøke og tilslutt trekke frem hva de hadde kommet frem til. I det følgende eksempelet ser vi hvordan læreren før den andre aktiviteten forklarte hva elevene skulle gjøre og hensikten med denne oppgaven.

Den neste oppgaven.. Den handle om energi i mennesker og i bevegelse. Hensikten med denne oppgaven e det at me ska undersøka koffer tråbilen bevege seg. Dokker ska få utdelt ein sånn tråbil ittepå. Eh.. Og ka så gjør at man blir varm av å trå.

(Lærer_notater)

Elevene får informasjon om hva aktiviteten skal handle om, hva som er hensikten, hva de skal utforske og hva de skal gjøre. Læreren sørger for at elevene er mer beredt på å møte aktiviteten de skal gjøre. I eksempelet over trekker han frem at oppgaven skal handle om energi tilknyttet mennesker og bevegelse, og at de skal undersøke hvorfor en tråbil beveger seg. Her knytter han den første aktiviteten(matprodukt), som handlet om energi i mat og mennesker, sammen med andre aktiviteten (tråbilen). Samtidig legger han vekt på at det skal handle om bevegelse, som er en av underkategoriene i figur 10 (s. 53). Det er ikke noe i pre- og posttesten som kan gi en indikasjon på hvordan IIA kommunikasjon i begynnelsen av aktivitetene har påvirket elevenes forståelse.

Den IID kommunikasjonsformen ble identifisert ved slutten av hver aktivitet og i slutten av undervisningen. Læreren har oppsummert hva elevene hadde brakt opp i de forskjellige aktivitetene og samtidig markert sentrale ideer. Dersom det var ideer som var mindre riktige kan han ha valgt å ikke fokusere på dem, men heller de ideene som var mer korrekte. I tillegg kan læreren ha sørget for at elevene tok med seg de sentrale ideene videre inn i den neste aktiviteten, han koblet de ulike aktivitetene sammen til en helhet.

Riktig det som dokker seie. Når bilen står i ro, så var det to-tre grupper her som nevnte stillingsenergi, sant. Også nevnte dokker at me bruke kroppen vår, sant det e ein bevegelsesenergi i føttene.. eh.. over på hjulene.. så fekk me og hørre rotasjonsenergi i hjulene, sant, som får denne sykkelen [tråbilen] te å gå fremover. Det e bra.

(Lærer_notater)

Her trekker læreren frem elevenes svar og markerer blant annet stillingsenergi, bevegelsesenergi, rotasjonsenergi og energiovergang. Det kan ha gjort det lettere for elevene å vite hva de skulle ta med seg videre i den neste aktiviteten. Læreren trekker frem både former for energi og energiovergang, to underkategorier i figur 10 (s. 53). Han nevner at bilen er i ro og har stillingsenergi, bevegelsesenergien i mennesket overføres til hjulene slik at tråbilen

beveger seg fremover. Diagram 4 (s. 73) viser en stor økning i antall elever som trekker frem at stillingsenergi kan endre form til bevegelsesenergi. Diagram 7 (s. 76) viser en markant økning i elever som trekker frem at former for energi i sine svar. Blant annet er det en stor økning i bevegelsesenergi, stillingsenergi og rotasjonsenergi. Det kan se ut som om lærerens bruk av IID til å oppsummere aktivitetene kan ha hatt en påvirkning på elevenes forståelse for former for energi og at energi kan endre form. Derimot viser diagram 4 (s. 73) ingen endring i elevenes forståelse for energioverføring.

5.3. Oppsummering

For å trekke sammen trådene fra den første delene av resultatene vil jeg trekke frem at jeg har funnet evidens som tilsier at elevene har fått en forståelse for energi som en kraft. Videre har jeg funnet evidens som indikerer at elevene har fått en forståelse for energioverganger og former for energi. Deretter trakk jeg frem evidens som tilsier at de tre partiske aktivitetene var effektive ved nivå 1 og 2 i dimensjonen av objekter og observerbare objekter. Derimot var det kun tråbilen og vindmøllen som var effektive ved nivå 1 og 2 i dimensjonen av ideer. Tilslutt trakk jeg frem evidens som viser at IA kommunikasjon var dominerende, og at det var få tilfeller av ID kommunikasjon. Jeg viste også evidens som tilsier at IIA og IID var tilstede før og etter hver aktivitet.

I andre del av resultatene så jeg nærmere på resultatene i pre- og posttesten, samt at jeg så nærmere på hvordan praktisk arbeid og kommunikasjon har påvirket elevens forståelse for energibegrepet. Resultatene fra pre- og posttesten indikerer at elevene har hatt en endring i forståelse for energi, ved at de beskriver energi som en kraft. I tillegg viser resultatene at elevene har hatt en endring i forståelsen av energioverganger og former for energi. Videre har jeg presentert tre kjerne kategorier som beskriver hvordan praktisk arbeid kan ha påvirket elevenes forståelse for energibegrepet: *konkretisering*, *kobling* og *energi som kraft*. Tilslutt presenterte jeg tre kjerne kategorier som beskriver hvordan kommunikasjon kan ha påvirket elevenes forståelse for energibegrepet: *forteller*, *rammer* og *utforsker*.

6. Fra Erfaring til vitenskapelig forståelse; Diskusjon

Forskningsspørsmålet i mitt prosjekt var som følger; *Hvordan påvirker undervisningsopplegget elevenes forståelse for energibegrepet?* Min interesse for energibegreper fra tidligere erfaringer ble beskrevet innledningsvis. Derimot var det etter at jeg hadde lest Driver et al. (1994); Heron et al. (2008); Millar (2005); Vygotsky (1978) at interessen for energibegrepet ble hevet til et nytt nivå. Først etter at jeg hadde lest Heron et al. (2008) og deres arbeid rundt undervisning om energi ble jeg inspirert til å ta fatt i et lignende arbeid. De ulike praktiske aktivitetene elevene gikk gjennom er inspirert av aktivitetene som Heron et al. (2008) brukte i sitt prosjekt. Innledningsvis trakk de frem Millar (2005) sitt arbeid rundt undervisning om energi og dermed ble jeg interessert i å undersøke Millar (2005) nærmere. Her viste det seg at det var mye mer rundt energibegrepet enn jeg først hadde antatt. Både elever, og lærere, kan ha store utfordringer knyttet til forståelse av energibegrepet og at det er store forskjeller i hvordan man bruker begrepet *energi* i naturvitenskapen og i dagligtalen. Dermed ble det nødvendig å undersøke hva annen litteratur sier om elevenes forståelse for energibegrepet. Etter et raskt søk dukket Driver et al. (1994) sitt arbeid opp. Driver et al. (1994) beskriver typiske kjennetegn ved elevenes forståelse for energibegrepet og hva elevene tar med seg inn i undervisningen. Jeg valgte å se på elevens forståelse som for forståelse og hvordan man som lærer eller pedagog kan bygge videre på denne for at barnet også skal kunne tilegne seg en naturvitenskapelig forståelse. Det ga meg et nytt felt jeg måtte undersøke, nemlig hvordan forståelse utvikler og endrer seg.

I tråd med mitt syn på hvordan kunnskap dannes og utvikles ble det naturlig å undersøke Vygotsky sitt arbeid, nærmere bestemt; Vygotsky (1978). Prosessen rundt endring og dannelse av begreper, hvordan et barn gjennom internalisering fra det sosiale til det individuelle planet og hvilken rolle språket har i denne prosessen ga meg et grunnlag for hvordan jeg kunne undersøke endring i forståelse. I tillegg presenterer Vygotsky (1978) den proksimale utviklingssonen som beskriver hva en elev kan klare alene og hva en elev kan klare ved hjelp fra andre. Det ble tydelig at mitt arbeid skulle plasseres i mellom hva elevene kan klare alene, og hva de kan klare ved hjelp fra andre. I dette inngår både instruksjon, praktisk arbeid og kommunikasjon som sammen med for forståelsen dannet bakgrunn for de tre teoretiske pilarene i mitt forskningsprosjekt forståelse for energibegrepet, praktisk arbeid og kommunikasjon.

Før jeg begynner å se nærmere på resultatene og de tre teoretiske pilarene vil jeg trekke frem to viktige punkter når det gjelder mitt forskningsprosjekt. For det første kan det hende at elevene ble påvirket av at de var med i dette prosjektet, noe som kan ha medført at de har prestert

annerledes enn de vanligvis gjør. Her vil jeg trekke frem noe av det Damian sa i begynnelsen av intervjuet;

Meg: Ehm, først så lure eg på litt på om ka du syns om det opplegget Inge hadde den timen?

Damian: Eh, det var litt gøy, litt annerledes enn det vi pleier

Meg: Ka va det som var annerledes med dette?

Damian: Nei vi hadde jo liksom, måten vi satt og måten vi gjorde, vi skulle ha om energi mitt i noe og at vi skulle hjelpe til med et prosjekt av en venn, det var litt annerledes enn det vi pleier å gjør.

(Transkripsjon_Damian)

Det var altså et annerledes opplegg, og spesielt siden de skulle hjelpe en venn av læreren. For det andre vil jeg understreke at resultatene i mitt forskningsprosjekt nødvendigvis ikke kan generaliseres til andre elevgrupper, klasser eller skoler. Hensikten med dette prosjektet var at resultatene kan brukes som et tankeredskap i utviklingen av undervisningssekvenser rundt energibegrepet. Lærere kan benytte seg av erfaringene mine i deres egen utvikling av undervisning, både på barne- og ungdomsskole. Jeg vil også legge til at selv om jeg i resultatene ikke har funnet evidens tilknyttet de ulike kategoriene, betyr det nødvendigvis ikke at evidensen ikke var det, men det kan godt være at den ikke var der.

Strukturen for resten av diskusjonen er tilknyttet de tre underspørsmålene til problemstillingen min. Her vil jeg først trekke frem hvordan praktisk arbeid har påvirket elevenes forståelse, deretter kommunikasjon og tilslutt se nærmere på elevenes forståelse før og etter undervisningen. Underveis vil jeg trekke inn resultatene mine og diskutere dem opp mot relevante teoretiske perspektiver.

6.1. Hvordan påvirker praktisk arbeid elevenes forståelse for energibegrepet?

I del to av resultatene presenterte jeg tre kjerne kategorier som beskriver hvordan praktisk arbeid kan ha påvirket elevenes forståelse for energibegrepet (se kapittel 5.2.2). I den første kjerne kategorien, *konkretisering*, beskrev jeg hvordan det at elevene hadde tilgang på et konkret objekt var viktig for elevenes forståelse for energibegrepet. I den andre kjerne kategorien, *kobling*, beskrev jeg hvordan de ulike aktivitetene har hjulpet elevene med å gjøre koblinger mellom to dimensjoner av kunnskap. I tredje kategorien, *energi som en kraft*, utforsket jeg de praktiske aktivitetene for å en forståelse for hvorfor så mange elever beskrev energi som en kraft i posttesten.

Konkretisering

Det var viktig for elevenes forståelse for energibegrepet at de hadde tilgang på et konkret objekt mens de diskuterte oppgavene. Effektiviteten til de ulike aktivitetene kan også ha blitt påvirket av hvorvidt de hadde tilgang til et konkret objekt under diskusjonene. Den første aktiviteten, matproduktene, var mindre effektiv i dimensjonen av ideer enn de to siste aktivitetene (tråbilen og vindmøllen). Resultatene fra pre- og posttesten viste også et lignende bilde, hvor de aktivitetene der elevene hadde tilgang på et konkret objekt hadde en større påvirkning. Derimot viste diagram 4 og 5 fra pre- og posttesten et litt annet bilde; den første aktiviteten hadde hatt en større påvirkning på elevens forståelse for energioverføring; de to andre aktivitetene hadde påvirket elevenes forståelse for at energi kan endre form.

I kapittel 2 skrev jeg om Osborne (2015) som trakk frem at den praktiske aktiviteten må knyttes til den naturvitenskapelige ideen, hvis ikke er aktiviteten bortkastet. Det kan være en forklaring på hvorfor den første aktiviteten har hatt en mindre påvirkning på elevenes forståelse for energibegrepet. Elevene fikk utdelt matproduktene etter at de hadde diskutert oppgavene, og derfor ble de sittende å se på energiinnholdet uten at det ble knyttet til den naturvitenskapelige ideen. Derimot fikk elevene i de andre aktivitetene naturvitenskapelige ideer å knytte den praktiske aktiviteten til. Elevene fikk benytte seg av tråbilen og vindmøllen da de skulle diskutere energioverganger, og former for energi.

En annen forklaring kan ligge i Millar et al. (2002) sin beskrivelse av hensikten med praktisk arbeid, å bidra til at elevene klarer å koble sammen kunnskap i to dimensjoner: objekter og observerbare objekter og ideer. Det at elevene ikke har hatt tilgang på et konkret objekt under den første aktiviteten, gjør det vanskelig for elevene å gjøre koblingen. Elevene blir først bedt om å diskutere de naturvitenskapelige ideene, før deretter å få utdelt noen matprodukt som de skal da koble til diskusjonen de nettopp hadde. I de andre aktivitetene hadde elevene tilgang på de konkrete objektene samtidig som de skulle diskutere, og dermed kan det være enklere for dem å gjøre kobling mellom de to dimensjonene.

Effektiviteten i dimensjonen av ideer innebærer at elevene i undervisning, og i etterkant, benytter seg av de naturvitenskapelige ideene i deres tanker, forklaringer og diskusjoner (Millar, 2009). I motsetning til den første aktivitetene ble de andre aktivitetene koblet opp mot de naturvitenskapelige ideene, slik at elevene kunne dra nytte av dem i prosessen rundt tråbilen og vindmøllen. Det kan være en forklaring på hvorfor tråbilen og vindmøllen var mer effektive enn matproduktene

Tilslutt vil jeg trekke frem diagram 5 som indikerer at matproduktene har påvirket elevenes forståelse for energioverføring, og diagram 4 som indikerer at tråbilen og vindmøllen har påvirket elevenes forståelse for at energi kan endre form. Hensikten med alle tre aktivitetene var at de blant annet skulle illustrere ideen om energioverføring, mens den siste aktiviteten som ble en demonstrasjon skulle illustrere at energi kan endre form. En mulig forklaring ligger i Bravo et al. (2008) og Haug og Ødegaard (2014) sin beskrivelse av begrepsforståelse. Det kan virke som elevene har en lav passiv kontroll over begrepene energioverføring og endre form. Noe som kan medføre at de ikke helt forstår forskjellen i betydningen av de to begrepene. Derfor kunne det kanskje vært en idé med en gjennomgang av pre- og posttesten for elevene, slik at jeg kunne sikret meg at de hadde en viss forståelse for begrepene.

Kobling

Det ble i resultatene identifisert tilfeller i alle aktivitetene som tilsier at det har forekommet en kobling mellom aktivitetene og energioverganger og former for energi. I den første aktiviteten (matprodukt) har det ikke blitt identifisert koblinger i observasjonene, men kun i pre- og posttesten. I de to siste aktivitetene (tråbilen og vindmøllen) har det blitt identifisert koblinger i observasjonene og pre- og posttest. I tillegg har det i den siste aktiviteten (vindmøllen) blitt identifisert en kobling i observasjonene til energi som en kraft.

I kapittel 2 skrev jeg om Osborne (2015) som skriver at dersom den praktiske aktiviteten ikke knyttes til den naturvitenskapelige ideen, er aktiviteten bortkastet. Det kan være en mulig forklaring på hvorfor det ikke har blitt identifisert noen tilfeller av koblingen mellom to dimensjoner av kunnskap i observasjonene. Elevene har ikke hatt tilgang på et konkret objekt å koble de naturvitenskapelige ideene på. Derimot viser resultatene fra pre- og posttesten at det har forekommet en kobling (diagram 5 og 7). En mulig forklaring her kan være som Scott et al. (2011) skriver at begrepsforståelse innebærer at det lages koblinger mellom eksisterende kunnskap og den nye ideen. En prosess som blir beskrevet Vygotsky (1978) som internalisering. Pretesten (diagram 7) viser at elevene har kjennskap til matenergi fra før, og gjennom at energioverføring og former for energi introduseres til det sosiale planet har elevene deretter muligheten for å lage koblingene på det individuelle planet.

En forklaring på hvorfor det har blitt identifisert koblinger i de to siste aktivitetene kan henge sammen med hvordan de har blitt planlagt, og gjennomført. Aktivitetene ble planlagt og introdusert i tråd med "The Guiding Principles" og "Practical Activity Analysis Inventory (PAAI)" (Carr et al., 1986; Millar, 2009). Den nøye planleggingen av aktivitetene, og at de blir

gjennomført som planlagt, medfører at de naturvitenskapelige ideene tilknyttet aktiviteten blir mer synlige. TGP og PAAI synligjør for både lærere og elever hvilken idé(er) som skal illustreres, noe som er veldig viktig (Osborne, 2015), slik at de kan få en større effektivitet. I likhet med den første aktiviteten vil jeg trekke frem internalisering (Vygotsky, 1978). Elevens eksisterende kunnskap blir introdusert til nye ideer på det sosiale planet og slik at de deretter kan lage koblinger på det individuelle planet. Jeg vil også trekke frem Scott et al. (2011) og den andre formen for pedagogiske koblingsstrategier. Aktiviteten skulle illustrere ulike sider ved energibegrepet, slik at elevene kunne få et inntrykk av hvordan begreper som energioverføring, endre form, stillingsenergi og bevegelsesenergi henger sammen. Begrepene sammen er med på å gi elevene en forklaring på fenomenet *energi*.

Tilslutt vil jeg trekke frem at det i den siste aktiviteten ble identifisert en kobling mellom vindmøllen og energi som en kraft. Det er ingen stor overraskelse, ettersom Driver et al. (1994) og Angell, Bungum, et al. (2011) beskriver det som vanlig hos elevenes forståelse for energibegrepet. Det er ikke en "riktig" kobling denne eleven har gjort, og diagram 1 viser at han ikke er alene. Noe som bringer meg over på den siste kjernekategori.

Energi som en kraft

I resultatene fra i del 1 har det blitt identifisert tilfeller i intervjuene og pre- posttesten som tilsier at det har forekommet en kobling til energi som kraft. I tillegg har det i del 2 blitt identifisert et tilfelle i den siste aktiviteten hvor den samme koblingen har forekommet. Derimot er det ikke identifisert noen tilfeller i de andre aktivitetene.

I kapittel 2 har jeg skrevet om elevenes forståelse for energibegrepet, hvor det blant annet trekkes frem at elever ofte ikke skiller mellom begreper som energi og kraft (Angell, Bungum, et al., 2011; Driver et al., 1994). Det er altså vanlig at elever beskriver energi som en kraft, men på den andre siden er det ikke lett å gi en forklaring på hvorfor de gjør det. Jeg har identifisert et tilfelle i undervisningen hvor en elev ser ut til å ha koblet sammen vindmølle aktiviteten med energi som en kraft. Utenom det har jeg ikke identifisert andre tilfeller.

Jeg vil trekke frem deler av Inge sin oppsummering av den siste aktiviteten, hvor ordvalget kan være en av mange forklaringer på hvorfor elevene sitter igjen med en forståelse av energi som en kraft.

(...). Så sa gruppå her at det kunne me hvis me hadde ein **kraftigere** vind. Og denne gruppå nevnte at.. **kraftigere** vind då går det fortere fordi at me har mer energi i vinden, sant. **Kraftig** vind har mer energi enn forsiktig, eller ingen vind.

(Lærer_notater, egen utheving)

Inge benytter seg av elevenes svar underveis i aktiviteten og oppsummerer hva de har kommet frem til. I utdraget over bruker Inge adjektivet kraftig til å forklare hvordan vindmøllen kan bevege seg raskere. Det kan hende at bruken av "kraftig" kan ha medført at flere elever sitter igjen med en forståelse for energi som en kraft.

6.2. Hvordan påvirker kommunikasjon elevenes forståelse for energibegrepet?

I del to av resultatene presenterte jeg tre kjerne kategorier som beskriver hvordan kommunikasjon kan ha påvirket elevenes forståelse for energibegrepet (se kapittel 5.2.3). Den først kategorien, *forteller*, handler om hvordan læreren benyttet seg av Interaktiv/Autoritativ kommunikasjon og IRE mønstre i interaksjonene med elevene, slik at flertallet av elevene klarte å følge den naturvitenskapelige fortellingen. Den andre kategorien, *utforsker*, omhandler hvordan benytter seg av Interaktiv/Dialogisk kommunikasjon og IRF mønstre i interaksjoner med elevene for å få frem elevenes perspektiver. Den siste kategorien, *rammer*, handler om hvordan læreren ved hjelp av Ikke-interaktiv/autoritativ og ikke-interaktiv/dialogisk kommunikasjon til å ramme inn undervisningen og aktivitetene.

Forteller og/eller utforsker

I resultatene ble det fremhevet at læreren benyttet seg av IA kommunikasjon og IRE mønstre i interaksjonene med elever for å etterstrebe at flertallet av elevene klarte å følge den naturvitenskapelige fortellingen. Det ble også fremhevet hvordan det kan se ut som om læreren rolle som forteller kan ha påvirket elevenes forståelse for former for energi, men ikke elevenes forståelse for energioverføring. Tilslutt ble det fremhevet at læreren sørger for progresjon i undervisningen, og at han har en viss kontroll hva elevene får meg seg eller ikke. Resultatene viste også at læreren benyttet seg av ID kommunikasjon og IRF mønstre i interaksjonene for å få frem elevenes perspektiver. Det ble også fremhevet hvordan lærerens rolle som utforsker kan ha påvirket elevenes forståelse for former for energi. Tilslutt ble det identifisert et tilfelle hvor læreren kan ha gått glipp av en gylden ID mulighet.

I kapittel 2 skrev jeg om Lemke (1990) som blant annet trekker frem at å snakke naturvitenskapelig handler om å *gjøre* naturfag gjennom språket, Knain (2005) som trekker frem at man kan lære naturfag *gjennom* språket og Vygotsky (1987) som trekke frem språkets rolle i barnets utvikling. Uavhengig av hvorvidt læreren hadde en rolle som forteller eller

utforsker handler det om hvordan han benyttet språket til å lære elevene om energi. Ved å benytte seg av IA kommunikasjon kan læreren løfte frem et spesifikt naturvitenskapelig perspektiv, eller ved å benytte seg av ID kommunikasjon kan læreren løfte frem og utforske elevenes perspektiver. I begge tilfellene er det språket som er sentralt.

En forklaring på hvorfor jeg har funnet en overvekt av IA kommunikasjon kan ligge i Wellington og Osborne (2001) inndeling av naturvitenskapelige begrepet, hvor energi er et begrep som tilhører kategorien: *prinsipper eller abstrakte forestillinger*. En kategori hvor de største utfordringene oppstår, i sammenlikning til *navnsettende ord* og *proessorienterte ord* (ibid). Det er også utfordringer knyttet til energibegrepet i seg selv (Angell, Bungum, et al., 2011; Feynman et al., 1963), undervisning om energi (Millar, 2005; Warren, 1991) og elevens forståelse for energibegrepet (Angell, Bungum, et al., 2011; Driver et al., 1994; Sefton, 2004). Læreren ønsker naturligvis at flertallet av elevene skal klare å følge den naturvitenskapelige fortelling, og kan derfor velge en kommunikasjonsform hvor han har mer kontroll over hva elevene får med seg. Gjennom raske IRE interaksjoner klarer læreren å sjekke hva elevene får med seg, slik at han kan vurderer hvorvidt de trenger mer tid eller om han skal gå videre. I tillegg samsvarer IA kommunikasjon og IRE mønstre i interaksjonene med det som foregår i de fleste klasserom (Mortimer & Scott, 2003). Det kan derfor virke trygget for læreren å benytte seg av denne typen kommunikasjon, i motsetning til en ID kommunikasjon hvor læreren kan ha manglende kunnskap og/eller erfaring.

At læreren ikke i større grad benyttet seg av ID kommunikasjon og IRF mønstre i interaksjonene kan blant annet skyldes, det som Ratinen et al. (2015) erfarte i deres studie. Læreren kan ha hatt tilstrekkelig med kunnskap om de ulike kommunikasjonsformene, men manglet kunnskap om hvordan faktisk gjennomføre det i klasserommet. Det var lærerens første møte med Mortimer og Scott (2003) sitt rammeverk, og en helt ny måte å tenke undervisning på. Dermed kan læreren ha hatt en mangel på praktisk erfaring rundt hvordan han skulle gjennomføre den. En annen forklaring kan også være at læreren ikke hadde tilstrekkelig kunnskap om de naturvitenskapelige ideene som elevene skulle lære. Ratinen et al. (2015) trakk frem det som en forklaring på hvorfor det ikke var mer dialogisk kommunikasjon i et av deres undervisningsopplegg.

Jeg vil også trekke frem at selv om jeg fant ut at lærerens rolle som forteller og utforsker kan ha påvirket elevenes forståelse for former for energi, er det vanskelig å vite hva elevene forstår når de sier "bevegelsesenergi". Det har ikke blitt gjort noen utforskning av hva elevene legger

i de forskjellige begrepene, og det kan hende at de kun bruker dem for å bruke dem. Det betyr ikke at de nødvendigvis har en aktiv kontroll over begrepet (Bravo et al., 2008).

Rammer

Resultatene viste at IIA ble identifisert i begynnelsen av hver aktivitet, mens IID ble identifisert i slutten av hver aktivitet og undervisningen. Videre ble det fremhevet at IID kan ha påvirket elevenes forståelse for former for energi og at energi kan endre form.

En mulig forklaring på hvorfor det har blitt identifisert IIA i begynnelsen av aktivitetene ligger i planleggingsarbeidet. De praktiske aktivitetene ble planlagt i tråd med PAAI (Millar, 2009, se vedlegg X), hvor blant annet et punkt handler om presentasjon. Hva elevene skulle gjøre, og hensikten med aktiviteten, skulle bli forklart før hver aktivitet. I undervisningen ble dette gjort, og derfor indentifisert som IIA. En annen mulig forklaring kan ligge i Vygotsky (1978) beskrivelse av forskjellen på spontane og vitenskapelige begreper, hvor sistnevnte utvikler seg gjennom nøye instruksjon. Gjennom IIA kan elevene ha fått nøye informasjon om hva de skal gjennom, slik at de er best mulig forberedt.

En mulig forklaring på hvorfor IID har blitt identifisert i slutten av aktivitetene kan henge sammen med Scott et al. (2011) sin tredje pedagogiske koblingsstrategi. Ved at læreren benytter seg av elevenes besvarelser i sin oppsummering, fremhever han elevenes perspektiver og oppmuntrer til positiv emosjonell respons. En annen mulig forklaring på hvorfor IID ble identifisert i slutten av hver aktivitet og i slutten av undervisningen har en sammenheng med min egen, og lærerens, erfaringer fra praksis. Gjennom praksis i grunnutdanningen har vi fått beskjed om at vi alltid skal oppsummere timene, slik at elevene vet hva de skal ha lært.

6.3. Hvilken forståelse har elevene for energibegrepet?

Resultatene fra del 1 viser at elevene beskriver energi i forbindelse med bevegelse, som en kraft og et drivstoff (se kapittel 5.1.1). De viser en forståelse for energioverganger, ved at de bruker det i sine forklaringer av de praktiske aktivitetene. Elevene viser også en forståelse for former for energi, ved at de bruker stillings- og bevegelsesenergi i sine forklaringer. Resultatene fra del 2, pre- og posttesten, viser en endring i elevenes forståelse av energi i retning av at det beskrives som en kraft (se kapittel 5.2.1). Videre viser resultatene at elevene har hatt en forsterkning av forståelsen for at energikilder *lager* energi, og at mat *har* energi. Resultatene viser også at det har vært en endring i elevenes forståelse for at energi kan endre form, derimot viser resultatene at elevenes eksisterende forståelse for energioverføring kan ha blitt forsterket. Tilslutt viser resultatene en økning i elevens forståelse for former for energi.

I kapittel 2 skrev jeg om Driver et al. (1994), Angell, Bungum, et al. (2011) og Sefton (2004) og hvordan det er vanlig at elevene beskriver energi i forbindelse med bevegelse, som en kraft og som et drivstoff. Elevene som deltok i dette studiet gir den samme beskrivelsen, hvor det er størst vekt på energi som en kraft. Å forvente at elevene etter kun en økt med energibegrepet skulle ha beskrevet energi som en abstrakt matematisk idé ville vært uoppnåelig. Derimot var undervisningen ment som en introduksjon, slik at elevene gjennom flere undervisningstimer kan få en forståelse for energibegrepet som er mer likt den naturvitenskapelige beskrivelsen.

At elevene beskriver energi i forbindelse med bevegelse, som en kraft og som et drivstoff kan ha en sammenheng med deres forståelse og kontroll over ordet *energi*. Vygotsky (1987) beskrev begrepsforståelse og ordets mening som to sider av samme sak, og Bravo et al. (2008) trakk frem at å forstå et ord er en flersidig prosess. Fra tabell 1 (s. 6) vil jeg trekke frem at elevene har en lav passiv kontroll over ordet *energi*, noe som kan være en forklaring på hvorfor de beskriver energi slik de gjør. Elevene kan gjennom flere undervisningssekvenser videreutvikle forståelsen for ordet energi, og i tillegg få en mer aktiv kontroll, utvikle begrepsforståelse for energibegrepet.

Videre vil jeg trekke en mulig forklaring på hvorfor elevene viser en forståelse for energioverganger og former for energi. De tre praktiske aktivitetene og demonstrasjonene av det fjerde aktivitetene ble alle planlagt til å illustrere energioverganger og former for energi. Det at de praktiske aktivitetene ble knyttet til en ide er som tidligere beskrevet utrolig viktig (Osborne, 2015). Selv om den fjerde aktiviteten ikke ble gjennomført som en praktisk aktivitet, illustrerte den fremdeles de planlagte ideene: at energi kan endre form, stillings- og bevegelsesenergi. På den andre siden vil jeg igjen trekke frem tabell 1 (s. 6) og kommentere at, selv om elevene viser en forståelse for energioverganger og former for energi, elevene har en passiv kontroll over ordene. I motsetning til elevenes forståelse for *energi*, vil jeg argumentere for at de har en litt høyere kontroll over: energioverføring, endre form, stillingsenergi og bevegelsesenergi.

Heron et al. (2008) hadde ikke energibevaring som et mål for deres introduksjon til energibegrepet, noe jeg også valgte å ikke ta med. Derimot presiserte Heron et al. (2008) at dersom elevene selv trakk frem energibevaring, så skulle de se nærmere på det. I den sammenheng valgte jeg å ta med spørsmål 6 i pre- og posttesten, men ettersom det ikke ble noe tema for undervisningen og ingen elever trakk det frem har jeg ikke fokusert på det i analysen. Diagram 2 (s. 72) viser at det har vært noen små endringer, men ikke i tilknytning til

undervisningen. Den største endringen har vært i kategoriene *Lyn*, og hvorfor denne endringen har forekommet er ikke lett å si.

6.4. Undervisningsopplegget

I beskrivelsen av undervisningsopplegget trakk jeg frem hvordan TGP, AOA og PAAI ble brukt i planleggingsarbeidet (se kapittel 3.4.1). De tre verktøyene gjorde det enklere for meg å planlegge hvordan jeg skulle sørge for at elevene fikk en introduksjon til energibegrepet. TGP og PAAI fokuserte på hvordan de ulike aktivitetene ble knyttet til energibegrepet, og sørget for at de ble knyttet til en eller flere naturvitenskapelige ideer. AOA fokuserte på undervisningen som en helhet, og knyttet delene sammen til en enhet ved bruk av ulike kommunikasjonsformer.

Selv om undervisningen ble godt planlagt, var det også aspekter ved det jeg ville gjort endring på dersom jeg skulle gjennomført det igjen. Det første jeg ville endret var og tatt mer hensyn til pretesten som viste at elevene hadde en eksisterende kunnskap for elektrisitet tilknyttet energi (se diagram 1, 3, 5, 7). Flere elever viste erfaringer til hvordan de fikk energi fra stikkontakten i veggen til sin Ipad og Iphone. Det andre jeg ville gjort var å sett nærmere på hvordan energikilder kunne knyttes til energibegrepet. Elevene viser at de har en forståelse for energikilder før undervisningen (diagram 2). Angell, Bungum, et al. (2011) nevner blant annet at elever kjenner til energikilder, og at det kan være en fruktbar måte å introdusere energi til elevene. En siste ting jeg ville endret var antall praktiske aktiviteter, slik at elevene kunne brukt mer tid på hver aktivitet. Det vil også kreve at vi hadde laget noen flere oppgaver som elevene skulle gjennom ved hver aktivitet. Derimot kunne diskusjonene blitt litt fyldigere.

7. Konklusjon

Innledningsvis i oppgaven beskrev jeg litt hva som var bakgrunnen for oppgaven, hvor jeg blant annet trakk frem min egen erfaring fra undervisning om energi. Fra de tidligere årene husker jeg svært lite tilknyttet energibegrepet, men håper at elevene som deltok i dette forskningsprosjektet sitter igjen med noen erfaring som de vil huske i årene fremover. I tillegg nevnte jeg at energibegrepet er veldig aktuelt i disse klimautfordring-tider, hvor elever kan møte på klimaspørsmål overalt. Jeg håper at elevene som fikk undervisning om energi vil være mer forberedt til å møte videre undervisning om energi, slik at de kan ta gode avgjørelser tilknyttet fremtidens klimautfordringer.

7.1. Mine erfaringer

Hensikten med forskningsprosjektet var at jeg skulle utvikle et undervisningsopplegg, trekke frem mine erfaringer slik at andre lærere kan bruke oppgaven som tankeredskap for egen utvikling av undervisning tilknyttet energi. Undervisningsopplegget kan hvilken om helst lærere kopiere, gjøre individuelle tilpasninger og gjennomføre i andre klasser (vedlegg 2). I diskusjonen har jeg trukket frem noen endringer jeg ville har gjort, dersom jeg skulle ha gjennomført undervisningen en gang til. Noen erfaringer jeg tenker er nyttig for de som vil bruke denne oppgaven som tankeredskap for egen undervisning om energi. Jeg vil også trekke frem at selv om opplegget ble utviklet til en 6. klasse, vil undervisningsopplegget med individuelle tilpasninger kunne brukes på høyere trinn.

Jeg har gjennom oppgaven sett nærmere på hvordan praktisk arbeid og kommunikasjon har påvirket elevenes forståelse for energibegrepet. De erfaringene jeg har gjort meg gjennom forskningsprosessen er at praktisk arbeid har vært en fruktbar måte å introdusere energibegrepet til denne ene 6. klassen. Gjennom nøye planlagt aktiviteter, som alle illustrerer en eller flere naturvitenskapelige ideer, har elevene gjort koblinger mellom aktivitetene og de naturvitenskapelige ideene. Det har også vist seg hvor viktig det er at elevene har tilgang på de praktiske objektene mens de diskuterer oppgavene. Videre har jeg sett på kommunikasjon, og hvordan de ulike formene for kommunikasjon har hatt ulike roller. Fortellerrollen som sørger for at flertallet av elevene klarer å følge den naturvitenskapelige fortellingen, sørger for at læreren har en viss kontroll over hva elevene får meg seg eller ikke og samtidig sørger for progresjon i undervisningen. Utforskerrollen som løfter frem og utforsker elevenes perspektiver, og samtidig utfordre deres forståelse slik at de kan se behovet for en endring i forståelsen. De ikke-interaktive kommunikasjonsformene har blitt benyttet til å lage rammer i

undervisningen, som gir elevene informasjon om hva de skal gjøre, hva de har funnet ut og hvordan det kan knyttes til de andre aktivitetene.

7.2. Betydning for meg som fremtidig lærer

Ettersom jeg nå er ferdig med min utdanning skal jeg begynne et nytt kapittel i mitt liv som lærer i norsk offentlig grunnskole. I min første jobb, og i all fremtid, vil jeg ta med meg det arbeidet jeg har gjort her. Masteroppgaven har gitt meg en mulighet til å utforske hvordan praktisk arbeid og kommunikasjon kan påvirke elevenes forståelse for energibegrepet. Et tema jeg senere i livet selv skal undervise i, og da vil disse erfaringene komme til store nytte. Videre har jeg også sett hvor nyttigpraktisk arbeid kan være, dersom det blir planlagt grundig. For meg som naturfagslærer i barneskolen vil det påvirke hvordan jeg kommer til å bruke praktisk arbeid i min undervisning. Jeg har også sett på hvordan kommunikasjon kan ha påvirket elevenes forståelse for energibegrepet, og erfaringene vil også påvirke hvordan jeg som læreren kommuniserer med mine elever. Høyst sannsynlig vil jeg etter første undervisning tenke gjennom hvordan jeg brukt kommunikasjonen, og hvilken form jeg synes var dominerende. Etter at jeg har fått til praktisk erfaring på hvordan jeg kan bruke de ulike kommunikasjonsformene, vil det bli en del av min undervisningsstil.

7.3. Forslag til videre forskning

Det hadde vært interessant å bygge videre på det arbeidet jeg har gjennomført her, ved å undersøke hvordan en oppfølger kunne blitt utformet. Undervisningsopplegget i dette forskningsprosjektet var ment som en introduksjon til energi, men hvordan går man så videre? Her kunne det vært interessant å benytte seg av andre tilnærminger, eller bruke de samme, og utforsket hvordan de videre kan påvirke elevenes forståelse for energibegrepet.

Det hadde også vært interessant å undersøke hvordan andre tilnærminger til introduksjon av energibegrepet påvirker elevenes forståelse for energibegrepet. Da kunne det i neste omgang vært interessant å sammenligne to ulike tilnærminger. Kanskje det er andre kombinasjoner av tilnærminger som er mer fruktbare enn andre?

Tilslutt vil jeg trekke frem at det hadde vært interessant å gjennomføre en kvalitativ analyse av en introduksjonsundervisning. Undervisningsopplegget kunne blitt gjennomført i flere klasser, ved flere skoler, og undersøkt effekten av undervisningsopplegget på elevenes forståelse for energibegrepet.

8. Referanser

- Abrahams, Ian, & Millar, Robin. (2008). Does practical work really work? A study of the effectiveness of practical work as a teaching and learning method in school science. *International Journal of Science Education*, 30(14), 1945-1969.
- Abrahams, Ian, & Reiss, Michael J. (2012). Practical work: Its effectiveness in primary and secondary schools in England. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(8), 1035-1055.
- Angell, Carl, Bungum, Berit, Henriksen, Ellen K., Kolstø, Stein Dankert, Persson, Jonas, & Renstrøm, Reidun. (2011). *Fysikkdidaktikk*. Kristiansand: Høyskoleforl.
- Angell, Carl, Flekkøy, Eirik Grude, & Kristiansen, Jostein Riiser. (2011). *Fysikk for lærere*. Oslo: Gyldendal akademisk.
- Bennett, Judith. (2003). *Teaching and learning science : a guide to recent research and its applications*. London: Continuum.
- Bravo, Marco A, Cervetti, Gina N, Hiebert, Elfrieda H, & Pearson, P David. (2008). *From passive to active control of science vocabulary*. Paper presentert ved the 56th yearbook of the National Reading Conference, Chicago.
- Carr, Malcolm, Bell, Beverley, Kirkwood, Valda, McChesney, Jane, Osborne, Roger, & Symington, David. (1986). LISP (Energy)—the framework. *Research in Science Education*, 16(1), 169-174.
- Carr, Malcolm, & Kirkwood, Valda. (1988). Teaching and learning about energy in New Zealand secondary school junior science classrooms. *Physics Education*, 23(2), 86-91. doi: 10.1088/0031-9120/23/2/003
- Crotty, Michael. (1998). *The foundations of social research : meaning and perspective in the research process*. London: Sage.
- Driver, Rosalind, Squires, Ann, Rushworth, Peter, & Wood-Robinson, Valerie. (1994). *Making sense of secondary science : research into children's ideas*. London: Routledge.
- Feynman, Richard P., Leighton, Robert B., & Sands, Matthew. (1963). Conservation of Energy. I. I *The Feynman lectures on physics : 1 : Mainly mechanics, radiation, and heat* (Vol. 1). Reading, Mass: Addison-Wesley.
- Haug, Berit S., & Ødegaard, Marianne. (2014). From Words to Concepts: Focusing on Word Knowledge When Teaching for Conceptual Understanding Within an Inquiry-Based Science Setting. *Research in Science Education*, 44(5), 777-800. doi: 10.1007/s11165-014-9402-5
- Heron, Paula, Michelini, Marisa, & Stefanel, Alberto. (2008). Teaching and learning the concept of energy in primary school. I C. Constantinou & N. Papadouris, *Physics curriculum design, development and validation*. Hentet fra <http://www.ud.infn.it/URDF/articoli/ftp/2009/2009-31.pdf>

- Imsen, Gunn. (2010). *Elevens verden: innføring i pedagogisk psykologi* (Vol. 4). Oslo: Universitetsforlaget.
- Johnson, Keith. (2001). *Physics for you*. Cheltenham: Stanley Thornes.
- Knain, Erik. (2005). Skrivning i naturfag; mellom tekst og natur. *Nordina*, 1, 70-80.
- Kvale, Steinar, & Brinkmann, Svend. (2015). *Det kvalitative forskningsintervju* (Tone Margaret Anderssen & Johan Rygge, Overs. 3. utg., 2. oppl. utg.). Oslo: Gyldendal akademisk.
- Lemke, Jay L. (1990). *Talking science : language, learning, and values*. Norwood, N.J: Ablex.
- Millar, Robin. (2004). *The role of practical work in the teaching and learning of science*. Artikkel presentert ved High school science laboratories: Role and vision, Washington, DC.
https://sites.nationalacademies.org/cs/groups/dbassesite/documents/webpage/dbasse_073330.pdf
- Millar, Robin. (2005). Teaching about energy. Report. University of York, Department of Educational Studies. Hentet fra
http://eprints.whiterose.ac.uk/129328/1/2005_Millar_Teaching_about_energy.pdf
- Millar, Robin. (2009). Analysing practical activities to assess and improve effectiveness: The Practical Activity Analysis Inventory (PAAI). York: Centre for Innovation and Research in Science Education, University of York. Hentet fra
<https://www.rsc.org/cpd/teachers/content/filerepository/frg/pdf/ResearchbyMillar.pdf>
- Millar, Robin, Tiberghien, Andr e, & Le Maréchal, Jean-François. (2002). Varieties of Labwork: A Way of Profiling Labwork Tasks. I Dimitris Psillos & Hans Niedderer (Red.), *Teaching and Learning in the Science Laboratory* (s. 9-20). Dordrecht: Springer Netherlands. Hentet fra https://doi.org/10.1007/0-306-48196-0_3
- Mortimer, Eduardo, & Scott, Phil. (2003). Capturing and characterizing the talk of school science. I *Meaning Making in Secondary Science Classrooms*. Maidenhead: McGraw-Hill Education.
- NESH. (2016). Forskningsetiske retningslinjer for samfunnsvitenskap, humaniora, juss og teologi. (4). Hentet fra https://www.etikkom.no/globalassets/documents/publikasjoner-som-pdf/60125_fek_retningslinjer_nesh_digital.pdf
- Nicholas, Allott. (2015, 11.06). Kommunikasjon. *Store Norske Leksikon*. Hentet fra <https://snl.no/kommunikasjon>
- Ormestad, Helmut. (2017, 12.12). Energi. *Store Norske Leksikon*. Hentet fra <https://snl.no/energi>
- Osborne, Jonathan. (2015). Practical work in science: misunderstood and badly used? *School Science Review*, 96(357), 16-24.

- Postholm, May Britt. (2010). *Kvalitativ metode : en innføring med fokus på fenomenologi, etnografi og kasesstudier* (2. utg.). Oslo: Universitetsforl.
- Ratinen, Ilkka, Viiri, Jouni, Lehesvuori, Sami, & Kokkonen, Tuukka. (2015). Primary Student-Teachers' Practical Knowledge of Inquiry-Based Science Teaching and Classroom Communication of Climate Change. *International Journal of Environmental and Science Education*, 10(5), 649-670.
- Scott, Phil, Mortimer, Eduardo, & Ametller, Jaume. (2011). Pedagogical link-making: a fundamental aspect of teaching and learning scientific conceptual knowledge. *Studies in Science Education*, 47(1), 3-36. doi: 10.1080/03057267.2011.549619
- Scott, Philip H, Mortimer, Eduardo F, & Aguiar, Orlando G. (2006). The tension between authoritative and dialogic discourse: A fundamental characteristic of meaning making interactions in high school science lessons. *Science Education*, 90(4), 605-631.
- Sefton, Ian M. (2004). *Understanding energy*. Paper presentert ved Proceedings of 11th Biennial Science Teachers' Workshop, the University of Sydney.
- Vygotsky, Lev Semenovič. (1987). Thinking and speech (Norris Minich, Overs.). I R. W. Rieber & Aaron S. Carton (Red.), *The collected work of L. S. Vygotsky* (Vol. 1, s. 39-285). New York: Plenum Press.
- Vygotsky, Lev Semenovich. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*: Harvard university press.
- Warren, J. W. (1991). The teaching of energy. *Physics Education*, 26(1), 8. doi: 10.1088/0031-9120/26/1/001
- Wellington, J. J., & Osborne, Jonathan. (2001). *Language and literacy in science education*. Buckingham: Open University Press.

9. Vedlegg

Vedlegg 0 – NSD



Maria I.M. Febri

7491 TRONDHEIM

Vår dato: 16.11.2017

Vår ref: 56469 / 3 / PEG

Deres dato:

Deres ref:

Vurdering fra NSD Personvernombudet for forskning § 31

Personvernombudet for forskning viser til meldeskjema mottatt 09.10.2017 for prosjektet:

56469	<i>Utvikle undervisningsopplegg med fokus på innføring av Energibegrepet i 7. trinn. Har elevene en bedre forståelse i etterkant av gjennomført undervisningsopplegg.</i>
Behandlingsansvarlig	NTNU, ved institusjonens øverste leder
Daglig ansvarlig	Maria I.M. Febri
Student	Tor Gunnar Roalkvam

Vurdering

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 endringskjema.

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](#).

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

Vi tar kontakt om status for behandling av personopplysninger ved prosjektslutt
Ved prosjektslutt 01.07.2018 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

Pernille Ekornrud Grøndal

Kontaktperson: Pernille Ekornrud Grøndal tlf: 55 58 36 41 / pernille.grondal@nsd.no

Vedlegg: Prosjektvurdering

Kopi: Tor Gunnar Roalkvam, torgunnar.roalkvam@gmail.com

Personvernombudet for forskning



Prosjektvurdering - Kommentar

Prosjektnr: 56469

Utvalget består av skoleelever og lærere på 7. trinn. Personvernombudet forutsetter at prosjektet er klarert med skolens ledelse, og at rekrutteringen skjer via administrasjonen.

Utvalget informeres skriftlig om prosjektet og samtykker til deltakelse. Informasjonsskrivet er godt utformet. Vi ber deg imidlertid opplyse om hva som skal skje med det øvrige datamaterialet, dvs. det som ikke er lydopptak, etter prosjektslutt (f.eks. om det skal slettes eller anonymiseres).

Det innhentes samtykke fra foreldre ved intervju av barn. Merk at når barn skal delta aktivt, er deltagelsen alltid frivillig for barnet, selv om de foresatte samtykker. Barnet bør få alderstilpasset informasjon om prosjektet, og det må sørges for at de forstår at deltakelse er frivillig og at de når som helst kan trekke seg dersom de ønsker det.

Personvernombudet legger til grunn at forsker etterfølger NTNU sine interne rutiner for datasikkerhet. Dersom personopplysninger skal lagres på privat pc/mobile enheter, bør opplysningene krypteres tilstrekkelig.

Forventet prosjektslutt er 01.07.2018. Ifølge prosjektmeldingen skal innsamlede opplysninger da anonymiseres. Anonymisering innebærer å bearbeide datamaterialet slik at ingen enkeltpersoner kan gjenkjennes. Det gjøres ved å:

- slette direkte personopplysninger (som navn/koblingsnøkkel)
- slette/omskrive indirekte personopplysninger (identifiserende sammenstilling av bakgrunnsopplysninger som f.eks. bosted/arbeidssted, alder og kjønn)
- slette digitale lydopptak

9.1. Vedlegg 1 – SKISSE UNDERVISNINGSSOPPLEGG

Undervisningsopplegg_skisse

Jeg tok utgangspunkt i Heron et al. (2008) sine aktiviteter og "major goals". Her kom jeg frem til at tre av deres major goal vil kunne være nyttig for min oppgave;

- **Overføring av energi**
 - Fokus på start og slutt stadiet.
- **Typer for energi**
 - Bevegelses energi (rotasjon)
 - Stillingsenergi (fallende eller "falling energy")
 - Høyde fra bakken
 - Massen (materialet)
 - Indre energi
- **Energi er en del av et system, under visse betingelser, og ikke en materiell substans.**
 - Litt usikker på denne her...
 - DU kan ikke se energi, men effekten av energi.
 - Trekke inn flere eksempler
 - DU kan ikke se luft, men du kan se effekten av luft.
 -
 - **Kanskje det hadde vært bedre å bruke "Både levende og ikke levende objekter har indre energi"? (Se aktivitet 2).**

Heron et al. (2008) sine aktiviteter var også, vil jeg si, egnet for mitt opplegg. Her valgte jeg å ikke bruke alle, men ta et utvalg av deres aktiviteter.

Opplegget

Oppstart;

Avhengig av resultatene fra pre-testen vil det være hensiktsmessig å trekke inn noe fra resultatene.

Hva er energi? (PRETEST)

Energi overføring/omdanning

Energi former

Energi i systemer

Spørsmål som kan stilles:

Samle elevenes svar, gjenta noen aspekter, til en fellesbesvarelse. Energi er abstrakt, og ikke en materiell substans. Du kan ikke se energi, men se effekten.

Eks;

- Du kan ikke se luft, men du kan se effekten av luft.

Dele inn klassen i fire grupper.

Hoveddel

Aktivitet 1 – energien i mat □ energien i musklene

Forklare hensikt;

Helklassediskusjon: Hvor får vi vår energi fra?

Dele ut noen matprodukt – be dem undersøke hvor mye energi de ulike har. (Ikke bry deg/dem om benevning)

Spørsmål til gruppene: Hvordan får vi denne energien?

Samle elevenes svar, gjenta noen aspekter, til en fellesbesvarelse. Energien overføres fra maten til musklene, slik at vi kan bruke musklene.

Spørsmål som kan stilles:

Aktivitet 2 – mennesker energi □ bevegelses energi

Forklare hensikt;

Elevene får en sykkel på hver gruppe, den settes opp-ned midt på bordene. En tekst presenteres på tavlen;

"Inge setter seg på sykkelen og venter, sykkelen er da i ro. Deretter begynner han å sykle, og er da i bevegelse. Etter en stund kjenner Inge at han blir varm." Vi ser på Inge og sykkelen som et system.

Gruppediskusjon: Hva er det som gjør at sykkelen beveger seg? Hvorfor blir Inge varm? Bruk gjerne sykkelen på bordet til å utforske disse spørsmålene.

Helklassediskusjon av svarene til elevene.

Samle elevenes svar, gjenta noen aspekter, til en fellesbesvarelse. Energien er en ikke-materiell faktor for endring i hastighet og temperatur. Overføring fra kjemisk energi i musklene til rotasjonsenergi i hjulene. Omforming av kjemisk energi i musklene til varme energi.

Spørsmål som kan stilles:

Aktivitet 3 – ikke-levende objekter energi □ bevegelse

Forklare hensikt;

Helklassediskusjon: Vet dere om noen ikke-levende objekter som også har energi?

Dele ut en pose med sand til hver gruppe; Har denne sanden energi? Evt. Hvilke typer?

Dele ut en turbin til hver gruppe, og en ny tekst presenteres;

"Sanden, som ligger høyere oppe enn turbinen, er i ro – det er ikke noen bevegelse i turbinen. Det går det hull på posen, og sanden faller ned på turbinen. Sanden og turbinen er nå i bevegelse."

Gruppediskusjon: Hva er det som får turbinen til å bevege seg? La dem diskutere litt. Hvordan kan vi øke hastigheten til turbinen? La dem diskutere.

Samle elevenes svar, gjenta noen aspekter, til en fellesbesvarelse. Energien er en ikke-materiell faktor for endring i hastighet. Overføring av energien i sanden til rotasjonsenergi i turbinen.

Spørsmål som kan stilles:

Aktivitet 4 – stillingsenergi □ lyd/sprett

Forklare hensikt; Prøve selv, peke på overganger og former for energi.

Elevene får, gruppevis, utdelt noen baller av ulik vekt og materiale, og får i oppgave å slippe dem mot gulvet. Elevene skal deretter observere hva som skjer, og sammen komme med en felles forklaring.

Helklassediskusjon: Hvilke energioverganger er tilstede? Hvilke former for energi? Hva kan påvirke hvor høy ballen spretter og lyden den lager? (Ønskelig å få frem at sprettballer sprette høyere, og lager mindre lyd – mer energi går med til å sprette videre)

Samle elevenes svar, gjenta noen aspekter, til en fellesbesvarelse. Energien er en ikke-materiell faktor for endring i sprett/hastighet/lyd. Overføring fra ballens stillingsenergi, til bevegelses energi og til lydenergi.

Spørsmål som kan stilles:

Oppsummering

Hva er energi?

Aktivitetene, en etter en, be elevene hjelpe deg med en oppsummering; Hva gjorde vi? Hva skjedde? Hvorfor skjedde det?

Hva er felles for de fire aktivitetene? (Omhandler energiformer og overføring/omforming)

9.2. Vedlegg 2 - PLANLEGGINSSKJEMA

Samtalenotat Trinn: 6 Fag: Naturfag X skole

Teaching intervention	Fokus	Handling
Forme ideer;	Jobbe med ideer	Introdusere ny terminologi
Velge ideer:	Jobbe med ideer	Fokuserer på et spesifikt svar fra elevene
Markere sentrale ideer:	Jobbe med ideer	Repetere ideer, be elevene repetere ideen, bruk av intonasjon
Dele ideer:	Gjøre ideer tilgjengelig for alle	Dele ideer med hele klassen, be elever fortelle deres ideer høyt.
Sjekk elevenes forståelse	Utforske spesifikke meninger	Spør om en avklaring for deres ide, be dem skrive ned ideer, sjekk konsensus i klassen
Gjennomgå ideer:	Oppsummere	Summere funn fra aktiviteter, oppsummere tidligere aktiviteter, gjennomgå fortellingen så langt

Mål:	Innhold:	Tid:	Arbeidsmåter:	Teaching interventions:	Materiell/Utsyr:
Hva vil du at eleven skal få innsikt i denne timen/perioden?	Hva skal du undervise i?	Hvor lang tid bruker du på hver del?	Hvordan vil du lære elevene dette? Hvordan organiseres arbeidet? Hvilken undervisningsform velger du? Interaktiv/dialogisk (I/D) – IRFRF... Ikke-interaktiv/dialogisk (II/D) Interaktiv/autoritativ (I/A) – IRE. Ikke-interaktiv/autoritativ (II/A)	Se boks over for mer info.	Hva trenger du av utstyr til timen?
Mål for timen Utvikle kunnskap om/forståelsen av energibegrepet. Elevene får en bedre forståelse for energibegrepet.	Energi	15min	Oppstart Plan for timen Mål for timen: <ul style="list-style-type: none"> • Kjenne til energioverganger • Kjenne til ulike former for energi I/D Tankekart – hva er energi? <ul style="list-style-type: none"> • Pretesten <ul style="list-style-type: none"> o Menneskelig o Mat o Strøm Fortelle om energi: II/A og I/D Energi er en menneskelig oppfinnelse, <ul style="list-style-type: none"> • Kan ikke se det, men se effekten av det • Eks. Kan ikke se vind, men se effekten Energi overføring <ul style="list-style-type: none"> • Overføring; mellom to objekter 	Forme ideer Velge ideer; markere sentrale ideer; forme ideer.	4x4 matprodukt 4 lekebiler 4 papirvinnmøller 4x4 baller
Mål for elevene <ul style="list-style-type: none"> • Kjenne til energioverganger • Kjenne til ulike former for energi Hensikt Elevene skal gjennom praktisk aktiviteter få en bedre forståelse for energibegrepet					

		<p>• Omforming; i et og samme objekt</p> <p>Energi former</p> <ul style="list-style-type: none"> • Energi i mat/matenergi • Bevegelsesenergi • Stillingsenergi (Potensiell energi) • <p>Forklare begrep - PP</p> <p>Dele inn klassen i fire grupper.</p> <p>Hoveddel</p> <p>Aktivitet 1 – energien i mat → energien i musklene</p> <p>I/D</p> <p>Forklare hensikt; Undersøke hvor energien vår kommer fra, og hvor den blir av.</p> <p>I/D</p> <p>Dele ut noen matprodukt – be dem undersøke hvor mye energi de ulike har. (Ikke bry deg/dem om benevning)</p> <p>Spørsmål til gruppene: Forklar så godt dere kan ved hjelp av begrepene på tavla.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hvordan får vi denne energien? • Hvor blir den av? <p>Helklassesdiskusjon:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hvordan får vi denne energien? • Hvor blir den av? <p>I/D</p> <p>Samle elevenes svar, gjenta noen aspekter, til en fellesbesvarelse. Energien overføres fra maten til musklene, slik at vi kan bruke musklene.</p>	<p>Sjekk elevens forståelse</p> <p>Velge ideer; markere sentrale ideer; dele ideer; gjennomgå ideer</p>	
--	--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

	15min	<p>Aktivitet 2 – mennesker energi → bevegelses energi I/D Forklare hensikt; Undersøke hvorfor tråbilen beveger seg, samt hva som gjør at man blir varm av å trå. I/D Elevene får utdelt hver sin "tråbil", og en tekst presenteres på tavla. "Jørn setter seg i tråbilen og venter, tråbilen er da i ro. Deretter begynner han å trå, og er da i bevegelse. Etter en stund kjenner Jørn at han blir varm." I/D Gruppediskusjon: Hva er det som gjør at tråbilen beveger seg? Hvorfor blir Jørn varm? Bruk gjerne tråbilen på bordet til å utforske disse spørsmålene. (Bruk begrepene vi snakket om) Hellassediskusjon: Hva er det som gjør at tråbilen beveger seg? Hvorfor blir Jørn varm? Bruk gjerne tråbilen på bordet til å utforske disse spørsmålene. (Bruk begrepene vi snakket om) I/D Samle elevenes svar, gjenta noen aspekter, til en fellesbesvarelse. Energien er en ikke-materiell faktor for endring i hastighet og temperatur. Overføring fra kjemisk energi i musklene til rotasjonsenergi i hjulene. Omforming av kjemisk energi i musklene til varme energi.</p>	<p>Sjekke elevenes forståelse</p> <p>Sjekke elevenes forståelse</p> <p>Velge ideer; markere sentrale ideer; dele ideer; gjennomgå ideer</p>	
--	-------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

	15min	<p>Aktivitet 3 – ikke-levende objekter energi → bevegelse II/A</p> <p>Forklar hensikt; Undersøke om ikke-levende-objekter også har energi. I/D</p> <p>Helklassediskusjon: Vet dere om noen ikke-levende objekter som også har energi? Hvordan/hvorfor?</p> <p>Dele ut en vindmølle til hver gruppe; har vindmøllen energi? Evt. hvilke former for energi?</p> <p>En tekst presenteres</p> <p>"Vindmøllen står i ro på pulten, det er ikke noe bevegelse. Plutselig begynner det å blåse, og vindmøllen begynner å snurre"</p> <p>Gruppediskusjon: Hva er det som får vindmøllen til å bevege seg? La dem diskutere litt. Hvordan kan vi øke hastigheten til vindmøllen? La dem diskutere. (Tenk begreper)</p> <p>Helklassediskusjon av oppgaven.</p> <p>II/D</p> <p>Samle elevenes svar, gjenta noen aspekter, til en fellesbesvarelse. Energien er en ikke-materiell faktor for endring i hastighet. Overføring av bevegelsesenergien i vinden til rotasjonsenergi i vindmøllen.</p>	<p>Sjekk elevenes forståelse</p> <p>Velge ideer; markere sentrale ideer; dele ideer; gjennomgå ideer</p>	
--	-------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

15min	<p>Aktivitet 4 – stillingsenergi → lyd/sprett II/A</p> <p>Forklar hensikt: Prøve selv, peke på overganger og former for energi.</p> <p>Elevene får, gruppevis, utdelt noen baller av ulik vekt og materiale, og får i oppgave å slippe dem mot gulvet. Elevene skal deretter observere hva som skjer, og sammen komme med en felles forklaring. (Se på lyd, sprett og høyde)</p> <p>I/D</p> <p>Helklassediskusjon: Hvilke energioverganger er tilstede? Hvilke former for energi? Hva kan påvirke hvor høyt ballen spretter og lyden den lager? (ønskelig å få frem at sprettballer spretter høyere, og lager mindre lyd – mer energi går med til å sprette videre)</p> <p>II/D</p> <p>Samle elevenes svar, gjenta noen aspekter, til en fellesbesvarelse. Energien er en ikke-materiell faktor for endring i sprett/hastighet/lyd. Overføring fra ballens stillingsenergi, til bevegelsesenergi og til lydenergi (og litt varme)</p> <p>Oppsummering I/D</p> <p>Gruppediskusjon: Hva er energi?</p> <p>Aktivitetene, en etter en, be elevene hjelpe deg med en oppsummering: Hva gjorde vi? Hva skjedde? Hvorfor skjedde det?</p> <p>Snakk om begrepene, og la dem bruke begrepene</p> <p>Hva er felles for de fire aktivitetene? (Omhandler energiformer og overføring/omforming)</p>	<p>Sjekke elevenes forståelse</p> <p>Velge ideer; markere sentrale ideer; dele ideer; gjennomgå ideer</p> <p>Sjekke elevenes forståelse; gjennomgår ideer</p>	
-------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

9.3. Vedlegg 3 – UTFYLT TGP

	Aktivitet 1 - energien i mat	Aktivitet 2 - tråbil	Aktivitet 3 - vindmølle	Aktivitet 4 - baller
1 Systemer - statisk eller endring?	Endring	Endring	Endring	Endring
2 Beskrivelse av forholdene før og etter;				
2.1. Relative posisjon	N/A	I ro et sted - bevegelse	I ro et sted - bevegelse	I ro et sted - bevegelse
2.2. Kjemisk sammensetning	Ikke lik; mat --> energi i muskler	Lik	Lik	Lik
2.3. Temperatur	N/A	Økning	Liten økning	Liten økning
2.4. Hastighet	N/A	Økning	Økning	Økning
2.5. Tilstand	Ikke lik	Lik	Lik	Lik
2.6. Masse	Lik	Lik	Lik	Lik
3 Energi som en ikke-materiell faktor for endring				
4 Former for energi	Kjemisk energi (Energi i mat, energi i muskler)	Kjemisk energi. Rotasjonsenergi.	Stillingsenergi. Rotasjonsenergi.	Stillingsenergi. Bevegelsesenergi. Lydenenergi.
5 Energibevaring				

9.4. Vedlegg 4 – UTFYLT PAAI

	Aktivitet 1 - energien i mat	Aktivitet 2 - tråbil	Aktivitet 3 - vindtubin	Aktivitet 4 - sprettballer
	A; By doing this activity, students should develop their knowledge and understanding of the natural world. 3; Students have a better understanding of a scientific idea, or concept, or explanation, or model, or theory	A; By doing this activity, students should develop their knowledge and understanding of the natural world. 3; Students have a better understanding of a scientific idea, or concept, or explanation, or model, or theory	A; By doing this activity, students should develop their knowledge and understanding of the natural world. 3; Students have a better understanding of a scientific idea, or concept, or explanation, or model, or theory	A; By doing this activity, students should develop their knowledge and understanding of the natural world. 3; Students have a better understanding of a scientific idea, or concept, or explanation, or model, or theory
1 Mål				
2 Design	2; Question given, and outline guidance on procedure; some choices left to students	2; Question given, and outline guidance on procedure; some choices left to students	2; Question given, and outline guidance on procedure; some choices left to students	2; Question given, and outline guidance on procedure; some choices left to students
2.1. Åpnehet	2; Use your current ideas to generate a question or prediction; collect data to explore or test	2; Use your current ideas to generate a question or prediction; collect data to explore or test	2; Use your current ideas to generate a question or prediction; collect data to explore or test	2; Use your current ideas to generate a question or prediction; collect data to explore or test
2.2. Logisk struktur				
2.3. Viktigheten av den naturvitenskapelige ideen (1; lite viktig - 4; veldig viktig)	1	4	4	4
2.4. "Do with objects and materials"	7; Observe an aspect or property of an object, material, or event	7; Observe an aspect or property of an object, material, or event	7; Observe an aspect or property of an object, material, or event	7; Observe an aspect or property of an object, material, or event
				1. 2; Identify a similarity or difference (between objects, or materials, or events) 3; Explore the effect on an outcome of a specific change (e.g. of using a different object, or material, or procedure) 5. 6; Explore how an outcome variable changes when each of two (or more) independent variables changes
2.5. "Do with ideas"	1; Report observations using scientific terminology	1; Report observations using scientific terminology		
3 Presentasjon				
3.1. Hvordan er hensikten formidlet til elevene	1; Activity is proposed by teacher; no explicit links made to previous work	2; Purpose of activity explained by teacher, and explicitly linked to preceding work	2; Purpose of activity explained by teacher, and explicitly linked to preceding work	2; Purpose of activity explained by teacher, and explicitly linked to preceding work
3.2. Hvordan er aktivitetene forklart	1; Orally by the teacher	1; Orally by the teacher	1; Orally by the teacher	1; Orally by the teacher
3.3. Helklassesdiskusjon før aktivitetene	2	2	2	?
3.4. Helklassesdiskusjon etter aktivitetene	4; About aspects of investigation design, quality of data, confidence in conclusions, etc.	4; About aspects of investigation design, quality of data, confidence in conclusions, etc.	4; About aspects of investigation design, quality of data, confidence in conclusions, etc.	4; About aspects of investigation design, quality of data, confidence in conclusions, etc.
3.5. Hva produserer elevene	1	1	1	1
4 Vanskelighetsgrad	1	3	4	5

Vurdering av effektivitet - etterkant av økt - samarbeid med lærer				
5				
A	Nivå 1 (Hovedsakelig ja/nei eller ikke relevant)			
1	Visste elevene hvordan de skulle bruke utstyret?	De fleste	De fleste	De fleste
2	Kunne elevene sette opp utstyret og bruke det riktig?	Ikke relevant	Ikke relevant	Ikke relevant
3	Klarte elevene bruke utstyret med tilstrekkelig presisjon?	Ikke relevant	Ikke relevant	Ikke relevant
4	Klarte elevene utføre rutineprosesser?	Ikke relevant	Ikke relevant	Ikke relevant
5	Klarte elevene følge muntlig instruksjoner?	De fleste	De fleste	De fleste
6	Observerte elevene det som var hensikten?	50/50	50/50	50/50
7	Kunne elevene forklare hensikten, hvis spurt?	De fleste ikke	De fleste ikke	De fleste ikke
8	Snakket elevene om aktivitetene ved hjelp av ønsket terminologi og naturvitenskaplige ideer?	De fleste	De fleste	De fleste
B	Nivå 2 (De fleste/noen/bare noen få)			
1	Hvor mange elever klarte å gjennfortelle hva de gjorde, og hvilke egenskaper de observerte?			
2	Hvor mange elever har en bedre forståelse enn hva de hadde før?			

9.5. Vedlegg 5 – OBSERVASJONSSKJEMA

Dato:	Klokkeslett:	Antall elever:
Fokusområde	Observasjon	
Felles oppstart – hel klasse (10-15 min)	Faktisk tidsbruk:	
<p>Dialog Hvilken type dialog, og evt. hva det medfører</p> <p>Helklassediskusjon</p>		

Fokusområde	Observasjon
Aktivitet 1 – matenergi (20min)	Faktisk tidsbruk:
<p>Praktisk aktivitet</p> <p>Do with object and materials</p> <p>Do with ideas</p>	
<p>Dialog</p> <p>Hvilken type dialog, og evt. hva det medfører</p> <p>Helklassediskusjon</p> <p>Gruppediskusjoner</p>	

Fokusområde	Observasjon
Aktivitet 3 – vindmølle (20min)	Faktisk tidsbruk:
<p>Praktisk aktivitet Do with object and materials</p> <p>Do with ideas</p>	
<p>Dialog Hvilken type dialog, og evt. hva det medfører</p> <p>Helklassediskusjon</p> <p>Gruppediskusjoner</p>	

Fokusområde	Observasjon
Aktivitet 4 – baller (20min)	Faktisk tidsbruk:
Praktisk aktivitet Do with object and materials Do with ideas	
Dialog Hvilken type dialog, og evt. hva det medfører Helklassediskusjon Gruppediskusjoner	

Fokusområde	Observasjon
Felles oppsummering – hel klasse (10-15 min)	Faktisk tidsbruk:
<p>Dialog</p> <p>Hvilken type dialog, og evt. hva det medfører</p> <p>Helklassediskusjon</p>	

Frie notater:

9.6. Vedlegg 6 – INTERVJUGUIDE ELEVER

Intervjuguide_elever

En beskrivelse av hva som vil foregå under intervjuet, samt en iscenesettelse. Her forklares hensikten med intervjuet og utstyret.

- Hensikten med intervjuet er at jeg vil utforske din (elevens) forståelse for energibegrepet. Hvis du synes noe er ubehagelig, så gir du beskjed – det er viktig at du opplever denne situasjonen ok.
 - Lydopptaker, slik at jeg i senere tid kan høre gjennom det vi har snakket om. Det er kun meg som vil høre gjennom det, ingen andre. Det vil bli slettet så snart jeg er ferdig med oppgaven.
 - Jeg stiller noen spørsmål, og du svarer så godt du kan. Jeg er ikke på utkikk etter noen riktige svar, det finnes ikke étt riktig svar. Svar det du føler svarer på spørsmålet.
 - Underveis kan det hende at jeg skriver litt, det er kun fordi jeg har noen ekstra spørsmål jeg ønsker å stille.
 - Noen spørsmål før vi begynner?
1. Hva synes du om undervisning som Inge hadde?
 - Oppfølgingsspørsmål
 - Hva var bra?
 - Hva var dårlig?
 2. Testen dere tok før og etter undervisningen. (Pre og posttest)
 - Hva er energi?
 - Er det noe som har energi?
 - Er det noe som lager energi?
 - Hva er energiovergang?
 - Hva er energiomforming?
 - Kan energi forsvinne?
 - Hvilke typer energi kjenner du til?
 - Oppfølgingsspørsmål
 - .
 3. Aktivitetene i undervisningen. (Praktisk arbeid)
 - Akt 1. Matenergi
 - Kan du prøve å gjenfortelle hva dere gjorde under denne aktiviteten?

- Hvis jeg sier matenergi, hva tenker du på da?
- Hva var vanskelig?
- Hva var enkelt?
- Hvordan synes du at matproduktene bidro til at du forsto mer av matenergi?
- Akt 2. Tråbilen
 - Kan du prøve å gjenfortelle hva dere gjorde under denne aktiviteten?
 - Hvis jeg sier bevegelsesenergi, hva tenker du på da?
 - Hvis jeg sier energioverføring, hva tenker du på da?
 - Hva var vanskelig?
 - Hva var enkelt?
 - Hvordan synes du at tråbilen bidro til at du forsto mer av energioverføring og bevegelsesenergi?
- Akt 3. Vindmølle
 - Kan du prøve å gjenfortelle hva dere gjorde under denne aktiviteten?
 - Hvis jeg sier bevegelsesenergi, hva tenker du på da?
 - Hvis jeg sier energioverføring, hva tenker du på da?
 - Hva var vanskelig?
 - Hva var enkelt?
 - Hvordan synes du at vindmøllen bidro til at du forsto mer av energioverføring og bevegelsesenergi?
- Hvordan synes du aktivitetene har bidratt til din forståelse for energi?
- Hva synes du om undervisning som innebærer praktisk arbeid?
- Akt 4, felles. Baller /m ulik lyd og størrelse
 - Kan du prøve å gjenfortelle hva Inge gjorde under denne aktiviteten?
 - Hvis jeg sier stillingsenergi, hva tenker du på da?
 - Hvis jeg sier energiomforming, hva tenker du på da?
 - Hva var vanskelig?
 - Hva var enkelt?
 - Hvordan synes du at ballene bidro til at du forsto mer av energiomforming og stillingsenergi?

4. Samtale (Kommunikasjon)

- Hvordan synes du samtalen med Inge underveis i timen var?

- Synes du at du, og de andre elevene i klassen, fikk komme med sine ideer?
 - Når Inge stilte klassen spørsmål, virket det som om han visste svaret og dere skulle "gjette" dere frem til det riktige svaret?
 - Hvordan synes du samtalen med de andre elevene på gruppa var?
 - Er det noen forskjell på måten Inge ledet samtalen med dere enn det du er vant til?
 - Hva synes du om undervisning som innebærer mye diskusjon og samtale?
 - Bidro dialogen til at du forsto mer?
 - Evt. Mindre?
 - Oppfølgingsspørsmål
5. Avslutning.
- Er det noe mer du ønsker å si?

Intervjuguide_lærer

Pre-intervju

1. Hva er vanlig praksis mtp. undervisning om energibegrepet?

- Oppfølgingsspørsmål:

Post-intervju

1. Oppsummering av timen

- **Hvilke tanker har du om undervisningsøkta, hvordan synes du det gikk?**
 - Oppfølgingsspørsmål
 - Var det et bevisst valgt at du tok inn mye av elevenes svar?
 - Hvorfor tror du det kom lettere frem i akt 3, 4?
 - Hvorfor var det vanskeligere i akt 1,2,

2. Kommunikasjon

- **På hvilken måte synes du dialogen du har gjort med elever har hjulpet elever å forstå energibegrepet?**
 - Hva med å bruke av de ulike formene for kommunikasjon?

3. Praktisk arbeid

- **På hvilken måte synes du de praktiske aktivitetene har hjulpet elever å forstå energibegrepet?**
 - Kan du utdype mer?
 - Hva gikk bra?
 - Hva gikk dårlig?

4. Læringsutbytte

- **Fra elevenes perspektiv, hvilke tanker har du om deres "læringsutbytte" av en slik økt?**
 - Oppfølgingsspørsmål

5. Veien videre

- **Hvilke tanker har du om hvorvidt dette var et opplegg som fungerte godt, og evt. kan deles slik at andre kan bruke det?**
 - Oppfølgingsspørsmål
- **Ser du deg selv gjennomføre det samme undervisningsopplegget, med egne justeringer, ved et senere tidspunkt?**

- Oppfølgingsspørsmål
 - Evt., Hvorfor?
 - Hvorfor ikke?

6. Gjennomgang av PAAI

7. Noe mer du ønsker å tilføye?

9.8. Vedlegg 8 – PRE- OG POSTTEST

Elevkode	
-----------------	--

1. Hva er energi?

Skriv svar ditt her

2. Så vidt du vet, er det noe som lager energi?

Skriv svar ditt her

3. Så vidt du vet, er det noe som har energi?

Skriv svar ditt her

4. Kan energi endre form? Forklar, og gi to eksempler.

Skriv svar ditt her

5. Kan energi overføres? Forklar, og gi to eksempler.

Skriv svar ditt her

6. Kan energi forsvinne? Forklar, og gi to eksempler

Skriv svar ditt her

7. Hvilke typer energi kjenner du til?

Skriv svar ditt her

Forespørsel om deltakelse i forskningsprosjektet *Elevenes forståelse for energibegrepet*

Bakgrunn og formål

Jeg er Tor Gunnar Roalkvam og er masterstudent i Naturfagsdidaktikk ved NTNU. I min masteroppgave ønsker jeg å se nærmere på elever i 6. klasse og deres forståelse for energibegrepet. I tillegg ønsker jeg å gjennomføre et undervisningsopplegg, basert på dialog og praktiske aktiviteter, for å se nærmere på om det har en effekt på elevenes begrepsforståelse. Energibegrepet er et vanskelig tema å undervise i, da det er et veldig abstrakt tema.

Hva innebærer deltakelse i studien?

For å kunne undersøke dette, ønsker jeg å gjennomføre en test før og etter undervisningsøkten, observere undervisningsøkten og intervju læreren (før og etter gjennomføringen av undervisningsopplegget) og 2-4 elever i etterkant. Testen vil ta ca. 10 minutter og handler om elevenes forståelse for energibegrepet. Den samme testen gjennomføres før og etter undervisningsøkten. Jeg ønsker at læreren gjennomfører et opplegg, som jeg og læreren samarbeider for å utvikle. Det vil bli tatt lydopptak av planleggingsmøte og intervjuene med læreren. Når undervisningen gjennomføres vil jeg være til stedet og observere, samt ta lydopptak av dialogen som foregår. Her vil jeg kun ta lydopptak av de som har gitt samtykke til deltakelse i studien. Intervjuene rettet mot læreren vil omhandle undervisningen og refleksjoner i etterkant av undervisningsøkten. Elevene vil intervjues individuelt og velges ut i fra resultatene på testen etter undervisningsøkta og handler om deres forståelse for energibegrepet. Under intervjuene vil jeg benytte meg av en båndopptaker og ta notater, men alt datamateriale vil være anonymisert. Det samme gjelder for testen.

Hvis det er ønskelig kan foreldre/foresatte/lærer **be** om å få se testen/intervjuguide.

Hva skjer med informasjonen om deg?

Alle personopplysninger vil bli behandlet konfidensielt og ingen enkeltpersoner vil kunne kjenne seg igjen i den ferdige oppgaven. De personopplysninger som samles inn er navnet på elevene. Meg selv og min veileder er de eneste som vil ha tilgang til datamaterialet gjennom hele forskningsperioden. Elevene får en elevkode som de bruker på testen, og koblingsnøkkelen mellom elevens navn og kode oppbevares på ulike steder og med passord. Lydopptakene slettes og alle data vil da bli fullstendig anonymisert når oppgaven er ferdig, innen utgangen av juni 2018.

Frivillig deltakelse

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

Dersom du har spørsmål til studien, ta kontakt med meg på telefon 95017373 eller e-post: tgroalkv@stud.ntnu.no

Studien er meldt til Personvernombudet for forskning, NSD - Norsk senter for forskningsdata AS.

Med vennlig hilsen
Tor Gunnar Roalkvam
Masterstudent i Naturfagsdidaktikk ved NTNU



Samtykke til deltakelse i studien

Forelders/ foresattes samtykkeskjema

Leveres til LÆRER [red.]

Jeg bekrefter at jeg har lest informasjonsarket og samtykker i at mitt barn deltar i aktiviteter knyttet til forskningsprosjektet.

Barnets navn og klasse: _____

Jeg samtykker i at: (Kryss av der det passer)

- Det tas lydopptak av barnet, som en del av undervisningsøkta. Lydopptaket skal kun brukes av masterstudent Tor Gunnar Roalkvam. Lydopptakene skal ikke offentliggjøres.
- Mitt barn deltar i intervjuer og at det gjøres lydopptak av intervjuene til transkribering og analyse. Anonymiserte sitater fra barnet, der barnet ikke skal nevnes eller identifiseres, kan brukes i masteroppgaven.

Sted og dato: _____

Forelders/ foresattes underskrift: _____

9.11. Vedlegg 11 – BESKRIVELSE AV REFERANSER

(Transkripsjon_Damian): Transkripsjon_612 av intervjuet med Damian

(Transkripsjon_Marit): Transkripsjon_616 av intervjuet med Marit

(Transkripsjon_Egil): Transkripsjon_621 av intervjuet med Egil

(Transkripsjon_lærer): Transkripsjon av intervjuet med Inge

(Gruppe 1_notater): Delvis transkripsjon fra lydopptakene i observasjonen av gruppe 1.

(Gruppe 2_notater): Delvis transkripsjon fra lydopptakene i observasjonen av gruppe 2.

(Gruppe 3_notater): Delvis transkripsjon fra lydopptakene i observasjonen av gruppe 3.

(Lærer_notater): Delvis transkripsjon fra lydopptakene i observasjonen av lærer.

9.12. Vedlegg 12 – KODER FRA NVIVO

Name	Sources	References	Created On	Created By
Elevenes forståelse for energibegrepet		9	20.03.2018 10.07	TGR
Beskrivelse av energi		6	20.03.2018 10.07	TGR
Energi og bevegelse		5	21.03.2018 12.03	TGR
Energi som drivstoff		4	21.03.2018 10.20	TGR
Energi som en kraft		5	20.03.2018 11.58	TGR
Energibevaring		4	20.03.2018 11.53	TGR
Former for energi		7	20.03.2018 10.08	TGR
Bevegelsesenergi		5	20.03.2018 10.14	TGR
Rotasjonsenergi		2	21.03.2018 11.34	TGR
Ikke-levende objekter		6	20.03.2018 12.00	TGR
Menneskelig energi		3	20.03.2018 12.00	TGR
Stillingsenergi		6	20.03.2018 10.14	TGR
Matenergi		4	21.03.2018 11.30	TGR
Energioverganger		7	20.03.2018 10.08	TGR
Endre form		5	20.03.2018 10.14	TGR
Overføring		5	20.03.2018 10.14	TGR

Nodes

Name	Sources	References	Created On	Created By
Elevenes forståelse for energibegrepet		9	165	20.03.2018 10.07 TGR
Kommunikasjon_		9	85	22.03.2018 14.59 TGR
Praktisk arbeid		8	82	20.03.2018 10.06 TGR
Aktivitet 1_Matprodukt		8	20	20.03.2018 10.31 TGR
Effektivitet nivå 1		4	7	20.03.2018 10.31 TGR
I timen_Do with ideas		3	5	20.03.2018 10.31 TGR
I timen_Do with objects and observables		2	2	20.03.2018 10.31 TGR
Effektivitet nivå 2		3	6	20.03.2018 10.31 TGR
I etterkant_Do with ideas		3	3	20.03.2018 10.31 TGR
I etterkant_Do with objects and observables		3	3	20.03.2018 10.31 TGR
Aktivitet 2_Tråbil		8	26	20.03.2018 10.31 TGR
Effektivitet nivå 1		4	10	20.03.2018 10.31 TGR
I timen_Do with ideas		4	9	20.03.2018 10.31 TGR
I timen_Do with objects and observables		1	1	20.03.2018 10.31 TGR
Effektivitet nivå 2		3	14	20.03.2018 10.31 TGR
I etterkant_Do with ideas		3	7	20.03.2018 10.31 TGR
I etterkant_Do with objects and observables		3	7	20.03.2018 10.31 TGR
Aktivitet 3_Vindmøller		7	30	20.03.2018 10.31 TGR
Effektivitet nivå 1		3	9	20.03.2018 10.31 TGR
I timen_Do with ideas		3	8	20.03.2018 10.31 TGR
I timen_Do with objects and observables		1	1	20.03.2018 10.31 TGR
Effektivitet nivå 2		3	16	20.03.2018 10.31 TGR
I etterkant_Do with ideas		3	11	20.03.2018 10.31 TGR
I etterkant_Do with objects and observables		3	5	20.03.2018 10.31 TGR

Name	Sources	References	Created On	Created By
Elevenes forståelse for energibegrepet		9	165	20.03.2018 10.07 TGR
Kommunikasjon_		9	85	22.03.2018 14.59 TGR
IA		7	41	22.03.2018 14.59 TGR
Forme ideer		1	1	22.03.2018 15.01 TGR
IRE		5	22	22.03.2018 15.00 TGR
Sjekk elevenes forståelse		5	12	22.03.2018 15.04 TGR
ID		3	18	22.03.2018 14.59 TGR
Dele ideer		0	0	22.03.2018 15.03 TGR
Forme ideer		1	5	22.03.2018 15.04 TGR
IRF		1	6	22.03.2018 15.00 TGR
Markere sentrale ideer		0	0	22.03.2018 15.01 TGR
Velge ideer		0	0	22.03.2018 15.01 TGR
IIA		2	8	22.03.2018 14.59 TGR
IID		2	13	22.03.2018 14.59 TGR
Dele ideer		0	0	22.03.2018 15.03 TGR
Gjennomgå ideer		2	8	22.03.2018 15.03 TGR
Markere sentrale ideer		2	3	22.03.2018 15.02 TGR

9.13. Vedlegg 13 – PREZI PRESENTASJON

Ligger på minnepenn

9.14. Vedlegg 14 – UTFYLT OBSERVASJONSSKJEMA

Ligger på minnepenn

9.15. Vedlegg 15 – PRE- OG POSTEST SVAR

Ligger på minnepenn

9.16. Vedlegg 16 – TRANSKRIPSJON_612

Ligger på minnepenn

9.17. Vedlegg 17 – TRANSKRIPSJON_616

Ligger på minnepenn

9.18. Vedlegg 18 – TRANSKRIPSJON_621

Ligger på minnepenn

9.19. Vedlegg 19 – TRANSKRIPSJON_LÆRER

Ligger på minnepenn

9.20. Vedlegg 20 – DELVIS TRANSKRIPSJON AV OBSERVAJON /M
LYDOPPTAK GRUPPE 1

Ligger på minnepenn

9.21. Vedlegg 21 – DELVIS TRANSKRIPSJON AV OBSERVAJON /M
LYDOPPTAK GRUPPE 2

Ligger på minnepenn

9.22. Vedlegg 22 – DELVIS TRANSKRIPSJON AV OBSERVAJON /M
LYDOPPTAK GRUPPE 3

Ligger på minnepenn

9.23. Vedlegg 23 – DELVIS TRANSKRIPSJON AV OBSERVAJON /M
LYDOPPTAK LÆRER

Ligger på minnepenn