

Kai Morten Lilleås Overå

Elevenes læringsutbytte av et skolebesøk på Newton energirom

- Fokus på energibegrepet



Masteroppgave i naturfagdidaktikk

EDU3910



Fakultet for samfunnsvitenskap
og teknologiledelse
Program for lærerutdanning

2010

Forord

Å skrive en masteroppgave er en lærerik, men svært energikrevende prosess. Bak det ferdige produktet ligger mye arbeid og lange dager. Dag ut og dag inn på lesesal taper en for krefter, men motivasjonen for å kunne være med på å utvikle noe, driver en framover. Uten energi hadde dette ikke vært mulig.

Først vil jeg takke min kunnskapsrike veileder Nils Kristian Rossing for inspirasjon og konstruktive tilbakemeldinger. Du har vært en motiverende støttespiller og bidratt med nyttige innspill. Takk til Peter van Marion som ga meg muligheten til å få et innblikk i Newton energiroms verden. Retter en stor takk til de samarbeidsvillige elevene og lærerne fra de to skolene som er en del av denne masteroppgaven. Takk for at dere stilte opp og gjorde deres beste i gjennomføringen av både spørreskjemaer og intervju.

Jeg vil også sende en stor takk til familien min hjemme på Sunnmøre. Selv om jeg ikke ble skihopper, så har dere har alltid støttet og motivert meg til å gjøre noe med livet. Jonas, du har vært mer enn et søskenbarn. Takk for fotballpratene mellom leseøktene og ikke minst de nyttige innspillene i forhold til oppgaven.

Til slutt vil jeg takke min kjære Karina som har vært en støttende og tålmodig samboer. Vi har vært gjennom mye på både godt og vondt det siste året. Likevel har du vært positiv og motivert meg videre. Nå er jeg endelig ferdig!

”Gjør så godt du kan i dag. I morgen kan du kanskje gjøre det enda bedre.”

(Sir Isaac Newton)

Trondheim, juni 2010

Kai Morten Lilleås Overå

Innholdsfortegnelse

1	Innledning	1
1.1	Newton energirom Trondheim.....	1
1.2	Valg av fokus og problemstilling.....	1
1.3	Newton energirom som undervisningsrom.....	3
2	Teori	5
2.1	Hva er energi?.....	5
2.1.1	Energi, arbeid og kraft.....	5
2.1.2	Ulike energiformer	6
2.1.3	Energiloven	6
2.1.4	Energikilder og energioverføring	7
2.2	Barns forestillinger om energi	8
2.3	Hva er læring?.....	9
2.3.1	Naturvitenskapens syn på læring.....	9
2.3.2	Konstruktivistisk læringsyn	10
2.3.3	Formell og uformell læring	11
2.4	The Contextual Model of Learning	11
2.4.1	Den personlige konteksten	13
2.4.2	Den sosiokulturelle konteksten	15
2.4.3	Den fysiske konteksten.....	16
3	Metode	19
3.1	Forskningsdesign	19
3.1.1	Newton energirom som et kasus	19
3.1.2	Fleksibelt forskningsdesign.....	20
3.2	Utvalg	20
3.2.1	Strategisk utvalg	21
3.3	Observasjon som metode	22
3.4	Spørreskjema som metode.....	22
3.4.1	Utforming av spørreskjema.....	22
3.4.2	Gjennomføringen av spørreskjemaet	25
3.5	Intervju som metode	25
3.5.1	Ulike former for intervju	25
3.5.2	Gjennomføringen av intervju	26
3.6	Databehandling og analyse	26
3.6.1	Behandling av data fra spørreskjema	27
3.6.2	Behandling av data fra intervju	28
3.7	Undersøkelsens kvalitet	29
3.7.1	Reliabilitet og validitet	29
3.7.2	Generaliserbarhet	30
3.7.3	Etiske problemstillinger	30

4	Resultater	32
4.1	Elevenes forventninger til besøket.....	32
4.2	Elevenes forestillinger om energibegrepet før besøket.....	32
4.2.1	Hva er energi?	33
4.2.2	Oppsummering hva er energi	35
4.2.3	Energikilder og energiformer	36
4.2.4	Oppsummering energikilder og energiformer	42
4.2.5	Energikjeder og energiomdanning	43
4.2.6	Oppsummering energikjeder og energiomdanning	46
4.2.7	Energiproduksjon i Norge	46
4.2.8	Elevenes forestillinger om energi før besøket på Newton energirom	46
4.3	Elevenes forestillinger om energibegrepet etter besøket	48
4.3.1	Hva er energi?	48
4.3.2	Oppsummering hva er energi	51
4.3.3	Energikilder og energiformer	52
4.3.4	Oppsummering energikilder og energiformer	59
4.3.5	Energikjeder og energiomdanning	60
4.3.6	Oppsummering energikjeder og energiomdanning	63
4.3.7	Energiproduksjon i Norge	63
4.3.8	Elevenes forestillinger om energi etter besøket på Newton energirom.....	64
4.4	Elevenes oppfatning av besøket.....	65
4.5	Hva mener elevene selv de har lært?	66
5	Diskusjon	68
5.1	Elevenes forestillinger om energi	68
5.1.1	Hva er energi?	68
5.1.2	Energikilder og energiformer	70
5.1.3	Energikjeder og energiomdanning	72
5.1.4	Oppsummering av elevenes forestillinger.....	73
5.2	Elevenes utvikling og læringsutbytte.....	74
5.2.1	Elevenes totale utvikling	74
5.2.2	Elevenes læringsutbytte.....	75
5.2.3	Elevenes begrepsutvikling.....	77
5.2.4	Oppsummering av elevenes utvikling og læringsutbytte	81
5.2.5	Faktorer som kan ha innvirkning på resultatene	81
5.3	Forventninger og oppfatninger i forhold til læringsutbytte	88
5.3.1	En oppsummering	89
6	Konklusjon	90
7	Litteraturliste.....	93
8	Vedlegg.....	96

1 Innledning

1.1 Newton energirom Trondheim

Newton energirom ved NTNU Vitenskapsmuseet er et nytt og spennende undervisningstilbud i naturfag for skoler i Trondheim kommune. FIRST Scandinavia har stått for utviklingen av rommet, med god støtte fra StatoilHydro, Trondheim kommune, NTNU Vitenskapsmuseet og Vitensenteret. Rommet ble offisielt åpnet 12. juni 2009 og den første offisielle undervisningen startet opp i midten av september 2009. Newton energirom Trondheim er foreløpig et pilotprosjekt som skal evalueres etter ett år, men intensjonen er å etablere flere Newtonrom i fremtiden som et tiltak for å stimulere elevenes kunnskaper og ferdigheter i naturfag. Med dårlige resultater innen realfagene i TIMMS¹ og PISA² de siste årene, ønsker man at Newton energirom skal være med på å skape interesse og styrke den realfaglige kompetansen blant norske elever (FIRST Scandinavia, 2009).

Newton energirom Trondheim er et av totalt 12 etablerte Newtonrom som i dag er i drift. Disse rommene er et undervisningstilbud til skoler med fokus på de naturvitenskapelige fagområdene i læreplanen. Utviklingen av undervisningsoppleggene gjøres av FIRST Scandinavia og ulike fagmiljøer rundt om i landet. Men alle Newtonrommene samarbeider med det utgangspunkt å gi et best mulig undervisningstilbud til de besøkende. Undervisningen skal fremme læring gjennom aktivitet som ledes av en Newtonlærer med god realfaglig kompetanse (FIRST Scandinavia, 2009).

1.2 Valg av fokus og problemstilling

I en evaluering av natur og miljøfaget i Reform 97 kommer det frem at skolens naturfaglærere er misfornøyde med utstyrssituasjonen på naturfagrommet og at de ser på tilgangen til et eget naturfagrom som et viktig ledd i en praktisk naturfagundervisning (Tveita, Flæsen og Klepaker, 2003). TIMSS-rapportene fra 2003 og 2007 støtter under dette argumentet og viser at elevøvelser og praktisk arbeid blir nedprioritert av lærerne på grunn av manglende faglig kompetanse og tilgang på utstyr (Grønmo, Bergem, Kjærnsli, Lie og Turmo, 2004; Grønmo

¹ Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS)

² Programme for International Student Assessment (PISA)

og Onstad, 2009). Skolen har altså en utfordring med å legge til rette for elevøvelser og praktisk arbeid i naturfagundervisningen. Newton energirom kan dermed være et alternativt tilbud for skolene og et tiltak for å vekke interesse for naturfaget, både blant elever og lærere. Det er lagt inn store verdier og ressurser i utviklingen av rommet og spørsmålet er hvordan effekten blir av det. Blir dette bare en dag der elevene har det moro og gjør noe utenom det vanlige, eller går de hjem med en ny porsjon kunnskap om dagens utfordringer rundt energispørsmålet?

Mulighetene for å bruke Newton energirom i min masterstudie var mange, men utgangspunktet for forskningsarbeidet er å undersøke læringsutbyttet av de to dagene. For å begrense oppgaven måtte jeg derfor gå inn i programmet og undervisningsopplegget på Newton energirom, og bestemme meg for hva jeg vil legge fokus på. Energi er et vidt begrep som brukes i mange sammenhenger både i dagliglivet og i forskning. Det kan derfor være vanskelig å gi noen enkel forklaring på hva energi er. Samtidig bruker andre fagområder, som for eksempel psykologi, begrepet energi om noe annet enn det naturvitenskapere gjør (Sjøberg, 2007). Alt dette kan virke forstyrrende og være et utgangspunkt for at man konstruerer sine egne oppfatninger og forestillinger av den verden man lever i. Slike hverdagsforestillinger er ofte annerledes enn de vitenskaplige og representerer store utfordringer for undervisningen i skolen (Sjøberg, 2007).

Med bakgrunn i dette vil jeg i min studie undersøke hvordan elevenes kunnskaper i forhold til energibegrepet utvikler seg etter et besøk på Newton energirom. Utgangspunktet for utviklingen av rommet var å skape interesse for realfag og å styrke den realfaglige kompetansen blant elevene. Vil de spennende aktivitetene og den spesialrettede undervisningen gi elevene et kunnskapsløft? Eller har det bare vært en litt annerledes dag med moro på laboratoriet? Hva har elevene egentlig lært i forhold til begrepet energi etter disse to dagene på Newtonrommet? Disse spørsmålene danner utgangspunktet for følgende problemstilling:

Hvordan påvirkes elevenes kunnskaper og forestillinger om energibegrepet etter et besøk på Newton energirom?

Dette vil jeg forsøke å undersøke ut ifra følgende forsknings spørsmål:

- *Hvilke forestillinger har elevene i forhold til energibegrepet før og etter besøket på Newton energirom?*
- *Hvordan utvikles elevenes forståelse og læring knyttet til energi i løpet av besøket?*
- *Hvordan samsvarer elevenes forventninger og oppfatninger av besøket i forhold til læringsutbyttet?*

Med begrepsforståelse mener jeg forståelsen av vitenskaplige begreper innenfor temaet energi som elevene utvikler og kan bruke som redskaper for å beskrive og forstå den verden de er en del av (Sjøberg, 2007). Det er derfor av interesse å se på hva elevene forbinder med begrepet energi og hvordan denne forestillingen utvikler seg i løpet av besøket. I teoridelen vil jeg se nærmere på hvilke vitenskaplige begreper som går inn under energibegrepet i denne sammenhengen.

1.3 Newton energirom som undervisningsrom

Newton energirom i Trondheim er rettet mot elever på 9. trinn. Over to dager skal elevene innta rollen som forskere og løse verdens energiproblemer på den fiktive øya Engia. På disse to dagene skal elevene gjennom to Newtonmoduler; *Fornybar energi* og *Fossilt brensel*. I dette inngår forarbeid på skolen, oppgaveløsning og praktisk arbeid i Newtonrommet, samt etterarbeid på skolen. I selve Newtonrommet er det Newtonlæreren som har ansvaret for undervisningen og demonstrasjoner, mens trinnets lærer har ansvaret for å gjennomføre et ferdig utarbeidet for- og etterarbeid på skolen. I løpet av besøket skal elevene delta i gjennomgang av teori, utføre eksperimenter knyttet til teori, observere, løse oppgaver og fylle ut rapporter på en nettbasert læringsportal, samt delta i diskusjoner og oppsummering.

Undervisningsopplegget i begge modulene er forankret i Kunnskapsløftet gjennom to vektlagte kompetansemål. Målet for opplæringen er at elevene skal kunne forklare:

- Hvordan råolje og naturgass er blitt til, og hvordan disse stoffene anvendes
- Hvordan vi kan produsere elektrisk energi fra fornybare og ikke-fornybare energikilder (FIRST Scandinavia, 2009; LK06: 85).

Under disse kompetansemålene er det videre utviklet en rekke delmål eller innholdsmomenter som skal styre undervisningen og sikre at elevene får kjennskap til de ulike sidene av energibegrepet. En utfordring er at kompetansemålene i læreplanen er mål som skal være oppnådd ved *utgangen* av 10. trinn. Det vil si at målene ikke gjelder spesielt for 9. trinn, men at de skal oppnås i løpet av de tre årene på ungdomsskolen. De fleste av dagens lærebøker i naturfag er lagt opp slik at temaet energi ikke kommer før på 10. trinn. Dette gjør at elevene kan ha liten kjennskap til temaet før de kommer på Newtonrommet. Derfor er et sentralt poeng at lærerne implementerer temaet energi i resten av undervisningsplanene.

I tillegg til forankringen i kompetansemålene, kan man si at Newtonrommet som en helhet er viktig i forhold til læreplanens vektlegging av varierte læringsmiljøer i undervisningen. Under *Formål med faget* i læreplanen står det følgende:

Å arbeide både praktisk og teoretisk i laboratorier og naturen med ulike problemstillinger er nødvendig for å få erfaring med og utvikle kunnskap om naturvitenskapens metoder og tenkemåter. (...) Varierte læringsmiljøer som feltarbeid i naturen, eksperimenter i laboratoriet og ekskursionsjoner til museer, vitensentre og bedrifter vil berike opplæringen i naturfag og gi rom for undring, nysgjerrighet og fascinasjon (LK06: 79).

Kunnskapsløftet fremhever altså viktigheten med varierte læringsmiljøer, eksempelvis eksperimenter i laboratorier og ekskursionsjoner til museer og vitensentre, for å berike opplæringen i naturfag. Under besøket på Newton energirom får elevene jobbe både praktisk og teoretisk i et laboratorium med egnet utstyr. På den måten får de erfaring med naturvitenskapens metoder og tenkemåter.

2 Teori

2.1 Hva er energi?

I hverdagen bruker vi ordet energi i mange ulike forbindelser, men det samsvarer ikke alltid med den vitenskaplige forklaringen av begrepet. Dette kan ha en sammenheng med at det er vanskelig å sette ord på hva energi egentlig er. En plante trenger energi for å vokse og en bil forbrenner energi for å kunne starte og settes i bevegelse. Nattbordslampe bruker elektrisk energi for å lyse og i media reklameres det for ulike kosttilskudd eller energidrikker som skal gi deg en ”energiboost” i hverdagen. Alt rundt oss inneholder og er avhengig av energi. Men hva er egentlig energi og hvor kommer energien fra?

2.1.1 Energi, arbeid og kraft

En sjokolade inneholder energi i form av karbohydrater, proteiner og fett. På fotballbanen kan man se fotballspillere som sprudler av energi som de har fått fra for eksempel en sjokolade. Noe av denne energien bruker de til å springe rundt på banen og sparke ballen. Ved å sparke fotballen, utøver spillerne en kraft på ballen. Denne kraften setter ballen i bevegelse og gjør at den farer gjennom luften med en stor fart mot mål. Det utføres hele tiden et arbeid, enten det skjer inne i fotballspillernes kropp, på ballen som skytes i mål eller i fabrikken som bruker elektrisk energi for å lage sjokoladen. Kort forklart er energi det som får ting til å skje. Van Marion, Hov, Thyraug og Trongmo (2006) definerer energi som: ”Energi er det som gjør det mulig å utføre et arbeid. Jo mer energi som er tilgjengelig, desto mer arbeid kan utføres”. Med det mener de at begrepet energi beskriver det som skal til for at noe skal kunne bevege seg, endre form eller temperatur (van Marion et al., 2006: 219). Et menneske trenger med andre ord energi for å kunne bevege seg. Det samme trenger steinen for å rulle ned en fjellside, isen for å smelte eller ovnen for å avgi varme. Det vil si at energien til en gjenstand er lik det arbeidet gjenstanden utfører på omgivelsene (Fet og Sletbak, 1993; Myhre, 2008).

Som vi ser er det en sammenheng mellom begrepene *energi*, *arbeid* og *kraft*. Man må ha energi for å utføre et arbeid og når man utfører et arbeid, utøver man en kraft på noe. Denne kraften påvirker gjenstandens fart, retning og form, og bestemmes av hvor mye energi som er tilgjengelig (van Marion et al., 2006). Tyngdekraften er en kraft som vi ikke kan være for uten. Den påvirker alle legemer som finnes i jordens atmosfære og trekker dem mot jordas sentrum (Myhre, 2008). Dette gjør at en ball som blir sparket opp i lufta vil falle ned igjen.

Sammen med impulsen fra spraket, utøver tyngdekraften et arbeid på ballen og setter den i bevegelse. Samtidig gjør tyngdekraftens tiltrekning mot jordens sentrum, at ballen også har energi når den ligger i ro. Ut ifra dette kan vi si at det finnes to hovedformer for energi; *bevegelsesenergi* (kinetisk energi) og *stillingsenergi* (potensiell energi). Bevegelsesenergi knyttes til en gjenstands bevegelse og fart, mens stillingsenergi er knyttet til krefter mellom gjenstander (Fet og Sletbak, 1993; Myhre, 2008).

2.1.2 Ulike energiformer

En ball som ligger på bakken har energi på grunn av sin beliggenhet. Det vil si at det virker en kraft på ballen fra bakken (Myhre, 2008). Ballen har en stillingsenergi i forhold til bakken den ligger på, men også i forhold til jordas sentrum. Dersom ballen løftes opp vil stillingsenergien i forhold til bakken øke. Desto høyere over bakken vi holder ballen, desto mer stillingsenergi vil den ha. Vi kan dermed si at ballens masse og høyde over bakken, sammen med tyngdekraftkonstanten er med på å bestemme hvor mye stillingsenergi ballen har (Fet og Sletbak, 1993; Myhre, 2008; van Marion et al., 2006).

En ball med fart kan utføre et arbeid (Fet og Sletbak, 1993; Myhre, 2008; van Marion et al., 2006). Når vi slipper ballen vil stillingsenergien avta jo nærmere ballen kommer bakken, men til gjengjeld vil bevegelsesenergien øke. Rett før ballen treffer bakken vil derfor bevegelsesenergien til ballen være på topp og stillingsenergien i forhold til bakken være på bunn. Man kan si at det er en glidende overgang mellom stillingsenergi og bevegelsesenergi. Jo større fart en gjenstand får, desto større blir bevegelsesenergien. Ballens bevegelsesenergi bestemmes derfor av ballens masse og fart (Fet og Sletbak, 1993; Myhre, 2008; van Marion et al., 2006). Ballen tilføres en viss mengde stillingsenergi når vi løfter den opp, men når ballen slippes blir den samme mengden energi gradvis gjort om til bevegelsesenergi i fallet mot bakken.

2.1.3 Energiloven

Når ballen treffer bakken, vil den sprette rundt og etter hvert bli liggende i ro. I det ballen ligger stille på bakken, så skulle man tro at den hadde mistet all sin energi. Men ifølge energiloven kan ikke energi skapes eller forsvinne, den endrer bare form (Fet og Sletbak, 1993: 74; Myhre, 2008: 236; van Marion et al., 2006: 223). Med andre ord finnes det energi overalt rundt oss i ulike former. Man kan tenke seg et kretsløp av energi der den totale

mengden av energi er konstant, men at kvaliteten på energien avtar hver gang den omformes (Myhre, 2008; van Marion et al., 2006). Det vil si at idet ballen treffer bakken, vil energien i ballen bli overført til bakken og omgivelsene i form av bl.a. varme og lyd som også er former for bevegelsesenergi. Ballen vil sprette rundt til all energien er omgjort og vil da bli liggende stille på bakken. Ved å løfte ballen opp igjen, kan vi tilføre ny stillingsenergi og på den måten gi den muligheten til å utføre et nytt arbeid. Man kan dermed si at energi bare kan overføres ved arbeid eller gjennom varme (Myhre, 2008: 234).

2.1.4 Energikilder og energioverføring

Vi bruker begrepet energikilde når vi beskriver hvor vi får energien fra. En energikilde har energi i en slik form at vi kan utnytte og omforme energien til andre former for energi (van Marion et al., 2006). Sola er den største energikilden vi har og er forutsetningen for alt liv på jorden. Den sender ut varme og sollys som jordens organismer har lært seg å utnytte, både direkte og indirekte (Fornybar energi, 2007). Vi deler derfor opp jordas energikilder i *fornybare og ikke-fornybare energikilder*. De sentrale fornybare energikildene i undervisningen på Newton energirom er vind og vann, mens de ikke-fornybare energikildene er de fossile energikildene olje og gass. Forskjellene mellom fornybare og ikke-fornybare energikilder ligger i navnet og tar utgangspunkt i tilgangen til energi. De fornybare energikildene har en energi som går i et naturlig kretsløp slik at det hele tiden omformes mer energi enn vi klarer å bruke (Fornybar energi, 2007; Myhre, 2008). I motsetning vil de ikke-fornybare fossile energikildene bli brukt opp raskere enn de fornyes. Dette fordi omdanningen fra organisk materiale til olje, kull og gass går saktere enn forbruket av energikilden.

Når vi utfører et arbeid og utnytter energien fra energikildene, omdannes energien fra en form til en annen. En energikjede sier noe om hvordan energien omdannes og overføres fra energikilden til energimottakeren (Isnes, 2008). Et vannkraftverk utnytter for eksempel fallhøyden i vannets kretsløp for å omdanne bevegelsesenergien i vann til elektrisk energi. Det starter med solen som varmer opp vann til damp. Dampen stiger opp og driver inn over land som skyer. Skyene kjøles ned og gir fra seg nedbør over fjellene. Vannet har på denne måten blitt løftet opp, slik som i eksempelet med ballen, og fått en stillingsenergi som kan lagres i oppdemte dammer (Myhre, 2008). Videre utnyttes fallhøyden fra demningen og ned til energiverket, til å sette vannet i bevegelse. Når vannet treffer turbinen, overføres vannets bevegelsesenergi til turbinen som videre driver generatoren. Inne i generatoren settes sterke

magneter og spoler i bevegelse i forhold til hverandre, og slik induseres elektrisk energi. Den elektriske energien sendes ut på strømmettet og ender i stikkontakten hjemme hos deg og meg. Den potensielle energien i vann overføres til bevegelsesenergi og deretter elektrisk energi (Myhre, 2008). På liknende måter kan man utnytte bevegelsesenergien i vind. Men med fossilt brensel, kreves det en forbrenning for å utløse den kjemiske energien (stillingsenergi) i for eksempel olje og gass (van Marion et al., 2006). Under forbrenningen utvikles det en sterk varme som brukes for å varme opp vann til vanndamp. Videre er det vanndampen som driver turbinen og herfra er prosessen den samme som i et vannkraftverk. Felles for all omforming av energi, er at man forsøker å utnytte energien på best mulig måte, uten at for mye energi overføres til omgivelsene.

2.2 Barns forestillinger om energi

Fra fødselen av utvikler man ulike forestillinger om det som skjer rundt seg. Når barn begynner på skolen og skal lære om naturfag, har de derfor bygget opp et sett med ulike forestillinger og oppfatninger. Disse hverdagsforestillingene samsvarer likevel ikke alltid med de teoriene som naturfaglæreren presenterer (Driver, 1983). Som vi har sett er energi et vidt begrep som det kan være vanskelig å forstå og forklare. I *Making Sense of Secondary Science* viser Driver, Squires, Rushworth og Wood-Robinson (1994) til forskjellige studier som tar for seg barns forestillinger om energi. Her kommer det fram at mange barn faktisk forbinder energi med bevegelse og krefter. De mener at energi er det som setter noe i bevegelse og at det er en form for kraft som påvirker objektet. Noen assosierer energi med levende ting og da spesielt i forhold til mennesket som et fungerende vesen. I dette inngår blant annet menneskelig aktivitet, helse og ernæring. Andre studier beskriver en modell som bygger på en forestilling om at energi blir lagret i bestemte objekter, der energien brukes og kan lades opp igjen. Ofte forbindes dette med maskiner som får energi fra elektrisitet eller et drivstoff. Samtidig ser barn på energi som noe med begrensede ressurser og som det vil bli mangel på i fremtiden. Likevel ser de ikke på dette som en energikrise, men som en drivstoffkrise. Dette bygger på at barn har en forestilling om at drivstoffet er energi, ikke at drivstoffet inneholder energi (Driver et al., 1994: 143-146).

Ut fra det som er nevnt over kan man si at barn assosierer energi både med levende og ikke levende gjenstander, og at de ser på energi som noe som setter noe i gang. Enten det er et menneske som begynner å bevege seg av maten det spiser, eller det er en maskin som drives

av elektrisitet eller et drivstoff. Likevel har de vanskeligheter med å sette ord på hva energi er og hvordan den oppstår i den virkelige verden. De fleste har en forestilling om at energien bare forsvinner når vi har brukt av den. De forstår ikke at energimengden er konstant og at den endrer form når vi utnytter den (Driver et al, 1994).

2.3 Hva er læring?

Å lære handler ikke bare om å tilegne seg fakta og begreper. Det handler også om å tolke og forstå informasjon (Imsen, 1998). I følge Anita Woolfolk (2004) henger begrepene læring og utvikling tett sammen. Med det mener hun at læring er et resultat av erfaring som forårsaker en utvikling eller en forandring av individets kunnskap eller atferd (Woolfolk, 2004). Det er derfor vanlig å skille mellom ulike syn på læring. Behavioristiske teorier ser på læring som endring i atferd, mens kognitive teorier er opptatt av de mentale prosessene til den som lærer (Imsen, 1998).

2.3.1 Naturvitenskapens syn på læring

Å tilegne seg et fag handler om å lære hvordan man kan frembringe ny kunnskap i faget (Dalland, 2007). Det vil si at læring i naturfag handler om å bruke naturvitenskaplige metoder og begreper for å beskrive og forstå naturen rundt oss. I boka "Naturfag som allmenndannelse" trekker Svein Sjøberg (2007) frem viktigheten av en naturvitenskaplig allmenndannelse av samfunnet og hvordan dette kommer frem i naturfagets tre dimensjoner. Den første dimensjonen ser på naturvitenskapen som et produkt gjennom de begreper, lover, modeller og teorier vi har i dag. Den andre dimensjonen ser på naturvitenskapen som en prosess, altså dens metoder og arbeidsmåter. Den tredje dimensjonen ser på naturvitenskapen som en sosial institusjon (Sjøberg, 2007: 154-155). Dette har også fått en sentral plass i Kunnskapsløftet, der hovedområdet *Forskerspiren* skal ivareta naturvitenskapens tradisjoner i skolens naturfag. Elevene skal bygge kunnskap på tidligere kunnskap, gjennom å eksperimentere, teste ut hypoteser, observere, diskutere, være kritiske og kunne argumentere og begrunne sine konklusjoner (LK 06: 78). Ut fra dette kan man si at konstruktivismens teorier, om at læring konstrueres i en aktiv prosess, står sterkt i skolens naturfag.

2.3.2 Konstruktivistisk læringssyn

Et konstruktivistisk læringssyn ser på læring som en prosess der hvert enkelt individ må være aktive konstruktører av kunnskap (Sjøberg, 2007). Man kan ikke bare overta andres kunnskaper og ferdigheter, man må selv erfare og konstruere sin oppfatning av den verden man er en del av. Likevel er vi ikke frie til å konstruere hva som helst. Det finnes en virkelighet som setter fysiske grenser og våre mentale konstruksjoner må passe inn i denne virkeligheten (Sjøberg, 2007). Ifølge Knud Illeris (2006) kan man dele læring inn i to ulike prosesser. Den ene prosessen omfatter samspillet mellom individet og dets omgivelser. Den andre omhandler en individuell mental tilegnelse og bearbeiding av kunnskap (Illeris, 2006). Det er derfor vanlig å skille mellom to former for konstruktivisme; en personlig eller kognitiv konstruktivisme som forbindes med Jean Piaget (1896-1980) og en sosial konstruktivisme som knyttes til Lev Vygotsky (1896-1934).

Piagets teorier om kognitiv utvikling

Piagets teori legger vekt på individets intellektuelle utvikling og det som skjer på det mentale plan under læring (Imsen, 1998). En kognitiv utvikling omfatter forandringer i de mentale eller kognitive strukturene som Piaget kalte for skjemaer (Woolfolk, 2004). Disse skjemaene endres gjennom individets vekselvirkning med omgivelsene, en adaptasjonsprosess som består av assimilasjon og akkomodasjon. Gjennom assimilasjon bruker man de eksisterende skjemaene for å forstå nye hendelser. Det vil si at man bruker tidligere kunnskap for å forstå nye situasjoner. Dersom den nye informasjonen ikke passer inn i eksisterende skjemaer, blir man nødt til å endre og utvide disse skjemaene (Imsen, 1998; Sjøberg, 2007; Woolfolk, 2004). Akkomodasjon er dermed det som fører til utvikling og ny læring. Det som driver og setter i gang adaptasjonsprosessen, er likevektsprinsippet eller barnets motivasjon for å finne en løsning på problemet. Imidlertid hevdet Piaget at den kognitive utviklingen måtte skje før læringen oppstod. Det vil si at barnet må være klar for å lære (Woolfolk, 2004). Han deler derfor den intellektuelle utviklingen inn i fire stadier, der det første stadiet forbereder det neste (Imsen, 1998).

Vygotskys sosiale konstruktivisme

Den sosiale aktiviteten har en sentral plass i Vygotskys teorier. Man konstruerer kunnskap i samhandling med andre. Med det mente han at all individuell utvikling kommer av sosial aktivitet der språket vårt er en viktig redskap. Språket er delt i to funksjoner; et ytre sosialt

språk for kommunikasjon med andre og en indre tale som danner grunnlaget for våre tanker (Imsen, 1998). Et annet viktig poeng i Vygotskys teorier var hans tanker om den proksimale utviklingssonen. Denne sonen utgjør hva eleven selv klarer å oppnå og hvor langt han eller hun kan komme med hjelp. Dette danner grunnlaget for begrepet *stillasbygging* som Bruner (1915-dd) brukte om en støttende undervisning (Imsen, 1998). John Dewey (1859-1952) var en annen pedagog som mente at aktivitet var viktig i undervisningen. Med slagordet ”learning by doing” gikk han i front for elevaktive arbeidsformer og praktisk arbeid. Med det mente han at interaksjonen mellom elevene og lærestoffet var en sentral faktor for læring (Lyngsnes og Rismark, 1999).

2.3.3 Formell og uformell læring

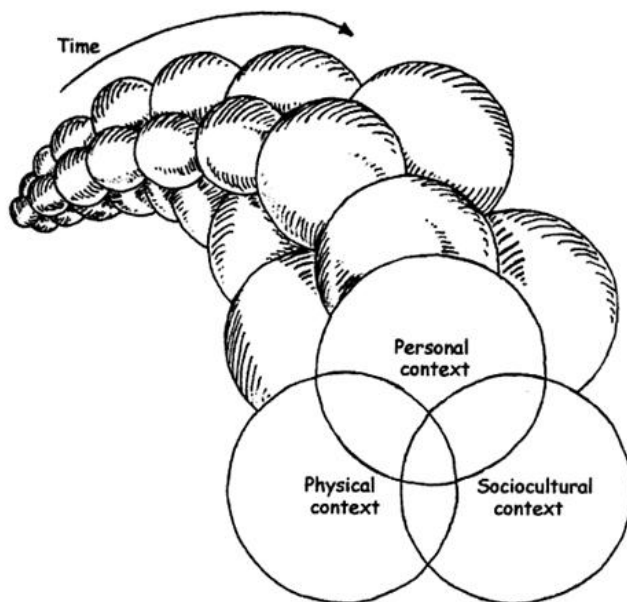
Elevene lærer ikke bare på skolen, de lærer minst like mye utenfor skolen (Falk, 2001). Det kan være hjemme foran fjernsynsapparatet eller dataskjermen, mens de er på museet eller biblioteket, eller det kan være gjennom samtaler med familie og venner. Ut ifra dette kan man skille mellom to typer læring; *den formelle læringen* som skjer på skolen og *den uformelle læringen* som skjer utenfor skolen (Falk, 2001; Illeris, 2006; Rennie, 2007). Forskjellen mellom de to bygger i hovedsak på at den formelle læringen er forhåndsbestemt av en ekstern autoritet, mens den uformelle læringen drives av frivillighet og egen interesse (Falk, 2001). Uformell læring gir dermed elevene selv muligheten til å velge hva og hvordan de vil lære. Likevel er det en viss forskjell på en skoleutflukt til et museum eller vitensenter, og et besøk på fritiden. I skolesammenheng er det oftest et formål med besøket og på den måten knyttes besøket til formell læring. Et besøk på fritiden er frivillig og det gir muligheten til å kontrollere selv hva en ønsker å se og gjøre under besøket (Bybee, 2001). Newtonrommet er med andre ord ikke som et vanlig klasserom, både den sosiale og fysiske konteksten er annerledes.

2.4 The Contextual Model of Learning

Ifølge Falk og Dierking (2002) kan læring fremstilles gjennom tre enkle prinsipper:

- Læring begynner med den individuelle (Learning begins with the individual).
- Læring involverer andre (Learning involves others).
- Læring foregår en plass (Learning takes place somewhere)
(Falk og Dierking, 2002: 36).

Disse tre prinsippene danner utgangspunkt for en teoretisk modell som de kaller ”The Contextual Model of Learning”. Modellen består av tre overlappende kontekster; den personlige konteksten (personal context), den sosiokulturelle konteksten (sociocultural context) og den fysiske konteksten (physical context). Disse viser hvilke faktorer som påvirker læring i et museum eller andre uformelle læringsarenaer. All læring er situert, det vil si at det er et produkt av en interaksjon mellom den individuelle og dens sosiale og fysiske omgivelser (de tre kontekstene) (Falk og Dierking, 2000; Illeris, 2006). Samtidig er læring en aktiv prosess som skjer over tid (Falk og Dierking, 2000). Dermed blir også tidsperspektivet en viktig dimensjon i modellen.



Figur 1: The Contextual Model of Learning (Hentet fra Falk og Dierking, 2000: 12).

Under de tre kontekstene har Falk og Dierking (2000) satt opp åtte nøkkelfaktorer som de mener påvirker museets læringsmiljø. Dersom noen av disse faktorene uteblir, vil det påvirke kvaliteten av læringsutbyttet. Modellen bygger på et konstruktivistisk læringssyn, som jeg har gjort rede for i kapittel 2.3.2, der individet konstruerer læring over tid i samhandling med den fysiske og sosiokulturelle verden det er en del av. I det følgende kommer en gjennomgang av modellen og dens tre kontekster.

The Contextual Model of Learning

Den personlige konteksten (Personal context)

1. Motivasjon og forventninger (Motivation and expectations)
2. Forkunnskap, interesser og oppfatninger (Prior knowledge, interests, and beliefs)
3. Valgfrihet og kontroll (Choice and control)

Den sosiokulturelle konteksten (Sociocultural context)

4. Interaksjon innenfor en sosiokulturell gruppe (Within-group sociocultural mediation)
5. Tilrettelagt formidling av andre (Facilitated mediation by others)

Den fysiske konteksten (Physical context)

6. Oversikt og orientering (Advance organizers and orientation)
7. Utforming (Design)
8. Forsterke hendelser og opplevelser utenfor museet (Reinforcing events and experiences outside the museum)

(Hentet og oversatt fra Falk og Dierking, 2000: 137)

2.4.1 Den personlige konteksten

Læring er en personlig erfaring som påvirkes av indre (mentale) og ytre faktorer. Våre sanser er viktig for å samle inn informasjonen rundt oss, men det kreves også et filtreringssystem som sortere ut den informasjonen som er verdt å huske (Falk og Dierking, 2000). Våre forventninger, forkunnskaper, interesser og oppfatninger, er sammen med motivasjon og valgfrihet, viktige faktorer som påvirker hva og hvordan vi lærer. I en passende kontekst og med rett motivasjon, vil derfor læring forekomme naturlig (Falk og Dierking, 2000).

Motivasjon og forventninger

Albert Bandura (1925-dd) anvender begrepet forventning i forhold til mestring og motivasjon. Han mener at mestringsforventninger er forventninger som påvirker hva vi gjør og innsatsen vi legger i det vi gjør (Imsen, 1998). Alle som besøker et museum, vitensenter eller andre uformelle læringsarenaer, enten de er barn eller voksne, har en eller annen form for

motivasjon og forventning til besøket. Dette påvirker hva man kommer til å se og gjøre under besøket, og dermed hva og hvor mye man kommer til å lære (Falk og Dierking, 2000). Vi styres av våre forventninger som bygges opp av erfaringer og oppfatninger fra tidligere hendelser (Imsen, 1998). Når forventningene oppfylles, vil læringen oppleves som meningsfylt og styrke læringsutbyttet. I tillegg vil det skape nye forventninger og motivasjon for fremtidige besøk. I følge Falk og Dierking (2000) er det derfor viktig å informere elevene på forhånd om hva de kan forvente av et besøk på museet eller vitensenteret.

Vi går på museer for å lære, underholdes eller fordi det er sosialt. Det må med andre ord være en drivkraft, en interesse og motivasjon for at læring skal kunne finne sted. Imsen (1998) forklarer motivasjon som en indre og ytre årsak til menneskelig aktivitet. Med det mener hun at motivasjon er sentralt for å forstå menneskelig atferd (Imsen, 1998: 226). Det er derfor vanlig å skille mellom indre og ytre motivasjon. Den indre motivasjonen drives av en indre kraft. Det kan for eksempel være en interesse for fisker som gjør at man er motivert for å lære mer om en spesiell type fisk. Det vil si at man personlig ønsker å lære og at det er læringen i seg selv er et mål. I motsetning drives ytre motivasjon av en ytre påvirkning. Det kan for eksempel være å oppnå en god karakter i naturfag. Man lærer ikke fordi man selv ønsker det, men fordi målet med læring kan være å oppnå en belønning eller for å unngå en straff (Falk og Dierking, 2000; Imsen, 1998). Falk og Dierking (2000) er imidlertid klar på at mennesket er best motivert når det fritt kan uttrykke seg, kun for gleden av å gjøre det (Falk og Dierking, 2000). Man kan dermed si at den indre motivasjonen gir det beste utgangspunktet for læring, men dette skaper også en utfordring i forhold til undervisning i skolen og andre læringsarenaer som styres av pedagoger og læreplaner. Dermed er det mye elevene må lære om selv om de ikke ønsker det, noe som kan påvirke læringsprosessen og læringsutbyttet. Det blir derfor viktig å knytte faget til elevenes interesser (Woolfolk, 2004).

Forkunnskap, interesser og oppfatninger

Interesse og motivasjon henger sterkt sammen og er viktige faktorer for læring. Jo mer interessert man er i noe, jo lettere er det å motivere seg for å lære mer om det. Vi opparbeider oss positive følelser og verdier for det vi liker og interesserer oss for, men interesse handler også om oppmerksomhet, utholdenhet og nysgjerrighet (Falk og Dierking, 2000). Det vil si at når man interesserer seg for noe, så vier man sin oppmerksomhet til det og ønsker å vite mer om det. Likevel er vi forskjellige og har ulike interesser. Det er derfor vanlig å skille mellom

to typer interesse; *personlig interesse* og *situert eller situasjonsbestemt interesse*. Personlig interesse utvikles over tid og har en langvarig effekt. Det kan for eksempel være interesse for historie eller en sport som man har med seg gjennom store deler av livet. Situasjonsbestemt interesse har en kortvarig effekt og oppstår når vår oppmerksomheten fanges av en aktivitet eller hendelse i våre omgivelser (Falk og Dierking, 2000; Woolfolk, 2004). Begge typene er relatert til læring, men den personlige interessen vil være mer effektiv på læring, da den utvikles over tid og har en mer langvarig effekt.

Interessen for et fag øker når elevene føler at de er kompetente og mestrer faget (Woolfolk, 2004). Derfor er også forkunnskap og oppfatninger viktige faktorer for læring. Vi kommer ikke på skolen, vitensenteret eller andre læringsarenaer med tomme hoder som er klare for å fylles opp med kunnskap. Vi tar med oss våre egne erfaringer, oppfatninger og forestillinger om den verden vi er en del av, og bruker dette som grunnlag for å konstruere ny kunnskap.

Valgfrihet og kontroll

I motsetning til skolen er museer og vitensentre en læringsarena der de besøkende selv kan velge hva og hvordan de vil lære (Falk og Dierking, 2000). Men det kan være en forskjell mellom å besøke museet på fritiden og i skolesammenheng. Når man besøker et museum på fritiden gjør man det fordi man selv ønsker det og man ser på det man interesserer seg for. Når man besøker museet gjennom skolen er det ofte en annen setting. Selv om *type* skolebesøk kan variere, er de ofte kontrollerte former med en liten valgfrihet. Ofte er det lærer som har valgt hva man skal se og gjøre, og man blir guidet gjennom et planlagt undervisningsopplegg. Besøket kan dermed føles påtvunget, noe som kan virke negativt på elevenes interesse og motivasjon. Barn foretrekker å gå på museum med familien fremfor skolen, fordi de selv i sitt eget tempo kan velge hva de vil se og gjøre (Falk og Dierking, 2000). Derfor kan det være hensiktsmessig å gjennomføre skolebesøkene i en kontekst som er mer likt familiebesøkene.

2.4.2 Den sosiokulturelle konteksten

Som jeg presenterte i kapittel 2.3.2, mente Vygotsky at læring skjer i en sosial situasjon. Selv om læring er personlig, involverer det også et samspill med andre mennesker og omgivelsene rundt oss. Den sosiokulturelle konteksten sier noe om hvordan vi oppfatter oss selv og den verden vi er en del av (Falk og Dierking, 2000).

Interaksjon innenfor en sosiokulturell gruppe

De som går på museer eller vitensentrer, er som oftest en av flere deltakere i en sosiokulturell gruppe. Dette kan være skoleklasser, vennegrupper, familiegrupper eller lignende, og alle har fokus på ulike aspekter under et besøk. Innenfor disse sosiale gruppene deles erfaringer, oppfatninger, tradisjoner og verdier for å forstå den verden man lever i. Man utnytter hverandre for å tyde informasjon og skape mening (Falk og Dierking, 2000). Læring kan dermed uttrykkes som en prosess der individet formes av det samfunnet det er en del av. Når elever deltar på en skoleutflukt lærer de ved å dele erfaringer og oppfatninger i dialog med de andre elevene i gruppen. Forskning viser at sosial interaksjon er et sentralt aspekt i en skoleutflukt og kan føre til økt læring (Falk og Dierking, 2000). Den sosiokulturelle konteksten spiller derfor en viktig rolle for å fremme læring.

Tilrettelagt formidling av andre

Læring i museer skjer ikke bare innenfor den enkeltes sosiokulturelle gruppe. Læring kan også skje i en interaksjon med personer utenfor gruppen. Når en skoleklasse eller andre grupper besøker et museum eller et vitensenter, blir de tatt imot av ansatte ved museet. Skoleklassene blir ofte guidet gjennom utstillingen av en formidler og på den måten kan de ansatte være med på å påvirke hva og hvordan de besøkende lærer. For å kunne legge til rette for læring og hjelpe de besøkende med å skape mening, er de ansatte ofte opplært og har ”spesialisert” seg i utstillingens temaer (Falk og Dierking, 2000).

2.4.3 Den fysiske konteksten

Når mennesker skal gjenfortelle sine erfaringer fra et besøk på museet, er de oftest relatert til den fysiske konteksten. Ifølge Falk og Dierking (2000) er det en sterk sammenheng mellom mentale prosesser og omgivelsenes kontekst. Det vil si at den fysiske konteksten påvirker hvordan man oppfører seg i det fysiske rommet, hva man observerer og husker fra besøket, og dermed hva man lærer (Falk og Dierking, 2000). Den fysiske konteksten omhandler de fysiske aspektene av miljøet i et museum og påvirker hvordan individet fungerer i det fysiske rommet (Rennie og Johnston, 2007).

Oversikt og orientering

Trygghet er en viktig faktor for læring. Det vil si at man lærer best når man føler seg trygg i omgivelsene og når man vet hva man kan forvente seg av for eksempel et besøk på museet

(Falk og Dierking, 2000). Når elevene kommer til et museum eller vitensenter, kommer de inn i en annen setting enn de er vant til i klasserommet. Første gang man besøker et museum vil man derfor bruke tid på å orientere seg og finne ut hvordan man skal forholde seg til omgivelsene. Dersom elevene føler seg utilpass og har problemer med å orientere seg, vil dette sette fokuset på andre ting enn utstillingen de skal se på. Hvordan elevene klarer å navigere seg gjennom utstillingen, påvirker dermed hva de lærer. Det er derfor viktig at elevene har en oversikt over de hjelpemidlene som finnes i museene, som for eksempel ansatte, kart, skilt, piler og lignende, som de kan bruke for å orientere seg under besøket. En annen viktig faktor er at elevene har en klar oppfatning for hva som forventes av dem selv under besøket og at de vet hvordan de skal oppføre seg. Når elevene har dette klart, kan de helt og holdent fokusere på utstillingen og dermed styrke mulighetene for læring (Falk og Dierking, 2000).

Utforming (design)

Læring påvirkes altså av om man føler seg trygg i omgivelsene. Sammenhengen mellom sted, følelser og minner er sterk. Gode omgivelser fremmer gode minner og inspirerer til god atferd (Falk og Dierking, 2000). Dermed vil utformingen av en utstilling eller en annen uformell læringsarena, også være en påvirkende faktor for læring. Man går på museer for å se og oppleve virkelige objekter som er plassert i aktuelle miljøer. Å se en ting eller et objekt på TV eller et bilde, gir ikke den samme opplevelsen som å se det i virkeligheten. Godt utformede utstillinger er derfor gode læringsverktøy for å få en konkret forståelse av den virkelige verden (Falk og Dierking, 2000). Utstillingene skal ta tak i den besøkendes følelser og vekke nysgjerrighet for temaet. En effektiv måte for å stimulere elevens nysgjerrighet, kan være å la dem få utforske objekter som er relevant for det de skal lære om (Woolfolk, 2004). Hvordan dette gjøres, varierer fra museum til museum og utstilling til utstilling. Man kan likevel se en forskjell mellom de ”tradisjonelle” museene og vitensentrene på dette området. I motsetning til de tradisjonelle museene, som har mange antikvariske gjenstander man ikke får lov til å ta på, legger vitensentrene vekt på interaktive utstillinger (Frøyland, 2003).

Praktisk arbeid og eksperimentering er en viktig del av undervisningsopplegget på Newton energirom. Det er også en sentral del av naturfagets metoderepertoar. Det tilfører variasjon i undervisningen og kan være en motiverende faktor for læring. Likevel handler praktisk arbeid ikke bare om ”ta-på-aktiviteter”, det krever også i stor grad kognitive prosesser (van Marion,

2008). Praktisk arbeid skal gjennom konkrete ferdigheter hjelpe elevene til å se sammenhengen mellom forestillinger og observasjon (Abrahams og Millar, 2008). Gjennom elevaktiviteter, elevøvelser og eksperimenter skal elevene observere og erfare ulike elementer innenfor energibegrepet. Noe som er i tråd med Deweys teorier om learning by doing. Elevene skal lære ved å erfare, men med veiledning fra Newtonlærer og i samhandling med medelever.

Forsterke hendelsene og opplevelsene utenfor museet

De erfaringene man har fra livet på utsiden av museet er viktig for å forstå det som finnes på innsiden av museet. I løpet av besøket gjør man seg nye erfaringer og opparbeider seg en ny porsjon kunnskap som brukes til å skape mening om den virkelige verden utenfor museet (Falk og Dierking, 2000). Men museenes innflytelse er ikke statisk, man konstruerer hele tiden kunnskap på grunnlag av de erfaringene man gjør seg (Anderson, Storksdieck og Spock, 2007). Noen lærer underveis i besøket, mens andre lærer når de har kommet hjem. I forbindelse med skoleutflukter blir derfor for- og etterarbeidet på skolen viktig for å forsterke elevenes erfaringer fra besøket og sette dem i sammenheng med virkeligheten.

3 Metode

3.1 Forskningsdesign

Johannessen, Tuft og Kristoffersen (2005) nevner tre sentrale kriterier når det gjelder forskningsdesignet; *tidsperspektivet, utvalget og type data* (Johannessen et. al 2005). Det vil si at man må vurdere hvem det skal forskes på og når undersøkelsen skal gjennomføres. Like viktig er det å tenke over hvilke data man ønsker å samle inn og det er her vi skiller mellom de to forskningsstrategiene kvantitativ og kvalitativ metode. Forskningsdesignet sier noe om hvordan undersøkelsen skal utformes (Ringdal, 2007). For å undersøke læringsutbyttet etter et besøk på Newton energirom, var det nødvendig for meg å kartlegge elevenes kunnskap før og etter besøket. Jeg har derfor utført en kvantitativ spørreundersøkelse i form av en pre- og posttest på et utvalg elever som har besøkt rommet. Dette for å samle inn og sammenligne informasjon om elevenes kunnskapsnivå før og etter besøket. Det vil si at datainnsamlingen har gått over en tidsperiode fra før besøket til etter at det er gjennomført, og det er utviklingen elevene har i denne perioden jeg ønsker å undersøke. Jeg har også intervjuet et mindre utvalg av de samme elevene. Dette for å undersøke nærmere hva de har lært og hva som ligger bak denne læringen. I tillegg har observasjon av besøkene og undervisningen på Newtonrommet, vært en viktig del i utviklingen av spørreskjemaene og intervjuguiden. Dette forskningsarbeidet bygger dermed på en kombinasjon av ulike datainnsamlingsstrategier og ulike informanter, en triangulering som ofte brukes for å sikre kvaliteten på data (Postholm, 2005).

3.1.1 Newton energirom som et kasus

Forskningsarbeidet bygger på en studie av Newton energirom som et kasus eller en case. Postholm (2005) definerer et kasus som et "bundet system" med avgrensninger i tid og rom. Det kan være et program, en hendelse, en aktivitet eller en institusjon (Postholm, 2005; Robson, 2002). Undervisningen på Newton energirom kan sammenlignes med et slikt system og jeg har forsøkt å beskrive og forstå hvordan elevenes forståelse av begrepet energi, har utviklet seg i forhold til dette "programmet". Dette kan studeres ved hjelp av en fenomenologisk tilnærming som beskriver den meningen elevene legger i en opplevelse knyttet til en bestemt erfaring av et fenomen (Postholm, 2005). Fenomenet er besøket på Newton energirom og jeg har forsøkt å undersøke hvordan fenomenet oppleves av elevene ut fra den konteksten undervisningen er satt i. Datainnsamlingen i dette arbeidet har derfor vært

omfattende og jeg har brukt ulike innsamlingsstrategier for å få inn data.

3.1.2 Flexibelt forskningsdesign

Forskningsdesignet i dette arbeidet har vært fleksibelt. Det vil si at problemstillingen og forskningsspørsmålene mine har vært utgangspunktet for arbeidet, men det har likevel vært rom for å endre kurs underveis på grunnlag av den informasjonen jeg har fått inn. Jeg har gjennomført både personlige intervju og gruppeintervju, pilottester og observasjoner, og har hele tiden brukt de erfaringer jeg har gjort meg underveis til å bestemme retningen på det videre arbeidet. Ifølge Thagaard (2009) er det viktig at prosjektets design gir grunnlag for fleksibilitet i kvalitativ forskning (Thagaard, 2009). Mitt utgangspunkt var å finne ut hvordan elevenes læringsutbytte utviklet seg. Ved å ta utgangspunkt i informantenes erfaringer og perspektiver, kunne jeg undersøke hva som egentlig lå bak denne utviklingen og få en dypere innsikt i deres forklaringer.

3.2 Utvalg

Det lå klare føringer på hva som bestemte utvalget for dette forskningsarbeidet.

Undervisningen på Newton energiom er et tilbud til alle elever på niende trinn i Trondheim kommune og alle elevene skal gjennom det samme programmet i løpet av et todagers besøk. På denne måten var jeg låst til en bestemt populasjon innenfor kommunegrensen, men det var opp til meg å begrense utvalget og bestemme hvilke skoler jeg ville bruke i forskningen. Ønsket var å bruke to ulike skoler for å få en viss variasjon i utvalget. Likevel kunne jeg ikke velge og vrake i skoler. I følge påmeldingslistene skulle bare fem skoler besøke Newtonrommet i løpet av høsten 2009. Dette henger sammen med at hver skole kun kan ha med seg en gruppe på 25 elever av gangen og må derfor ta hele trinnet over en gitt periode. Valgmulighetene mine i forhold til skole ble dermed begrenset og tidsperspektivet var en avgjørende faktor for hvilke skoler jeg hadde tilgang på. Ut av de fem mulige skolene valgte jeg to skoler som skulle besøke rommet forholdsvis sent på høsten. De to valgte skolene, i denne studien kalt Myra skole og Storhaugen skole, lå begge litt utenfor bykjernen.

Da forskningsarbeidet var avklart med rektorene på de to skolene, valgte jeg i samråd med kontaktpersonene hvilke grupper jeg ønsket å følge. Nok en gang var tidspunkt en avgjørende faktor for valget, samtidig som jeg måtte ta hensyn til gruppens tilgjengelighet. Jeg valgte derfor gruppene slik at det ble nesten fire uker mellom de to besøkene. En annen avgjørende

faktor for valget var hvordan gruppen fungerte i klasserommet. Gruppen skulle ha et variert kunnskapsnivå og en forholdsvis jevn kjønnsfordeling, men uten noen spesielle adferdsproblemer. Dermed ble det sentralt å få en anbefaling fra kontaktpersonen eller læreren om hvilken gruppe som ville fungere best.

Jeg endte dermed opp med gruppe M på 18 elever og gruppe S med 25 elever. Fordelingen gutter og jenter var tilnærmet lik, men med et beskjedent flertall av jenter. Utfordringen var å få alle elevene til å gjennomføre pre- og posttest og samtidig besøke Newtonrommet begge dagene. Bare 16 av de 18 på gruppe M og 15 av de 25 på gruppe S gjennomførte hele ”programmet”. Etter at pre- og posttesten var gjennomført, satt jeg dermed igjen med totalt 31 elever som jeg kunne bruke og 62 tester som skulle analyseres. 18 av dem var jenter og 13 var gutter. Dette er ikke et stort utvalg i en kvantitativ sammenheng, men tilstrekkelig i forhold til mitt arbeid. Til intervjuet valgte jeg ut åtte av de 31 elevene. Av dem var to gutter og to jenter fra hver skole. Disse ble valgt ut fra hvordan de hadde gjort det på pre- og posttesten. Det var elever som både hadde prestert bra og elever som ikke hadde prestert like bra, men som til gjengjeld hadde en positiv og god utvikling. I tillegg forhørte jeg meg med læreren om hvordan de kommuniserte og fungerte i en dialog.

3.2.1 Strategisk utvalg

Utvalget i dette forskningsarbeidet var ikke tilfeldig valgt. Jeg hadde ingen geografiske begrensninger, men tidsperspektivet var en avgjørende faktor både for valg av skole og grupper. I løpet av skoleåret 2009-2010 skulle alle elever på niende trinn i Trondheim kommune besøke Newtonrommet og jeg måtte forholde meg til de som skulle besøke rommet i perioden november-desember 2009. Dette begrenset utvalget. I valget av grupper satt jeg i tillegg noen kriterier i forhold til kjønns sammensetning, ferdighetsnivå og sosiale ferdigheter. Her var derfor faglærer en viktig samarbeidspartner og bidragsyter, og jeg fikk klare anbefalinger om hvilke grupper jeg burde velge. Man kan derfor si at utvalget er strategisk i forhold til undersøkelsens problemstilling og rammer. Jeg har valgt de informantene som er tilgjengelige og som passer best til min studie. En slik strategi kalles gjerne for *tilgjengelighetsutvalg* eller *convenience sample* (Robson, 2002; Thagaard, 2009). Underveis fikk informantene et elevnummer, som for eksempel S1 eller M2. Disse skulle de bruke på begge testene. Dette for at jeg skulle sammenligne de to besvarelsene. Likevel vil jeg ikke referere til disse elevnumrene i elevsitater, men bruke fiktive navn på elevene.

3.3 Observasjon som metode

Observasjon kan brukes for å samle inn data fra forskningsfeltet og blir ofte benyttet sammen med andre innsamlingsstrategier (Postholm, 2005). I dette forskningsarbeidet har jeg derfor brukt observasjon for å få kjennskap til forskningsfeltet. Jeg har observert aktivitetene, oppgavene, elevene og newtonlærerne i sin naturlige setting på Newton energirom. På den måten har jeg fått kjennskap til det som inngår i undervisningen og kan bruke dette for å sette rammene rundt undersøkelsen. Jeg har vært delvis deltakende i observasjonen og vært tilgjengelig for spørsmål fra elevene. Dette for å komme nærmere inn på elevene og utfordre dem til å reflektere over de erfaringene og opplevelsene har gjort seg underveis.

Observasjonen har også dannet et utgangspunkt for ulike spørsmål som jeg ønsket å stille informantene i spørreskjemaet og intervjuene. Det er derfor viktig å starte med et bredt fokus i starten av observasjonsperioden, og spisse det etter hvert som man får inn informasjon og velger retning på arbeidet (Postholm, 2005).

3.4 Spørreskjema som metode

Hensikten med spørreskjemaet var å kartlegge elevenes kunnskap før og etter besøket. Ønsket var å finne ut hvordan læringen utviklet seg i løpet av besøket, men også å få et bredest mulig bilde av hva elevene kan om energi. Resultatene skulle også danne utgangspunkt for intervjuene og det jeg ønsket å få en dypere innsikt i. Jeg utviklet to tilnærmet identiske faglige prøver; en pretest (vedlegg 1) og en posttest (vedlegg 2). Forskjellen lå i spørsmål knyttet til forventninger om besøket og hvordan disse forventningene ble innfridd. Bortsett fra disse spørsmålene var det to identiske tester. Pretesten skulle gjennomføres før forarbeidet til besøket startet og posttesten etter at besøket var gjennomført. Jeg stilte selv opp i gruppene og organiserte gjennomførelse. Dette for at jeg skulle være tilgjengelig for spørsmål og for å kontrollere at ting gikk riktig for seg.

3.4.1 Utforming av spørreskjema

For at jeg skulle kunne sammenligne resultatene fra pre- og posttesten, var det nødvendig at de samme spørsmålene ble stilt i begge testene. En standardisering av testene med faste spørsmål og svaralternativer er viktig for å kunne undersøke ulikheter og variasjoner (Johannessen et al, 2005). Likevel valgte jeg å bruke et spørreskjema med et flertall av åpne spørsmål i undersøkelsen. Det vil si at det var de samme og faste spørsmålene i begge testene,

men svaralternativene varierte mellom å være åpne eller faste. Åpne spørsmål kan gi en dypere og mer kvalitativ informasjon enn lukkede spørsmål (Ringdal, 2007). Dette medfører at analysearbeidet blir mer krevende, men det får elevene til å sette i gang en tankeprosess og bruke egne ord i besvarelsen, noe som kunne bli et godt utgangspunkt for diskusjon i intervjuene.

I mitt tilfelle var ønsket å undersøke forståelsen av de mest sentrale begrepene i forhold til energi fra undervisningen på Newton energirom. Det ble derfor viktig å begrense innholdet i testen, både med tanke på elevene som skulle gjennomføre testen, men også i forhold til lærerne som ikke ønsker å miste for mye av undervisningstiden sin. Med bakgrunn i problemstillingen, satte jeg opp en liste med spørsmål som jeg ønsket å få svar på. Til grunn for disse spørsmålene lå utvalgte kompetansemål for naturfag etter 10. trinn i læreplanen, observasjon fra undervisning på Newton energirom, teori i ulike lærebøker fra 8. trinn til første års videregående og diverse nettressurser. I samtale med veileder ble de spørsmålene vi følte var viktigst, plukket ut fra denne listen og utviklet videre.

Utfordringen er ifølge Ringdal (2007) å tilpasse spørsmålene etter målgruppen og ikke overvurdere elevenes kunnskapsnivå (Ringdal, 2007). I og med at dette er et tema elevene hadde lite kjennskap til på forhånd, var det vanskelig å vite hvor man skulle legge lista i forhold til pretesten. Spørsmålene må derfor være så konkrete som mulig for at de ikke skal kunne mistolkes. Samtidig må de også kunne gi relevant kunnskap i forhold til problemstilling og forskningsspørsmål (Johannessen et al, 2005). Å stille spørsmål som tar motet fra elevene er ikke ønskelig, men samtidig skal de ikke være for enkel. En blanding av åpne og lukkede spørsmål kan derfor gi elevene ulike utfordringer. Med åpne spørsmål får elevene en utfordring med å sette egne ord på besvarelsen. Dette kan være meget krevende for elevene dersom man ikke er kjent med temaet eller har vansker med å uttrykke seg verbalt. Det gir meg likevel en mulighet til å få inn informasjon om hvordan elevene tenker. Med faste svaralternativer får elevene en utfordring med å resonere seg frem til et eller flere av alternativene. Dette kan være enklere enn å begynne med blanke ark, men det gir også elevene muligheten til å krysse tilfeldig dersom de er usikre. Å lage gode og troverdige svaralternativer skulle vise seg å være veldig vanskelig.

Det første utkastet av spørreskjemaet gikk gjennom flere runder med evaluering, før en pilottest ble prøvd ut på tre elever fra en besøksgruppe tidligere på høsten. Elevene gjennomførte pilottesten og etterpå fikk de komme med sine synspunkter. Vi diskuterte ulike elementer og mulige svakheter med testen. Dette ble det tatt hensyn til i de videre utbedringene av spørreskjemaet. Prosessen fra en liste med spørsmål til en ferdig pre- og posttest har med andre ord vært lang og krevende.

Spørreskjemaet del for del

I den følgende gjennomgangen av spørreskjemaet, viser jeg til pre- og posttesten som er vedlagt i vedlegg 1 og 2.

Spørreskjemaets førsteside gir eleven en kort informasjon om Newton energirom og det forskningsprosjektet de skal være en del av. For å gjøre besvarelsen anonym valgte jeg å la elevene bruke et elevnummer som de fikk utdelt av læreren sin. Dette nummeret skulle de bruke på begge testene, slik at jeg kunne sammenligne posttesten med pretesten fra samme elev. I tillegg skulle de krysse av om de var gutt eller jente. For å vite om de har vært igjennom hele programmet i forbindelse med besøket på Newtonrommet, skulle de også krysse av hvilke dager de har deltatt på Newtonrommet. Alt dette er informasjon som jeg bruker for å sikre utvalget mitt. Ønsket var at elevene skulle ha deltatt på hele opplegget i forbindelse med besøket på Newtonrommet og jeg skulle ha muligheten til å sammenligne resultatene. Derfor måtte dette dokumenteres i de to testene.

Videre delte jeg spørreskjemaet inn i ulike deler. Pretesten var inndelt i fem deler, mens posttesten var delt i seks. Hver del hadde et eller flere spørsmål innenfor samme tema. Den første delen omhandlet forventninger til besøket (pretest) eller hvordan besøket svarte til forventningene (posttest). I del to skulle elevene greie ut om energi og definere begrepet. Del tre handlet om energikilder og energiformer. Den fjerde delen tok for seg omforming av energi og hvordan vi kan få elektrisk energi ut av vannkraft og fossilt brensel. I del fem avsluttes pretesten med et spørsmål om Norge i forhold til utnytting av fornybar energi. Posttesten har i tillegg en del seks der elevene skal forklare hva de har lært disse dagene ved Newton energirom. Jeg følte at dette var en naturlig oppbygging av spørreskjemaet og det ga meg en bred informasjon i forhold til energibegrepet.

3.4.2 Gjennomføringen av spørreskjemaet

Det var planlagt å sette av 20-30 minutter til gjennomføringen, men jeg fikk ekstra tid av lærerne dersom det var behov for det. Innsamlingen av data fra spørreskjema ble gjennomført i fire runder. På Myra skole gjennomførte jeg pretesten i slutten av oktober og posttesten i slutten av november. På Storhaugen skole ble pretesten gjennomført i begynnelsen av november og posttesten i midten av desember. Det ble dermed omtrent en måned mellom gjennomføringen av pre- og posttest på begge skolene. Begge posttestene ble også gjennomført i underkant av to uker etter besøket.

3.5 Intervju som metode

Sammen med spørreundersøkelsen har jeg brukt intervju som metode for datainnsamlingen. Hensikten med spørreundersøkelsen var å få et bilde av elevenes utvikling i forhold til læringsutbyttet ved å sammenligne resultatene i pre- og posttesten. I intervjuene var formålet å undersøke hva som lå bak denne utviklingen og få en dypere innsikt i elevenes erfaringer og opplevelser fra besøket. I den sammenheng er det viktig å få inn mye informasjon om få enheter (Thagaard, 2009). Ifølge Postholm (2005) er språket og samtalen et viktig hjelpemiddel for å få en forståelse av andres bevissthet (Postholm, 2005). I intervjuet fikk informanten muligheten til å utdype og forklare nærmere de områdene jeg følte var interessant å gå videre med fra spørreskjemaet. Samtidig hadde jeg muligheten til å følge opp annen informasjon som skulle dukke opp underveis. Jeg kunne dermed se den enkelte elevs erfaringer og opplevelser i sammenheng med gruppenes totale utviklingsbilde.

3.5.1 Ulike former for intervju

Totalt har jeg intervjuet åtte av de 31 informantene som har gjennomført hele programmet. Med en lik fordeling av gutter og jenter, intervjuet jeg fire av dem personlig en og en, og fire i grupper på to. Med bakgrunn i erfaringene fra intervjuene på den første skolen, der jeg intervjuet elevene personlig en og en, bestemte jeg meg for å gjennomføre gruppeintervjuer på den andre skolen. Den største utfordringen fra de personlige intervjuene var at elevene hadde problemer med å huske hva som skjedde og hva de gjorde under besøket på Newton energirom. I tillegg var de veldig nervøse og gav meg korte og lite utdypende svar. Gruppeintervjuene var derfor et forsøk på å få informantene til å føle seg tryggere og samtidig kunne de utdype hverandre i samtalen. Gruppeintervjuer kan i tillegg brukes sammen med

andre datainnsamlingsstrategier for å triangulere og gjøre informasjonen mer troverdig (Postholm, 2005).

Intervjuene mine kan karakteriseres som semi-strukturerte. Det vil si at jeg utarbeidet en intervjuguide (vedlegg 3) som dannet et utgangspunkt for intervjuene. Her var temaene og spørsmålene utformet på forhånd, men rekkefølgen kunne forandres på underveis ettersom hvordan respondenten svarte (Robson, 2002). Det var ikke et bindende oppsett som skulle styre samtalen, men en mal med spørsmål innenfor de ulike temaene jeg ønsket å undersøke nærmere. En slik fleksibilitet gir muligheten til å kunne følge opp svarene med oppfølgingsspørsmål, noe som er viktig i en intervjusituasjon (Postholm, 2005). I tillegg kunne jeg tilpasse spørsmålene underveis ut fra hvordan informantene responderte og hvordan samtalen utviklet seg. Hovedmålet med intervjuet var å undersøke hvilke forestillinger informantene hadde i forhold til begrepet energi og hva som lå til grunn for tankegangen. Det var derfor viktig at jeg ikke var for styrende og at informantene fikk snakke mest mulig upåvirket. Like viktig var det å stille gode oppfølgingsspørsmål for å holde i gang samtalen innenfor de temaene jeg hadde satt meg i intervjuguiden.

3.5.2 Gjennomføringen av intervju

Intervjuene ble gjennomført i midten av februar. Det var ulike faktorer som bestemte dette, men i hovedsak ønsket jeg at elevene skulle få besøket på avstand. På den måten kunne jeg se en mer langsiktig effekt av læringen og elevene kunne støtte seg på de erfaringene de hadde gjort seg i ettertid av besøket. I intervjuene brukte jeg figurer og bilder som var hentet fra spørreskjemaet og elementer fra undervisningen på Newtonrommet. Dette for at elevene skulle få et hjelpemiddel til å huske de ulike aktivitetene fra besøket og for å ha noe konkret å knytte spørsmålene i intervjuene til. I tillegg ga jeg elevene muligheten til å lage et tankekart eller skrive ned notater på ark. For de personlige intervjuene satte jeg en tidsramme på 20-30 minutter og 30-40 minutter på gruppeintervjuene. Jeg tok opp alle intervjuene på lydbånd og opptakene har jeg transkribert fullstendig for videre analyse.

3.6 Databehandling og analyse

I analysearbeidet er det viktig å få en oversikt over den informasjonen som er samlet inn for å kunne redusere og strukturere datamaterialet i forhold til forskningsarbeidet. Ifølge Postholm (2005) starter analysen av data i kvalitativ forskning med det første intervjuet eller den første

observasjonen (Postholm, 2005). Med det mener hun at man allerede fra start av i innsamlingsperioden, begynner å analysere og reflektere over de dataene man får inn. I motsetning til kvalitative metoder, så starter ikke analysen av kvantitative data før alle data er samlet inn (Robson, 2002). I et spørreskjema får man ikke muligheten til å følge opp det elevene svarer underveis. Dermed får man heller ikke gjort seg noen tanker om dataene før spørreskjemaene er ferdig utfylt og klare for behandling.

I dette forskningsarbeidet har jeg innslag av både kvantitativ og kvalitativ analyse. Jeg har forsøkt å få et generelt bilde av kunnskapsnivået hos de to gruppene før og etter besøket. Jeg har også forsøkt å se på hva det er som har forandret seg i forhold til kunnskap. For å få til dette har jeg strukturert og kategorisert datamaterialet

3.6.1 Behandling av data fra spørreskjema

I kvantitative undersøkelser er det vanlig å bruke et dataprogram som for eksempel SPSS til å behandle dataene som er samlet inn (Ringdal, 2007). På grunn av de mange åpne spørsmålene og de kvalitative trekkene ved dette spørreskjemaet, valgte jeg å ikke legge vekt på et slikt dataprogram. I analysearbeidet av spørreskjemaet hadde jeg derfor innslag av både kvantitativ og kvalitativ data. Den kvalitative analysen gikk ut på å kode og klassifisere elevenes svar på de åpne spørsmålene. I den kvantitative analysen har jeg rettet pre- og posttestene og gitt hver elev en poengsum eller en totalscore. Disse poengsummene har jeg ført inn i SPSS for å få et totalbilde av resultatene med gjennomsnittsscore, maks- og minimumsscore og lignende. I tillegg har jeg også brukt disse poengsummene til å sammenligne pre- og posttestene i forhold til læringsutbyttet i de to gruppene.

For å kunne sammenligne resultatene med hverandre var det viktig at alle testene ble rettet under de samme betingelsene. Jeg satt opp en fasit, eller en mal, for rettingen av testene, der jeg definerte hva jeg ville ha svar på og hvordan jeg vektla de ulike oppgavene. Denne malen ble et hjelpemiddel for å sikre at dataene fra alle spørreskjemaene ble behandlet likt. I tillegg har jeg kvalitetssikret rettingen ved å la en ekstern person rette noen stikkprøver. Denne personen var en av Newtonlærerne som dermed hadde kjennskap til temaet. Tabell 1 viser hvor mange poeng elevene kunne oppnå totalt og på hvert spørsmål.

Tabell 1: Poenggivning i retting av spørreskjema

Spørsmål	Maksimal poengscore
1.1	Ingen poenggivning
2.1	5 poeng
2.2	3 poeng
3.1	6 poeng
3.2	3,5 poeng
3.3	5 poeng
3.4	3 poeng
3.5	5 poeng
4.1	6 poeng
4.2	7 poeng
4.3	2,5 poeng
5.1	4 poeng
6.1	Ingen poenggivning
Totalt	50 poeng

Etter å ha rettet pre- og posttestene og gitt elevene en totalscore, har jeg klassifisert de ulike svarene fra de åpne spørsmålene. Dette for å samle grupper av begreper innenfor samme kategori og for å få en oversikt over relevant informasjon. Det var derfor nødvendig å redusere datamengden, og trekke ut det som var relevant for problemstillingen og det videre arbeidet med intervjuguiden.

3.6.2 Behandling av data fra intervju

Jeg har gjennomført en deskriptiv analyse av data fra intervjuene. Det vil si at jeg har strukturert og kategorisert datamaterialet for å gjøre det mer oversiktlig (Postholm, 2005). Dataene fra intervjuene er fullstendig transkribert, men jeg har kodet og kategorisert materialet som omhandler begreper som dekker de samme fenomenene. I følge Postholm (2005) vil analysen påvirkes av de erfaringene som forskeren tar med seg inn i analyseprosessen. Det er derfor viktig å være mest mulig åpen og legge disse perspektivene til side i analysen (Postholm, 2005). Underveis i skriveingen har jeg hentet inn sentrale elementer som underbygger det jeg har diskutert. På den måten har analyseprosessen aldri stoppet opp. Det kan også nevnes at jeg *ikke* har brukt noen digitale systemer eller programmer i analysen av datamaterialet fra intervjuene.

3.7 Undersøkelsens kvalitet

Begrepene reliabilitet, validitet og generaliserbarhet blir ofte diskutert i forhold til et forskningsarbeid. De sier noe om troverdigheten, kvaliteten og overførbarheten på datainnsamlingen som er gjort (Ringdal, 2005). Dette vil jeg i det følgende gjøre rede for.

3.7.1 Reliabilitet og validitet

Reliabiliteten sier noe om påliteligheten av de dataene man har samlet inn. Det omhandler hvilke data som brukes, hvordan de samles inn og bearbeides (Johannessen et al, 2005). I kvantitativ forskning vil det si at dataene skal kunne bekreftes ved å kunne gjenta de samme målingene og få de samme resultatene. Dette byr på utfordringer i forhold til kvalitativ forskning, da man vektlegger mangfoldet i informasjonen og forskerens evne til å analysere (Postholm, 2005). Denne undersøkelsen bygger på en blanding av både kvantitative og kvalitative data. Med det fikk jeg både et helhetlig bilde av læringsutbyttet, men også data som går i dybden i ulike temaer innenfor energibegrepet.

For å sikre kvaliteten på dataene mine, valgte jeg å være til stede under gjennomføringen av pre- og posttestene. Likevel måtte læreren på Myra skole gjennomføre halvparten av posttestene, da noen av elevene ikke var til stede den dagen jeg hadde fått avsatt tid. Jeg måtte dermed stole på at elevene gjennomførte prøven uten noen form for påvirkning. Dette var noe elevene skulle gjennomføre en og en, ikke gjennom samarbeid. Jeg ville derfor være sikker på at alt gikk riktig for seg og at resultatene ikke var påvirket av noen andre. I forhold til intervjuene var det viktig å ikke påvirke elevene ved å stille ledende spørsmål. Det som kommer fram under intervjuet skal være informantens sitt eget og ikke formet av forskeren. Dette var en utfordring og spesielt med lite snakkesalige elevene. Man trengte derfor litt tid på å finne en flyt. Med båndopptaker fikk jeg tatt opp og transkribert nøyaktig det elevene sa. Dette gjorde at jeg ikke kunne påvirke resultatene gjennom å høre eller notere feil underveis. I etterkant har jeg transkriberte intervjuene fullstendig. Lengre tenkepauser har jeg merket med (...) og kortere med ... På den måten fikk jeg merket av der elevene virket usikre. På grunn av at informantene bare var niende klassinger, valgte jeg å ikke dem muligheten til å få lese gjennom transkriberingen.

Når det gjelder behandlingen av data fra spørreskjemaene, ble disse først vurdert ut ifra en fasit og gitt en poengsum, for så å bli plottet inn i dataprogrammet SPSS. For å sikre at denne

rettingen gikk etter riktige normer, fikk jeg en av newtonlærerne til å rette et utvalg stikkprøver. Det viste seg at vi lå omtrent på samme linje, så det ble bare noen små justeringer. Ved å gjennomføre to tilnærmet identiske tester, kunne jeg få et bilde av elevenes læringsutbytte. Den utviklingen elevene har mellom de to testene gir dermed utslag på resultatet og det er dette læringsutbyttet jeg ønsker å måle. Validitet handler om resultatenes gyldighet og troverdighet, og om man måler det man ønsker å måle. (Postholm, 2005). Det sier noe om den innsamlingen og analysen man har gjort er overens med problemstillingen. Det dreier seg om hvorvidt en metode undersøker det den har til hensikt å undersøke (Johannessen et al, 2005). I den forbindelse finnes de ulike teknikker som frembringer troverdigheten i resultatene. Den ene av dem er en triangulering. Det vil si at forskeren bruker ulike metoder som for eksempel spørreskjema og intervju for å bli kjent med felten (Johannessen et al, 2005). Jeg har brukt en slik triangulering for å kvalitetssikre data. Jeg har brukt en kombinasjon av spørreskjema, observasjon og ulike intervjuer. Troverdigheten kan også styrkes ved å la informantene bekrefte transkripsjonen eller ved å la en ekstern person analysere det samme datamaterialet som jeg har gjort (Johannessen et al, 2005).

3.7.2 Generaliserbarhet

Generalisering handler om hvor vidt resultatene er overførbare til andre sammenhenger. I en kvalitativ undersøkelse kan det dreie seg om å etablere nye begreper eller forestillinger som er nyttige i andre sammenhenger. Mens i en kvantitativ undersøkelse handler det om å kunne gjøre en statistisk generalisering fra et utvalg til en annen populasjon (Johannessen et al, 2005). Totalt skal et x antall skoler med x antall elever besøke Newton energirom i løpet av skoleåret. Det sier seg selv at mine to grupper med til sammen 31 elever ikke gir et representativt uttrykk for hele populasjonen. Mine resultater kan dermed ikke brukes som et uttrykk for resten av niende klassingene som har besøkt Newton energirom. Til det er antallet elever for lite, men det gir et uttrykk for dette utvalget som kan være vel så interessant. Likevel kan resultatene gi en indikasjon av læringsutbyttet i den store sammenhengen.

3.7.3 Etske problemstillinger

Denne studien er meldt inn til Norsk samfunnsvitenskapelig datatjeneste (NSD) og jeg har fulgt deres retningslinjer for personvern og databehandling. Etter noe frem og tilbake ble prosjektet godkjent som ikke meldepliktig. I utgangspunktet skulle faglærer få tilgang til elevenes resultater fra pre- og posttesten, men dette måtte jeg endre på for at prosjektet ikke

skulle bli meldepliktig. Problemet var at jeg tidlig hadde sendt ut et informasjonsskriv til elever og foreldre, uten og hentet inn et aktivt ja fra hver enkelt elev. For å slippe å sende ut et nytt skriv for å innhente dette, måtte derfor undersøkelsen være fullstendig anonym. Det vil si at faglærer ikke fikk tilgang til elevenes resultater og jeg fikk ikke tilgang til navnelisten som koblet hver elev til det elevnummeret som ble brukt. Det kunne ikke være noen muligheter for å koble sammen resultatene med elevenes navn. I tillegg skulle ikke lydopptak og transkripsjoner kunne identifisere de elevene og slettes senest ved prosjektslutt. Vedlagt ligger godkjenningen fra NSD (vedlegg 4) og de gitte retningslinjene har jeg opprettholdt i løpet av forskningsperioden. Av hensyn til elevenes og skolenes anonymitet, er derfor alle navn på skoler og elever endret og fiktive i denne rapporten.

Etikk handler i hovedsak om hvordan vi skal behandle hverandre. I forhold til forskning handler det om å ha respekt for den man intervjuer og kunne vurdere risikoen for skade (Johannessen et al, 2005). Det vil si at man må tenke nøye igjennom hvordan man gjennomfører en undersøkelse og man skal vise hensyn til temaer man kanskje ikke burde ta opp. Alle har rett til å bestemme over sin egen deltakelse og muligheten til å trekke seg når de føler for det (Johannessen et al, 2005). Dette ble elevene og foresatte opplyst om i et informasjonsskriv (vedlegg 5) som ble sendt ut til elevene før undersøkelsen tok til. Her fikk de i tillegg informasjon om hva undersøkelsen gikk ut på og at den var fullstendig anonym. Jeg fikk ingen tilbakemeldinger om at noen ville trekke seg og kunne dermed gjennomføre både spørreskjema og intervju som planlagt.

4 Resultater

I det følgende kapittelet vil jeg presentere resultatene fra undersøkelsens pre- og posttest. Presentasjonen vil legge vekt på de resultatene som skiller seg ut og på ulikheter fremfor likheter. Da resultatene fra intervjuene ga meg mye av de samme funnene som i spørreskjemaet, har jeg valgt og *ikke* presentere disse i dette kapittelet. Resultatene fra intervjuet har jeg derimot valgt å bruke for å utdype mine funn i diskusjonen.

4.1 Elevenes forventninger til besøket

Tabell 1 viser hvilke forventninger elevene hadde til besøket på Newton energirom.

Tabell 2: Elevenes forventninger til besøket

Forventninger	Kjønn		Total
	Gutter	Jenter	
Lære mer om energi	2	10	12
Lære om fornybar energi	1	2	3
Lære om ulike energikilder	0	1	1
Lære om energi og strøm	3	1	4
Lære mer om strøm	0	1	1
Lære om eksperimenter	1	0	1
Lære om Newton eller Newtonrommet	1	2	3
At det skal være spennende og utfordrende	1	0	1
Totalt	9	17	26

Ikke alle elevene svarte på dette spørsmål 1.1 i pretesten, men en stor del av de som svarte nevner ordet *å lære* når de forteller om sine forventninger. Det er med andre ord en klar forventning om å lære noe. 12 elever forventer å lære om energi og ti av dem er jenter. Resten forventer å lære om strøm, eksperimenter eller om Newton og Newtonrommet. Eleven som skiller seg ut fra resten, forventer at besøket skal være spennende og utfordrende.

4.2 Elevenes forestillinger om energibegrepet før besøket

Resultatene som følger i avsnitt 4.2, bygger på datamaterialet fra undersøkelsens pretest (vedlegg 1). Denne testen ble gjennomført før elevene startet opp forarbeidet til besøket og resultatene viser dermed hvilke ideer og forestillinger elevene i utgangspunktet hadde om

begrepet energi. Se også tabell 1 på side 28 for å se hvordan de ulike spørsmålene blir vektlagt.

4.2.1 Hva er energi?

Denne delen av spørreskjemaet bestod av et åpent og et lukket spørsmål der elevene skulle forsøke å definere begrepet energi. I det åpne spørsmålet skulle elevene med egne ord forklare hva energi er og hva vi bruker energi til. I det lukkede spørsmålet skulle de krysse av for riktig påstand om energiloven. Tabell 2 viser hvordan elevene har forklart hva energi er i spørsmål 2.1. Ut fra de svarene jeg har fått inn, har jeg vurdert og klassifisert dem i lignende temaer.

Tabell 2: Elevenes forestillinger om energi før besøket (spørsmål 2.1)

Svar	Kjønn		Total
	Gutter	Jenter	
Ingen definisjon	4	7	11
Kraft/krefter	4	3	7
Strøm/elektrisitet	4	5	9
Elektroner, molekyler og atomer	1	2	3
Vind, sol, vann eller olje	0	1	1
Total	13	18	31

Tabellen viser at det er mange som har forsøkt å definere hva energi er i spørsmål 2.1. Likevel har elleve av 31 elever ikke gitt noen forklaring. Tabellen viser også at en forestilling om energi som elektrisitet eller en kraft er de mest vanlige definisjonene. Sju elever forklarte energi som en kraft og ni mente at energi er elektrisitet eller strøm. En elev forklarte at energi er vind, sol, vann og olje, mens tre elever mente energi er ladede elektroner, atomer eller molekyler.

Ingen definisjon

Elleve elever har ikke kommet frem til noen definisjon av energi i besvarelsen. Fire av dem er gutter og sju var jenter. Fem elever er fra Myra skole og seks fra Storhaugen skole. To av elevene leverte blankt, mens resten har forsøkt å forklare hva man kan bruke energi til. Som de to eksemplene under viser, forbinder elevene energi med noe man trenger for å få lys og varme og til å drive elektriske apparater. De bruker begrepet strøm på lik linje med lys og varme og tenker ikke at vi får lys og varme av strøm. Noen nevner også at mennesket er

avhengig av energi for å fungere.

Energi er det vi bruker til å få lys, strøm osv. Vi bruker forskjellige typer energi
– Emma, Myra skole

Energi er noe vi kan bruke til strøm eller varme. Energi trenger ikke bare være i disse formene, men også til energi i mennesker
– Knut, Storhaugen skole

Energi som en kraft

Av de elevene som forklarte energi som en kraft, var fire av dem gutter og tre jenter. Med tanke på skole er det en skjeverte fordeling. To av elevene går på Myra skole og fem på Storhaugen skole. Også her trekker elevene frem energi i forbindelse med strøm og elektriske apparater, men også bevegelse blir nevnt.

Energi er kraft, som i bevegelse og strøm.
– Kjetil, Myra skole

Energi er en form for kraft som endrer seg hele tiden. Energi kan brukes til alt fra å drive en liten maskin, til å få mennesker ut i verdensrommet.
– Jørgen, Storhaugen skole

Energi som strøm eller elektrisitet

Dette er den mest brukte forklaringen på spørsmålet om hva energi er. Ni av 31 elever forklarte energi som elektrisitet eller strøm før besøket på Newton energiroom. De mener altså at energi er strøm eller elektrisitet, og ikke at strøm er energi. Fem av disse kommer fra Myra skole og fire fra Storhaugen skole. Fem av dem er jenter og fire er gutter. I tillegg forklarte elevene energi også her som noe vi bruker for å få varme og drive elektriske apparater.

Energi er strøm. Vi kan bruke strøm til oppvarming, lys, matlaging, varmt vann vaskemaskin, oppvaskmaskin osv.
– Bodil, Myra skole

Energi er strøm. Du kan bruke det til varme osv.
– Elisabet, Storhaugen skole

Energi er elektrisitet, varme. Vi bruker det til varme og elektriske apparater.
– Tor, Myra skole

Alternative svar

En jente fra Myra skole mente at energi er vind, sol, vann og olje. Tre elever mente at energi er ladete elektroner, molekyler eller atomer. Av disse var en gutt og to jenter, og alle kom fra Myra skole. Som vi ser i eksempelet på neste side forbinder også disse elevene energi med strøm og noe som driver elektriske apparater.

Energi er elektroner som lager strøm. Energi kan vi bruke som strøm for å få apparater til å gå.
– Karina, Myra skole

Hvordan definerer elevene energiloven?

Energiloven er en viktig del av definisjonen av begrepet energi. På spørsmål 2.2 i spørreskjemaet skulle elevene krysse av for den påstanden eller de påstandene de mente var riktig i forhold til energiloven. Alternativ to som er riktig besvarelse ga tre poeng. Hvis eleven hadde krysset av to alternativer, ga dette ett poeng dersom det ene alternativet var riktig. En helgardering av alle tre alternativene ga null poeng. Tabell 3 viser hvordan elevene definerer energiloven på spørsmål 2.2.

Tabell 3: Resultater spørsmål 2.2

		Kjønn		Total
		Gutt	Jente	
Poeng	0 p	1	6	7
	1 p	1	1	2
	3 p	11	11	22
Total		13	18	31

Tabellen viser at en stor del av elevene har definert energiloven rett. Hele 22 av 31 elever mente at alternativ to er den riktige påstanden. Kjønnfordelingen er helt lik med 11 gutter og 11 jenter. Sju elever, en gutt og seks jenter, har svart feil og to elever har fått delvis rett på oppgaven. Av de som svarte feil på oppgavene mente fire at alternativ én; *energi kan forsvinne og komme tilbake igjen som en annen energiform, den må bare lades opp igjen*, er den riktige påstanden. Mens to mente at alternativ tre; *jo mer energi vi bruker, jo mindre blir det igjen til etterkommerne våre*, var riktig. Tre elever krysset av flere alternativer. To av disse krysset av alternativ én i tillegg til alternativet to. Mens en elev helgarderte seg og markerte alle tre alternativene.

4.2.2 Oppsummering hva er energi

Gjennomsnittet på denne delen av spørreskjemaet var 3,5 poeng av åtte mulige, guttene 4,0 p og jentene 3,2 p. Selv om det er ulike forklaringer på hva energi er, så forbinder en stor del av elevene energi med strøm og elektrisitet. Ikke alle definerer energi som strøm eller elektrisitet, men mange mener likevel at energi er det man trenger for å få varme og drive elektriske

apparater. Dette viser at forestillingen om energi som strøm eller elektrisitet står sterkt blant elevene, både i forhold til hva energi er og hva vi bruker energi til. Det kan virke som at elevene ikke betrakter energi som en betegnelse, men at energi blir brukt synonymt med elektrisk strøm. I forhold til energiloven så har elevene en god forståelse for hvordan energiloven defineres. Likevel er det noen som har en forestilling om at energi er noe som forsvinner og som kan brukes opp.

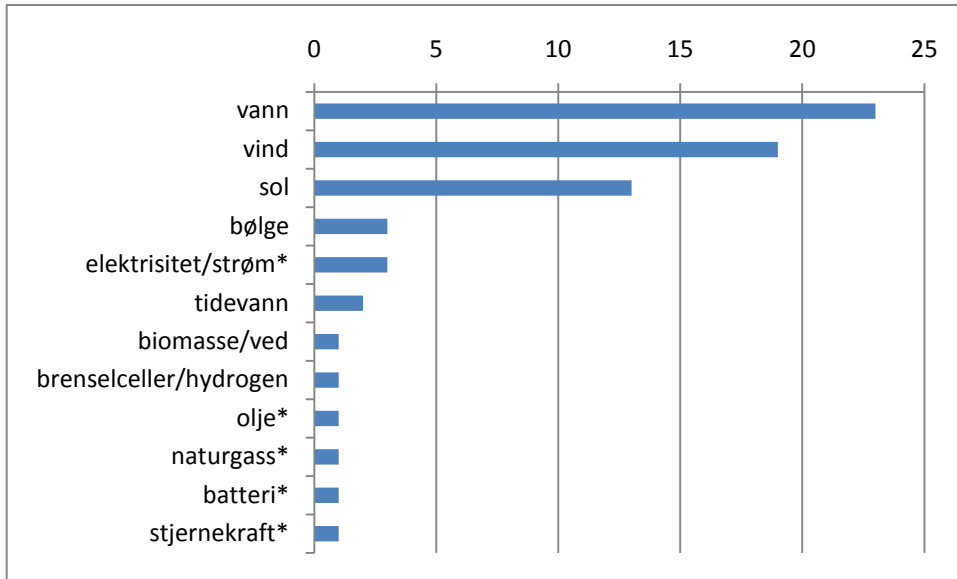
4.2.3 Energikilder og energiformer

I del tre av spørreskjemaet skulle elevene vise forståelse for ulike energikilder og energiformene stillingsenergi og bevegelsesenergi. Denne delen besto av fem ulike oppgaver, der to av dem var lukkede avkrysningsoppgaver. Maksimal poengsum på disse fem oppgavene var 22,5 poeng.

Fornybare og ikke-fornybare energikilder

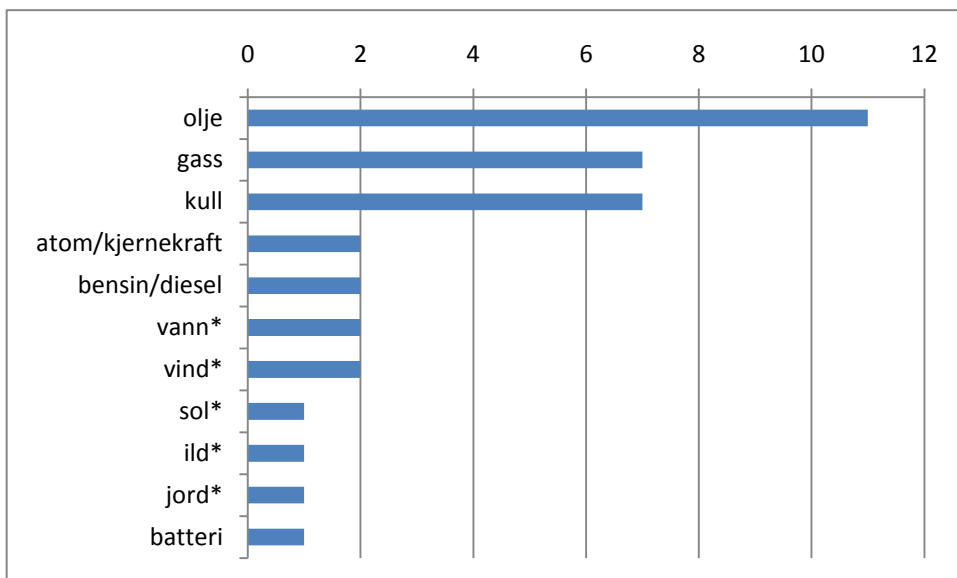
I oppgave 3.1 om energikilder skulle elevene nevne så mange energikilder de kunne komme på og sortere dem i fornybare og ikke-fornybare energikilder. For hver energikilde som var riktig nevnt fikk de ett poeng og totalt kunne de oppnå seks poeng på denne oppgaven. I utgangspunktet var jeg på utkikk etter de fornybare kildene sol, vind og vann, og de fossile energikildene olje, gass og kull. Andre nevnte energikilder har derimot også gitt poeng. Tabell 4 viser hvordan elevene har scoret på denne oppgave 3.1.

Den gjennomsnittlige poengsummen på oppgave 3.1 er på 2,7 poeng, noe som er rett under middels. Resultatene viser at over halvparten av elevene, med et flertall gutter, ikke nevner mer enn to riktige energikilder i pretesten. Sju av disse elevene har ikke nevnt noen riktige kilder i det hele tatt. Elleve av 18 jenter nevnte tre eller flere energikilder og fem av disse nevnte minst seks. I motsetning klarte bare tre av 13 gutter å nevne flere enn to riktige energikilder. Sammenligner man skolene, så scorer Myra skole noe bedre enn Storhaugen. På Myra skole nevner ni av de 16 elevene minst fire energikilder, mens på Storhaugen er antallet fire av 15. Antall elever uten noen riktige er derimot noe jevner med tre på Myra og fire på Storhaugen. Figur 2 viser hvilke energikilder som ble nevnt i denne oppgaven.



Figur 2: Resultater fornybare energikilder (* går ikke under kategorien fornybare energikilder)

Som vi ser av figuren har elevene nevnt enkelte ikke-fornybare energikilder og andre ”kilder” som ikke hører hjemme i kategorien fornybare energikilder. Figuren viser også at mange av elevene allerede har en forestilling om at vann (23 elever) og vind (19 elever) er fornybare energikilder. Av de totalt 31 elevene er det bare 13 som nevner solen som energikilde. Figur 3 viser hvordan elevene svarte på ikke-fornybare energikilder.



Figur 3: Resultater ikke-fornybare energikilder (* går ikke under kategorien ikke-fornybare energikilder)

Som vi ser er olje den mest utpregede forestillingen og er nevnt av elleve elever. Deretter følger gass og kull med sju. Resultatene er noe dårligere enn på fornybare energikilder og det

er spesielt å se at de tre ”store” fornybare energikildene; vind, vann og sol, blir nevnt som ikke-fornybare. Likevel er det veldig få elever som nevner disse og totalt sett kan det virke som at elevene er mer usikre på ikke-fornybare energikilder enn fornybare.

I oppgave 3.2 skulle elevene krysse av for om påstandene var riktige eller ikke. Den lukkede oppgaven inneholdt sju påstander der elevene kunne få ett halvt poeng for hver riktig avkrysning og totalt 3,5 poeng. Elevene hadde også muligheten til å svare *vet ikke*. Tabell 5 viser hvordan elevene svarte på de ulike påstandene i spørsmål 3.2.

Tabell 5: Resultater spørsmål 3.2 (riktig svar uthevet i grått)

Påstand	Svar			Total
	Riktig	Galt	Vet ikke	
1) Det finnes så store mengder av ikke-fornybare energikilder at de aldri vil gå tomme	6	19	6	31
2) Fornybare energikilder inngår i et naturlig energikretsløp som gjør at energikilden fornyes i samme takt som vi bruker av dem	23	4	4	31
3) Olje regnes som en fornybar energikilde siden den stadig dannes av døde dyr og planter	4	18	9	31
4) Vannenergi er en fornybar energikilde som utnytter vannets kretsløp	26	3	2	31
5) Sola regnes som en ikke-fornybar energikilde siden den vil slutte å lyse om 4,5 milliarder år	4	25	2	31
6) Vind er en ikke-fornybar energikilde siden den forsvinner på vindstille dager	3	23	5	31
7) Olje og gass er ikke-fornybare energikilder som ble dannet for millioner av år siden og som en dag vil ta slutt	24	4	3	31

Tabellen viser at elevene svarer mye riktig, men vi kan se at påstand 1 og 3 skiller seg litt ut. På påstand 1 har seks av elevene en forestilling om at det finnes så store mengder ikke-fornybare energikilder at de aldri vil gå tomme. Seks elever er usikre og svarer *vet ikke*. På påstand 3 er elevene mer usikre og ni har svart *vet ikke*, mens fire elever har en forestilling om at olje regnes som fornybar energikilde. Resultatene viser også at alle elevene hadde minst to riktige påstander og hele 21 elever hadde fem eller flere riktige. Totalt ligger gjennomsnittet på 2,5 poeng, der jentene viser seg å være sterkest med et gjennomsnitt på 5,4 riktige avkryssninger mot guttenes 4,8. Med sju som maks antall riktige, må man dermed kunne si at resultatene på denne oppgaven er forholdsvis gode.

Stillingsenergi og bevegelsesenergi

Det var tre oppgaver som omhandlet stillingsenergi og bevegelsesenergi i spørreskjemaet. I spørsmål 3.3 skulle elevene definere og forklare de to energiformene. Videre skulle de to følgende spørsmålene (3.4 og 3.5) underbygge det elevene svarte i spørsmål 3.3. Tabell 6 viser hvordan elevene har forklart forskjellen mellom stillingsenergi og bevegelsesenergi i spørsmål 3.3. Som i oppgaven med definisjonen av energi, har jeg også her vurdert svarene og klassifisert dem ut fra lignende temaer.

Tabell 6: Hvordan forklarer elevene forskjellen mellom stillings- og bevegelsesenergi (spørsmål 3.3)

		Kjønn		Total
		Gutt	Jente	
Svar	Ingen forklaring	6	10	16
	Stillingsenergi gjør at noe står stille/i ro. Bevegelsesenergi gjør at noe beveger seg	4	5	9
	Stillingsenergi holder noe på plass Bevegelsesenergi holder/setter noe i bevegelse	1	1	2
	Forklaring som ikke gir mening	2	2	4
Total		13	18	31

Tabellen viser at omtrent halvparten av elevene valgte og ikke gi noen forklaring på dette spørsmålet og fire elever har avgitt en forklaring som ikke gir noen mening. De som har forsøkt seg på en forklaring har en forestilling om at bevegelsesenergi har noe med bevegelse å gjøre. I forklaringen av stillingsenergi er det to typer forklaring som skiller seg ut. Den mest brukte forklaringen, bygger på en forestilling om stillingsenergi som energien i noe som er i ro eller står stille. Den andre typen forklaring er noe mer omfattende og forklarer stillingsenergi som det som holder noe på plass, enten på eller over bakken.

Ingen forklaring og ingen mening

Kjønnfordelingen er forholdsvis likt fordelt innenfor disse to kategoriene, men i forhold til fordeling av skoler så skiller Myra skole seg klart ut. Hele 12 av totalt 16 elever fra Myra skole valgte å ikke gi noen forklaring, mens på Storhaugen skole var det bare fire elever som lever uten noen forklaring. Jevnere er det på forklaringer som ikke gir mening. Der har skolene to elever hver. Likevel viser dette at Myra skole totalt sett kommer dårlig ut på dette spørsmålet.

Stillingsenergi som noe som står stille og bevegelse som noe i bevegelse

Fire gutter og fem jenter har skrevet en forklaring innenfor denne kategorien. Dermed er dette den vanligste forestillingen. Sju av elevene kommer fra Storhaugen skole og to fra Myra skole. De følgende eksemplene viser noen utvalgte svar.

Stillingsenergi er noe som står stille. Bevegelsesenergi er noe som er i bevegelse.

– Arne, Myra skole

Forskjellen på stillingsenergi og bevegelsesenergi er at bevegelsesenergi driver noe rundt slik at den lager energi og stillingsenergi står stille og tar imot energi.

– Knut, Storhaugen skole

Stillingsenergi er energi mellom noe som står i ro. Som f.eks energi mellom et skap og en stol.

Bevegelsesenergi er energien til noe i bevegelse, som et fly.

– Kristine, Storhaugen skole

Stillingsenergi er den energien som gjør at noe står stilt. Som for eksempel et bilde på en vegg. Den stillingsenergien overføres til bevegelsesenergi når bildet faller ned. Når bildet ligger stille på gulvet har det stillingsenergi igjen.

– Sara, Storhaugen skole

Som vi ser av eksemplene så har elevene en forestilling om at stillingsenergi er noe som står stille eller som gjør at noe står i ro. Bevegelsesenergi er noe som er i bevegelse eller energien til noe som beveger seg. Det var også noen som forsøkte å utdype dette gjennom å trekke inn eksempler. I det tredje eksempelet mente Kristine at stillingsenergi var energien mellom noe, for eksempel mellom et skap og en stol. Hun har en forestilling om at det er noe som trekker på hverandre, noe som også er sentralt i forklaringen av stillingsenergi. I det siste eksempelet kan vi se hvordan Sara forklarte hvordan energien endrer form når et bilde på veggen faller ned. Hun har altså en forestilling om at bildet enten har stillingsenergi eller bevegelsesenergi, og ikke at bildet kan ha begge energiformene samtidig. Dette gjelder også en stor del av elevene som har svart på dette spørsmålet. De ser ikke den gradvise overgangen mellom stillingsenergi og bevegelsesenergi.

Stillingsenergi holder noe på plass. Bevegelsesenergi holder/setter noe i bevegelse

Det er bare to besvarelser innenfor denne kategorien. En gutt og en jente, begge fra Storhaugen skole. Denne kategorien ligner veldig på de svarene som kom frem i kategorien over, men jeg har likevel valgt å behandle dem hver for seg. Jeg mener at disse to besvarelsene skiller seg ut i forhold til de fire over. De forklarte stillingsenergi som noe som holder noe på plass eller som noe som blir utsatt for energi uten at det rører på deg. Med det mener jeg elevene nærmer seg å bruke kraftbegrepet i sin forklaring av energiformene

Stillingsenergi er noe som er utsatt for energi men som er stille likevel. F.eks. et bilde på veggen.
Bevegelsesenergi er energi som brukes til å få noe i bevegelse.

– Jørgen, Storhaugen skole

Stillingsenergi holder ting på plass, men bevegelsesenergi holder ting i bevegelse.

– Tone, Storhaugen skole

Stillingsenergi eller bevegelsesenergi?

Spørsmål 3.4 var et lukket spørsmål der elevene skulle krysse av riktig svaralternativ på spørsmål om stillingsenergi og bevegelsesenergi. De fikk et halvt poeng for hvert riktig svar og totalt kunne de oppnå tre poeng på oppgaven. Spørsmål 3.5 var en liknende oppgave, men her skulle elevene skrive ned svaret med egne ord. I tillegg til å skille mellom stillingsenergi og bevegelsesenergi, skulle de også oppgi hvilke faktorer som påvirker energien til en kule langs en illustrert bane. Totalt var spørsmål 3.5 verdsatt til fem poeng.

Tabell 7: Resultater spørsmål 3.4 (riktig svar er uthevet i grått)

Stillings- eller bevegelsesenergi?	Svar				Total
	S-energi	B-energi	Begge	Vet ikke	
1) En syklist i fart i bunnen av bakken har...	5	22	1	3	31
2) Vannet som er demt opp i en innsjø har...	19	8	0	4	31
3) En ball som holdes i ro 1 meter over bakken har...	23	5	1	2	31
4) Energien i oljen under havbunnen ligger lagret som...	18	9	0	4	31
5) En stein som ruller nedover midt opp i en fjellside har...	6	22	0	3	31

Tabell 7 viser at så mange som 21 elever hadde minst tre riktige på spørsmål 3.4, men ingen oppnådde full score. Ingen av elevene valgte å krysse av at en stein som ruller midt opp i en fjellside både har stillings- og bevegelsesenergi, men 22 av elevene hadde en forestilling om at steinen bare hadde bevegelsesenergi. Resultatene viser også at elevene synes det var vanskelig å definere hvilken energiform energien som ligger lagret i en innsjø eller i olje under havbunnen. 12 elever krysset feil eller *vet ikke* på spørsmål i forhold til energien i vannet i en oppdemt innsjø, mens 13 elever gjorde det samme i forhold til energien i olje. Noe av de samme resultatene kom frem på spørsmål 3.5, men her skulle elevene forklare hvordan energien til en kule endret seg gjennom en illustrert bane. I tillegg skulle de forklare hva som er med på å påvirke kulas energi ved starten av banen.

Tabell 8: Resultater spørsmål 3.5 (riktig svar uthevet i grått)

Kulas energiform	Svar			Total
	Stillingsenergi	Bevegelsesenergi	Begge energiformer	
1) Ved start	12	5	1	18
2) Ved målgang	10	8	0	18
3) I loopen	3	10	3	16
	Høyde over bakken	Kulens masse	Tyngdekraften	
4) Påvirkningsfaktorer	0	2	1	3

Tabellen 8 viser at bare 16-18 av 31 elever forsøkte å besvare denne oppgaven og enda mindre oppslutning var det på den siste delen av oppgaven. De elevene som har avgitt svar har en forholdsvis klar forestilling om at kula har stillingsenergi før den dyttes i gang ved starten på kulebanen. Noe mer usikkerhet var det rundt kulens energi ved målgang og elevene var omtrent jevnt fordelt på de to energiformene, men med et klart overtall jenter på stillingsenergi. Når kula kommer til loopen mente ti av elevene at kula hadde bevegelsesenergi og tre mente at den hadde stillingsenergi. Bare tre elever svarte riktig og sa at kula hadde begge energiformene. Oppgavens siste spørsmål har gitt svært dårlige resultater og mange av elevene har ikke svart på oppgaven i det hele tatt. Av de elevene som har forsøkt å svare, men som ikke har fått riktig svar, har elleve av elevene en forestilling om at kulens energi påvirkes av banens form og bratthet.

4.2.4 Oppsummering energikilder og energiformer

Totalt ligger gjennomsnittet på 8,0 poeng av 22,5 mulige i del 3 av spørreskjemaet, der jentene viser seg noe sterkere enn guttene. I forhold til spørsmålene om energikilder viser resultatene at vind, vann og solen er de fornybare energikildene som elevene har best kjennskap til før besøket på Newton energirom. Av de ikke-fornybare er det olje, gass og kull, men her er antallet besvarelser mye lavere enn på de fornybare. Sammen med resultatene fra oppgave 3.2 kan det dermed virke som om elevene er mer usikre på ikke-fornybare energikilder, enn fornybare energikildene.

Resultatene fra spørsmålene om stillingsenergi og bevegelsesenergi viste at halvparten av elevene ikke har gitt noen forklaring på forskjellen mellom de to energiformene. Av de elevene som har gjort et forsøk på å forklare i spørsmål 3.3, er det en klar forestilling om at stillingsenergi er energien i noe som enten er eller holdes i ro og at bevegelsesenergi er

energien i noe som enten er eller settes i bevegelse. De mente at en ting enten er i ro eller i bevegelse og at den da enten har stillingsenergi eller bevegelsesenergi. Bare en elev antydte at det kan være en overgang mellom de to formene og at et legeme kan ha *både* stillingsenergi og bevegelsesenergi. Denne forestillingen forsterkes også på de to andre spørsmålene, men i oppgave 3.5 antydte tre elever at kula kan ha flere energiformer på vei ned kulebanen. Likevel kan det virke som at elevene svarer noe tilfeldig på oppgaven og at de rett og slett ikke vet hva som er riktig.

4.2.5 Energikjeder og energiomdanning

Denne delen av spørreskjemaet var oppdelt i to åpne oppgaver og en lukket avkryssingsoppgave. Temaet var energikjeder og hvordan man kan omforme ulike former energi til elektrisk energi. De to første oppgavene tok for seg energikjeden i forhold til produksjon av elektrisk energi i et vannkraftverk og ved bruk av fossilt brensel. I hver av disse oppgavene var det oppgitt noen sentrale begreper som elevene skulle bruke i besvarelsen. Ut fra hvor riktig forklaringen var, kunne elevene få opp til ett poeng for hvert riktig begrep som ble brukt korrekt. I den tredje oppgaven skulle elevene krysse av om påstandene om generering av elektrisk energi var riktig eller ikke. For hver riktig avkryssning fikk de ett halvt poeng og totalt kunne elevene oppnå 15,5 poeng.

Energikjeden i et vannkraftverk

I oppgave 4.1 skulle elevene forklare energikjeden i et vannkraftverk og hvordan energien i vann kan overføres og omdannes til elektrisk energi. Til hjelp hadde de en figur som viste en oversikt over et vannkraftverk og begrepene turbin, stillingsenergi, vannmagasin, elektrisk energi, generator og bevegelsesenergi.

Elevene oppnådde dårlige resultater på denne oppgaven. Så mange som 22 av elevene (71 %) har enten svart feil eller ikke svart på oppgaven i det hele tatt og bare fem elever har fire poeng eller bedre på oppgaven. I forhold til kjønn så ser vi at det er forholdsvis jevnt i det totale bildet, men i forhold til skole så er det en noe mer variert fordeling. Av de ni elevene som oppnådde poeng på denne oppgaven, var det bare tre av dem som kom fra Myra skole og alle var jenter. Av de seks som kom fra Storhaugen skole var fire av dem gutter. Vi ser dermed at jentene gjorde det noe bedre enn guttene på Myra skole, mens guttene var best på Storhaugen skole. Under vises noen eksempler på hva elevene har svart i oppgave 4.1.

Først renner vannet i turbinen. Så slippes det i vannmagasinet. Etter det kommer det i generatoren og blir omdannet til bevegelsesenergi og stillingsenergi.

– *Ola, Storhaugen skole*

Først fosser vannet i en demning som har bevegelsesenergi ned gjennom et rør og gjennom en turbin. Da får den bevegelsesenergi. Vannet får turbinen til å gå rundt, som får generatoren til å gå rundt og omdanner det til strøm eller også kalt elektrisk energi. Hele dette senteret foregår i et vannmagasin.

– *Ida, Myra skole*

Vannet har mye stillingsenergi og når et rør åpnes vil da vannet renne nedover. I utløpet av røret er det en turbin som blir dratt med av vannet og vil da ha bevegelsesenergi. Turbinen snurrer rundt og vil produsere elektrisk energi som havner i generatoren. Derfra blir energien sendt ut. Vannet vil havne i et vannmagasin.

– *Sara, Storhaugen skole*

Vannet fra et vannmagasin gjør så en turbin snurrer, og da lages det elektrisk energi i generatoren.

– *Viktoria, Myra skole*

Vannet i innsjøen er pakket med stillingsenergi og når det sendes gjennom røret til generatoren blir det bevegelsesenergi. Og den energien utnytter generatoren til å lage elektrisk energi.

– *Jørgen, Storhaugen skole*

Det oppdemte vannet har stillingsenergi, er det kanskje vannmagasinet? Vannet strømmer gjennom røret og inn i turbinen. Deretter går energien i generatoren, som lager elektrisk energi av bevegelsesenergien.

– *Kristine, Storhaugen skole*

Resultatene viser at begrepene turbin, generator, bevegelsesenergi og elektrisk energi, er de begrepene som er mest brukt på en riktig måte i oppgaven. De elevene som har svart på spørsmålet har altså en forestilling om at det er turbinen som fanger opp bevegelsesenergien i vann og at det er turbinen som viderefører denne energien til generatoren. Likevel ser vi av eksemplene over at det er en viss usikkerhet i forhold til turbinen og generatoren. Noen har en forestilling om at vannet går direkte inn i generatoren. Andre mener det er energien i vannet som overføres, men de er usikker på hvordan. Likevel har de fleste en forestilling om at det er generatoren som omdanner bevegelsesenergien til elektrisk energi. I tillegg kan det virke som om noen av elevene er usikre på hvor stillingsenergien ligger lagret, men de har en klar forestilling om at vannet har bevegelsesenergi på vei ned røret.

Omdanning av energien i fossile brensler

Oppgave 4.2 var tilnærmet lik forrige oppgave om vannkraftverket. Elevene hadde begrepene fossilt brensel, turbin, stillingsenergi, vanndamp, elektrisk energi, generator og bevegelsesenergi til hjelp i denne oppgaven, men de hadde ingen figur å støtte seg til. Også oppgave 4.2 er dårlig besvart. Bare to elever har fått noe riktig på denne oppgaven. Begge har en forestilling om at det fossile brenselet forbrennes, men som vi ser i eksemplene under, er de usikker på hvordan resten av omdanningsprosessen foregår. Ettersom en stor del av elevene

ikke har svart på oppgaven i det hele tatt, kan det virke som om det enten var et vanskelig tema eller en vanskelig oppgave. Elevene har i alle fall få forestillinger om hvordan vi kan omdanne energien i fossile brensler til elektrisk energi før besøket på Newtonrommet.

Fossile brensler som olje, gass og kull kan omdannes til elektrisk energi ved å brennes, og bli til varmeenergi. Jeg husker ikke helt hvordan (...)

– *Krstine, Storhaugen skole*

Man kan bruke varme og damp og forbrenning til å lage energi. Men vet ikke hvordan.

– *Jørgen, Storhaugen skole*

Generering av elektrisk energi

Generering av elektrisitet er en viktig del av forståelsen om hvordan vi kan omdanne energi i vann eller fossile brensler til elektrisk energi. I oppgave 4.3 skulle elevene krysse av om de gitte påstandene var riktige eller gale. I tabell 9 kan vi se hvordan elevene gjorde det på denne oppgaven. Det er viktig å merke seg at tabellen *ikke* viser *hva* de har krysset av på påstandene, men den viser om svaret til elevene er *riktig eller galt*.

Tabell 9: Elevenes forestillinger om generering av elektrisk energi (riktig svar uthevet i grått)

Påstand	Svar			Total
	Riktig	Galt	Vet ikke	
1) Generatoren driver turbinen som produserer elektrisk energi	19	6	6	31
2) Generatoren består av magneter som roterer i forhold til en spole	14	9	8	31
3) Generatoren gjør bevegelsesenergi om til elektrisk energi	22	3	6	31
4) Generatoren gjør stillingsenergi om til elektrisk energi	8	15	8	31
5) Generatoren produserer også varmeenergi	14	10	7	31

Som vi ser av tabellen er det spesielt påstand 1 som skiller seg ut. Seks elever har svart riktig og svart at påstanden er gal. 19 av de totalt 31 elevene har altså en forestilling om at det er generatoren som driver turbinen og ikke omvendt. Sikrest er elevene på påstand 3 der 22 av elevene mente at generatoren gjør *bevegelsesenergi* om til elektrisk energi. Denne forestillingen forsterkes ved at 15 av elevene mente at påstand 4 er gal. I tillegg kan vi se at det var en viss usikkerhet i forhold til hva en generator bestod av og om den produserte varmeenergi. Litt over halvparten av elevene har svart feil eller vet ikke på disse to påstandene. Totalt sett viser tabellen at mange har svart riktig på denne oppgaven, men den gjennomsnittlige poengsummen på denne oppgaven er rett under middels. I forhold til skole

og kjønn så er resultatene forholdsvis jevne. Storhaugen skole og guttene finner vi rett over snittet, mens Myra skole og jentene er rett under.

4.2.6 Oppsummering energikjeder og energiomdanning

Totalt fikk elevene et snitt på 2,3 poeng av 15,5 mulig i delen om energiomdanning. Selv om elevene kanskje ikke hadde kunnskaper om dette på forhånd, er det bemerkelsesverdig at så mange elever ikke svarer i det hele tatt på de to oppgavene. Blant de som har svart på disse to oppgavene, kan de virke som om de har en felles forståelse for hvordan energiomdanningen foregår. De fleste deler en forestilling om at det er stillingsenergien man utnytter for å skape bevegelsesenergi til å drive turbinen i energiverket. Likevel er det en viss usikkerhet rundt generatorens funksjon i forhold til turbinen. Dette bekreftes i oppgave 4.3 der det kommer fram at en stor del av elevene tror det er generatoren som driver turbinen og ikke omvendt. De to elevene som har besvart oppgave 4.2 har også en felles forestilling om at det må skje en forbrenning for å kunne utnytte energien i fossilt brensel, men de er veldig usikre på hvordan resten av prosessen skjer.

4.2.7 Energiproduksjon i Norge

På dette spørsmålet skulle elevene forklare hva som gjør at Norge er naturlig egnet for å utnytte vann og vindenergi. Elevene kunne få opp til fire poeng på denne oppgaven. Gjennomsnittet lå på 1,3 poeng og tabellen bekrefter at en stor del av eleven befinner seg på nedre halvdel av poengskalaen. Bare en jente har oppnådd full score, mens ni elever har oppnådd halv score. Det som kom frem i oppgaven var at vi har så stor tilgang på vind og vann, fjell, daler og kyst, og fosser og elver. Få nevner høydeforskjellen i forhold til vannets fallhøyde i et vannkraftverk. Lite skiller de to skolene i poengsum, men jentene virker noe sterkere enn guttene.

4.2.8 Elevenes forestillinger om energi før besøket på Newton energirom

Det var en utfordring å tilpasse testenes kunnskapsnivå i forhold til elevenes kunnskapsnivå før besøket. I etterkant kan det vise seg at noen av oppgavene kanskje ble litt for vanskelig for flere av elevene. Likevel er det utviklingen elevene har fra pre- til posttest som er interessant i denne sammenhengen, ikke hvor bra de scorer på pretesten. Jeg har derfor gjort et forsøkt på å kartlegge elevenes kunnskap og forestillinger i forhold til begrepet energi før besøket. Tabell 10 viser en oversikt over de totale resultatene på pretesten.

Tabell 10: Totale resultater pretest

Poengsum	Myra skole		Storhaugen skole		Total		Total
	Gutter	Jenter	Gutter	Jenter	Gutter	Jenter	
0 → 10	2	2	2	2	4	4	8
10 → 20	2	5	3	4	5	9	14
20 → 30	2	3	2	0	4	3	7
30 → 40	0	0	0	2	0	2	2
40 → 50	0	0	0	0	0	0	0
Total	6	10	7	8	13	18	31
Gjennomsnitt	13,2 p	15,1 p	15,6 p	16,2 p			
Gj.snitt totalt	14,4 p		15,9 p		14,5 p	15,6 p	15,1 p
Min/maks	1 p / 25 p		5 p / 36,5 p		6 p / 29,5 p	1 p / 36,5 p	1 p / 36,5 p

Som vi ser av tabellen ligger det totale gjennomsnittet på 15,1 poeng av 50 mulige poeng. Vi kan se at de fleste elevene plasserer seg mellom 10 og 20 poeng og på den nedre halvdel generelt. Jentene ligger omtrent ett poeng over guttene i snitt og Storhaugen skole står med 1,5 poeng bedre enn Myra skole i snitt. Guttene har en maksscore på 29,5 poeng og jentene noe bedre med 36,5 poeng. Dette er likevel bare de harde fakta som viser det totale bildet av elevenes forestillinger før besøket. Det er like interessant å se hvordan elevene har ordlagt seg og hvilke forestillinger de egentlig sitter inne med.

Det kommer frem ulike forklaringer når elevene skal forklare hva energi er, men resultatene viser at det er en utbredt forestilling om at energi er strøm eller elektrisitet. En annen vanlig forklaring bygger på en forestilling om at energi er en kraft. I tillegg refererer mange av elevene til elektriske apparater når de skal forklare hva vi kan bruke energi til. Når det gjelder energiloven, så har en stor del av elevene en forestilling om at energi verken kan oppstå eller forsvinne. De har også gode kunnskaper i forhold til fornybare energikilder, men virker noe mer usikre på ikke-fornybare energikilder. Når de skal forklare forskjellen mellom stillingsenergi og bevegelsesenergi, så forklarer de stillingsenergi som noe som er i ro og bevegelsesenergi som noe som er i bevegelse. Likevel har halvparten avgitt blank forklaring og bare noen få elever antyder at en ting kan ha både stillingsenergi og bevegelsesenergi. Elevenes forestilling om stillings- og bevegelsesenergi forsterkes også i delen om

energikjeder og energiomdanning. Selv om det var dårlige resultater på disse oppgavene, og da spesielt på den fossile delen, gir de et inntrykk av at noen av elevene har en forestilling om at stillingsenergien ligger lagret i det oppdemte vannet og at det er bevegelsesenergien i vannet som driver turbinen. Likevel er det en usikkerhet rundt generatorens funksjon og hvor i energikjeden denne skal plasseres. De fleste av elevene klarer heller ikke å forklare hvordan vi kan omdanne energien i fossilt brensel til elektrisk energi.

4.3 Elevenes forestillinger om energibegrepet etter besøket

I dette avsnittet presenteres resultatene fra undersøkelsens posttest (vedlegg 2). Denne testen ble gjennomført etter at elevene hadde gjennomført besøket og det påfølgende etterarbeidet. Resultatene viser dermed hvilke ideer og forestillinger elevene satt igjen med etter besøket på Newton energirom.

4.3.1 Hva er energi?

Resultatene fra pretesten viste at en stor del av elevene forbinder energi med elektrisitet og strøm før besøket på Newton energirom. Noen elever hadde en forestilling om at energi er strøm, mens andre forklarer at vi trenger strøm for å drive elektriske apparater. Posttestens resultater viste at det også her ble nevnt ulike forklaringer på hva energi er. Tabell 11 viser hvordan de ulike forklaringene fordelte seg i kategoriske forestillinger.

Tabell 11: Elevenes forestillinger om energi etter besøket

Svar	Kjønn		Total
	Gutter	Jenter	
Ingen definisjon	7	5	12
Arbeid	4	6	10
Kraft/krefter	2	0	2
Strøm/elektrisitet	0	1	1
Elektroner, molekyler og atomer	0	3	3
Vind, sol, vann eller olje	0	1	1
Bevegelse	0	1	1
Mat	0	1	1
Total	13	18	31

Som vi ser av tabellen har 12 av elevene valgt og ikke gi noen forklaring på hva energi er. Det positive er at den vanligste forestillingen er i tråd med den vitenskaplige definisjonen av energi. Ti av elevene hadde en forestilling om at energi er det som skal til for å kunne utføre et arbeid. Det vil si at mange av elevene har lært seg definisjonen av energi i løpet av undervisningsopplegget. I tillegg ser vi at tre elever fortsatt hadde en forestillingen om at energi er elektroner, mens bare to elever mente at energi er en kraft.

Ingen definisjon

Det er noe oppsiktsvekkende at det faktisk er en økning fra pretesten til posttesten i antall elever som ikke har gitt noen forklaring på hva energi er. Pretestens elleve har blitt til 12 elever i posttesten. Det er tilnærmet like mange gutter som jenter og åtte av dem kommer fra Myra skole. Likevel skal det nevnes at bare halvparten av elevene fortsetter trenden fra pretesten. Det vil si at det er seks elever som gjorde et forsøk på å forklare energi i pretesten, men som ikke har gjort det i posttesten. Som i pretesten har noen valgt å forklare hva vi kan bruke energi til og forestillingene er de samme. Som vi ser av eksemplene under, forbinder fortsatt elevene energi med strøm og elektriske apparater.

Energi kan brukes til å drive elektriske apparater.

– *Tor, Myra skole*

Energi kan brukes til strøm og elektrisitet.

– *Elisabet, Storhaugen skole*

Energi som en evne til å utføre et arbeid

Denne forklaringen bygger på lærebokdefinisjonen av energi og var den mest brukte forklaringen av energi i posttesten. I forhold til kjønn er de jevnt fordelt med fire gutter og seks jenter, men i forhold til skole så skiller Storhaugen skole seg ut med sju av elevene. Mange knytter forklaringen mot eksempler på arbeid fra dagliglivet. I disse forklaringene knytter de fortsatt energi til elektrisitet, men noen forklarer også at mennesket trenger energi for å kunne utføre noe.

Energi er det som må til for å utføre et arbeid. Vi har elektrisk energi, varmeenergi, stillingsenergi og bevegelsesenergi. Vi kan bruke energi til å varme opp hus, få biler til å gå og elektriske apparater til å funke og mennesker trenger også energi.

– *Viktoria, Myra skole*

Energi er evnen til å (få i gang noe) utføre et arbeid. Energi kan hjelpe oss med å gjøre ting slik at vi ikke trenger å gjøre det.

– *Tom, Storhaugen skole*

Energi som en kraft eller krefter

Av de sju elevene som forklarte energi som en kraft i pretesten, er det bare to gutter igjen i posttesten. Elevene ser dermed ut til å ha gått bort fra denne forestillingen. Likevel bruker noen av elevene fortsatt begrepet kraft når de skal forklare energi ved hjelp av forestillingen om arbeid. Dette er en positiv utvikling siden kraftbegrepet er en viktig del av energibegrepet. Å si at energi er en kraft forklarer likevel ikke alene hva energi er.

Energi er en kraft og energi kan brukes til å yte et arbeid eller skape bevegelse.
– Jørgen, Storhaugen skole

Energi som elektrisitet

Resultatene viser en stor nedgang i forhold til forestillingen om at energi er strøm i posttesten. Bare en jente fra Storhaugen skole mente fortsatt at energi er strøm. Det kan dermed virke som om elevene har endret forestillingen fra at energi er strøm, til at vi kan få strøm av energi.

Alternative svar

En jente fra Storhaugen skole mente at energi kommer fra sola, vind eller vann. På Myra skole mente en jente at energi er bevegelse som omdannes til strøm og en annen jente forklarer energi som mat. Den sterkeste forestillingen av de fire siste kategoriene er forestillingen om energi som elektroner, molekyler eller atomer. Antall elever som har gitt et svar innenfor denne kategorien er uforandret fra pretesten, men det er bare en elev som holder på forestillingen fra pretesten. To elever har endret til denne forestillingen fra henholdsvis strøm og vann, vind, sol og olje, og to elever går bort fra forestillingen til henholdsvis bevegelse og ingen forklaring.

Energi kan komme i form av mat. Maten omdannes til energi og vi bruker energi når vi rører oss.
– Emma, Myra skole

Energi er bevegelse som omdannes til strøm som brukes til apparater o.l.
– Karina, Myra skole

Energi er ladde elektroner, eller energi er det vi trenger for å bevege oss.
– Ida, Myra skole

Hvordan definerer elevene energiloven etter besøket

I tabell 12 ser vi resultatene fra posttestens oppgave om energiloven. Som vi ser viser den meget gode resultater. I pretesten hadde ni elever svart feil på oppgaven, mens i posttesten

kan vi se at det bare er to elever som har krysset feil påstand. Begge er gutter og kommer fra Myra skole. Det virker dermed som om elevene har blitt sikre på hvordan man definerer energiloven.

Tabell 12: Elevenes forestillinger om energiloven før besøket

Påstand om energiloven	Kjønn		Total
	Gutter	Jenter	
Energi kan forsvinne og komme tilbake igjen som en annen energiform, den må bare lades opp først	1	0	1
Energi kan verken forsvinne eller oppstå av seg selv, den kan bare overføres fra en energiform til en annen	11	18	29
Jo mer energi vi bruker, jo mindre energi blir det igjen til etterkommerne våre	1	0	1
Total	13	18	31

4.3.2 Oppsummering hva er energi

Resultatene fra posttesten viser at elevene har fått en viss endring i forestillingen om hva energi er i løpet av besøket. Gjennomsnittet på del 2 i posttesten ligger på 4,9 poeng av åtte mulige. Det er en økning på 1,4 poeng, der jentene har hatt størst økning. Fortsatt har noen elever en forestilling om at energi er strøm, elektroner eller en kraft, men den vanligste forestillingen bygger på den vitenskapelige definisjonen av energi. Samtidig viser resultatene at 12 elever ikke har gitt noen forklaring på hva energi er og sju av dem er gutter. Tendensen viser at jentene har en større variasjon i hvordan de forklarte energi og at guttene enten forklarte energi riktig eller at de ikke prøvde i det hele tatt. Fremdeles forbinder mange av elevene energi med elektriske apparater når de skal forklare hva vi bruke energi til. Få nevner for eksempel at mennesket trenger energi for å leve. Det kan dermed virke som om det er en klar sammenheng mellom energi og elektrisitet. Energi er det som driver elektriske apparater og som gjør at vi kan få lys og varme. I forhold til hvordan elevene definerer energiloven, så har elevene hatt en god utvikling. Bare to gutter har svart feil på oppgave 2.2, noe som er en nedgang på sju elever fra pretesten.

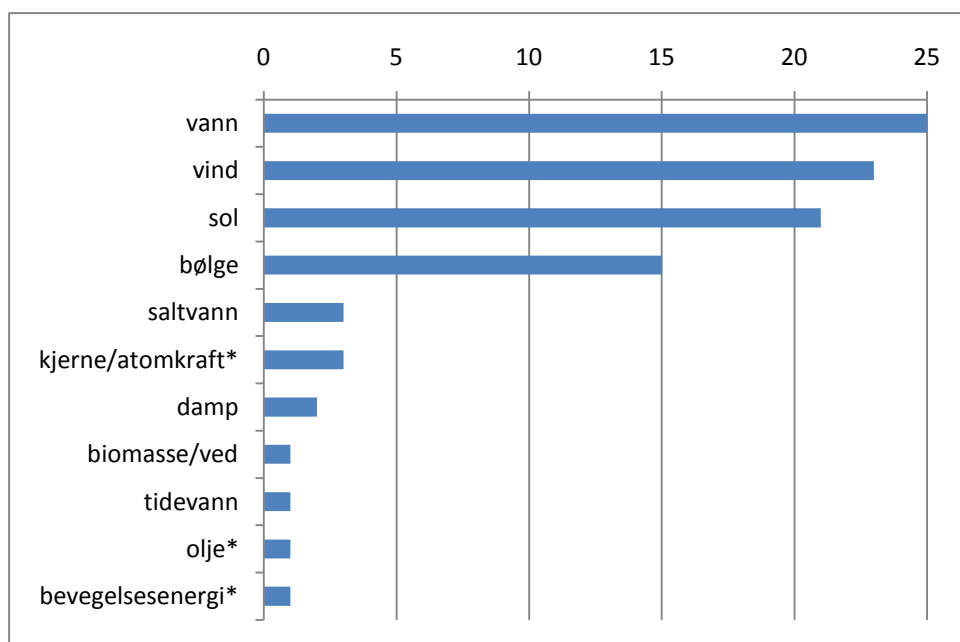
4.3.3 Energikilder og energiformer

Resultatene fra pretesten viste at elevene hadde en bedre kjennskap til de fornybare energikildene enn til de ikke-fornybare før de skulle besøke Newton energirom. De hadde også en klar forestilling om at stillingsenergi er i noe som står stille og bevegelsesenergi i noe som er i bevegelse. Få elever antydte at en ting kan ha både stillings- og bevegelsesenergi. I det følgende skal vi se hvordan elevenes forestillinger om energikilder og energiformer var etter besøket på Newton energirom.

Fornybare og ikke-fornybare energikilder

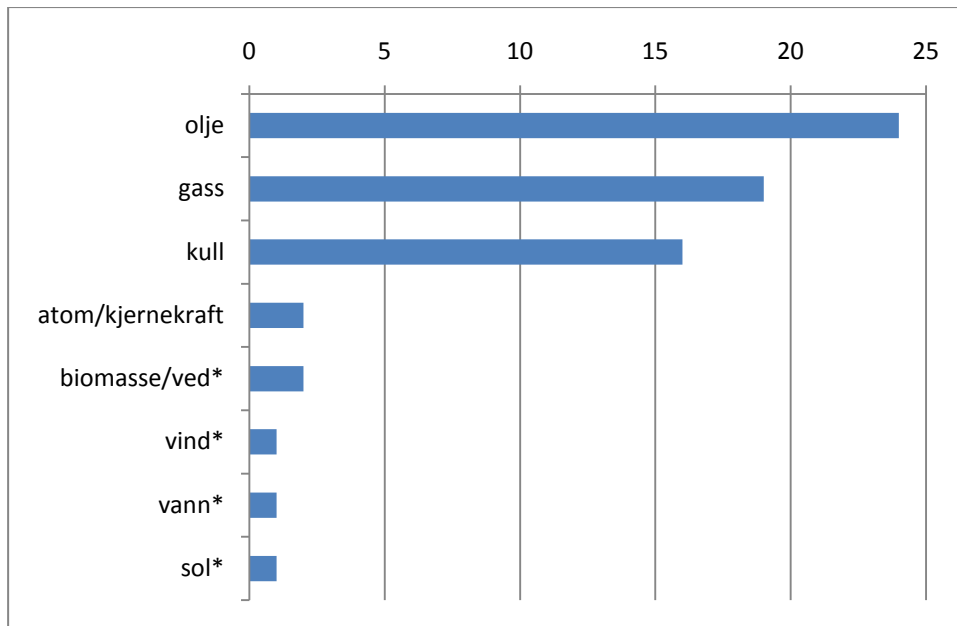
Resultatene viser at over halvparten av elevene har oppnådd full score på oppgaven og bare tre elever har fått null poeng. 24 av de 31 elevene scorer på den øvre halvdel og dette har gjort at gjennomsnittet har steget til 4,4 poeng. Fortsatt er jentene noe sterkere enn guttene, men i forhold til skole har det jevnet seg noe ut. Myra skole har ti elever med full pott og 12 med minst fire riktige energikilder. Storhaugen skole ligger rett bak med sju elever med full score og elleve med minst fire riktige.

Figur 4 viser hvilke energikilder elevene nevnte i oppgave 3.1. Fortsatt ser vi at de blander ikke-fornybare energikilder sammen med fornybare, men vi kan se at de er blitt sikrere på de fornybare energikildene. Vann, vind og sol topper listen, men bølgeenergi har tatt et stort sprang og blir nevnt 15 ganger.



Figur 4: Elevenes svar på fornybare energikilder i posttesten (* går ikke under fornybare energikilder)

Vi kan se i figur 5 at elevene også har blitt sikrere på de ikke-fornybare energikildene. 24 elever nevnte olje som ikke-fornybar energikilde. Rett bak kommer gass med 19 og kull med 16. De to ”store” fossile energikildene olje og gass er dermed de mest kjente ikke-fornybare energikildene, men fortsatt ser vi at noen få elever har en forestilling om at vann, vind og sol er ikke-fornybar energi.



Figur 5: Elevenes svar på ikke-fornybare energikilder (* går ikke under ikke-fornybare energikilder)

I oppgave 3.2 skulle elevene vise at forestillingen fra oppgave 3.1 kunne bygge opp under de riktige påstandene. Tabell 13 på neste side viser hvordan elevene svarte på oppgavens sju påstander om fornybare og ikke-fornybare energikilder.

Tabell 13: Påstander om fornybare og ikke-fornybare energikilder (riktig svar er uthevet med grått)

Påstander	Svar			Total
	Riktig	Galt	Vet ikke	
1) Det finnes så store mengder av ikke fornybare energikilder at de aldri vil gå tomme	7	24	0	31
2) Fornybare energikilder inngår i et naturlig energikretsløp som gjør at energikilden fornyes i samme takt som vi bruker av dem	19	5	7	31
3) Olje regnes som en fornybar energikilde siden den stadig dannes av døde dyr og planter	3	25	3	31
4) Vannenergi er en fornybar energikilde som utnytter vannets kretsløp	27	1	3	31
5) Sola regnes som en ikke-fornybar energikilde siden den vil slutte å lyse om 4,5 milliarder år	3	28	0	31
6) Vind er en ikke-fornybar energikilde siden den forsvinner på vindstille dager	4	25	2	31
7) Olje og gass er ikke-fornybare energikilder som ble dannet for millioner av år siden og som en dag vil ta slutt	28	2	1	31

Som vi ser i tabellen svarer en stor del av elevene riktig på påstandene og man kan se at det bare er påstand 2 som skiller seg noe ut fra de andre. Dette er den eneste påstanden som går ned i antall riktige fra pretesten. Sju elever er usikre på om fornybare energikilder inngår i et naturlig kretsløp og fem har svart at dette er en gal påstand. Ellers er det en generell økning på alle påstandene og det totale gjennomsnittet ligger på 2,9 poeng. Mest sikre er elevene på påstand 5 og 7. Det vil si at 28 elever har en forestilling om at sola er en fornybar energikilde selv om den kan komme til å slutte å lyse om noen milliarder år. 28 elever har også en forestilling om at oljen en dag vil ta slutt og at den dermed er en ikke-fornybar energikilde. Vi ser også at elevene har scoret bedre på påstand 1 og 3 som de var mest usikre på i pretesten. Det tyder på at noen av elevene har endret forestilling i løpet av besøket og vi kan se at de er blitt sikrere på ikke-fornybare energikilder generelt. Det totale snittet for jentene ligger på 6,0 riktige besvarte påstander og guttene har i snitt 5,6 riktige. Det er altså ingen stor forskjell i forhold til kjønn og heller ikke i forhold til skole. Men elevene på Myra skole har en tendens til å svare litt mer *vet ikke* enn de på Storhaugen skole.

Stillingsenergi og bevegelsesenergi

Tabell 14 på neste side viser de fire kategoriene som svarene på oppgave 3.3 er fordelt på. Det som skiller posttesten fra pretesten, er at det var ingen svar i posttesten som ble puttet under

kategorien *forklaring som ikke gir mening*. I tillegg kom det inn en kategori som omhandlet kraftbegrepet eller tyngdekraften og bevegelsesenergi som noe som setter noe i bevegelse.

Tabell 14: Elevenes forestillinger om stillings- og bevegelsesenergi etter besøket

		Kjønn		Total
		Gutt	Jente	
Svar	Ingen forklaring	3	2	5
	Stillingsenergi, noe som står stille/er i ro. Bevegelsesenergi, noe beveger seg/er i fart	7	10	17
	Stillingsenergi påvirkes av en kraft/tyngdekraften. Bevegelsesenergi setter noe i bevegelse	3	2	5
	Stillingsenergi holder noe over bakken Bevegelsesenergi som noe i bevegelse	0	4	4
Total		13	18	31

Resultatene viser at en stor del av de som har svart på oppgaven, har en forestilling om at bevegelsesenergi har med bevegelse å gjøre. Når det gjelder stillingsenergi er forestillingene noe splittet. 17 av 31 elevene mente at stillingsenergi er energien i noe som er i ro eller står stille. Fire elever mente at det er en energi som holder noe over bakken. Mens fem elever hadde en forestilling om at stillingsenergien blir påvirket av en kraft eller tyngdekraften. Fem elever valgte og ikke gi noen forklaring på oppgaven.

Ingen forklaring

Tre gutter og to jenter har ikke gitt noen forklaring på forskjellen mellom stillings- og bevegelsesenergi. Fire er fra Myra skole og en fra Storhaugen skole. Dette er en klar nedgang fra pretestens resultater, der 16 av elevene ikke ga noen forklaring.

Stillingsenergi som noe som står stille og bevegelse som noe i bevegelse

Sju gutter og ti jenter har en forestilling om at stillingsenergi er energien i noe som er i ro eller står stille, og at bevegelsesenergi er energien i noe som er i bevegelse. Ti av dem kommer fra Storhaugen skole og sju fra Myra. Det kan dermed virke som om en del av de 12 elevene som ikke ga noen forklaring på oppgaven i pretesten, har utviklet denne forestillingen i løpet av besøket. Som vi ser i eksemplene under er det en klar forestilling om at bevegelsesenergi er energien i noe som beveger seg. En jente skiller seg ut og mener at det er selve energien som er i bevegelse og ikke at det er tingen som beveger seg på grunn av

energien. I forhold til stillingsenergi er det ulike forestillinger blant elevene innenfor denne kategorien. De fleste er enige i at stillingsenergi har med at noe er i ro eller står stille, men noen mener i tillegg at dette noe kan være i ro over bakken og kan falle ned. Noen av elevene er inne på noe sentralt i forklaringen av stillingsenergi: at en gjenstand har stillingsenergi i forhold til bakken, men de klarer ikke helt å forklare dette. De klarer heller ikke å forklare at en gjenstand både kan ha stillingsenergi og bevegelsesenergi. En av guttene antyder at bevegelsesenergien kan overføres, men ikke til hva:

Stillingsenergi er energien noe har når det står i ro. Bevegelsesenergi er når energien er i bevegelse.

– Ane, Myra skole

Stillingsenergi gjør at noe kan stå i ro uten at den ligger på bakken. Når en gjenstand beveger seg har den bevegelsesenergi.

– Tone, Storhaugen skole

Bevegelsesenergi er energien som er i noe som beveger seg. Stillingsenergi er energien til noe som står stille.

– Tor, Myra skole

Stillingsenergi er den typen energi som er i noe som f.eks. er i ro over bakken og kan dette/falle ned på bakken. Men bevegelsesenergi er den energien som er i noe som beveger seg, den kan også overføres.

– Tom, Storhaugen skole

Stillingsenergi holder noe over bakken og bevegelsesenergi som noe i bevegelse

Fire elever har en forestilling om at stillingsenergi er når noe holdes over bakken.

Bevegelsesenergi mener de er når noe som beveger seg eller faller mot bakken. Alle fire elevene er jenter og tre av dem kommer fra Myra skole.

For eksempel hvis du har en ball i hendene som du løfter opp og holder den der er det stillingsenergi, men hvis du slipper ballen så omdannes den til bevegelsesenergi rett før den treffer gulvet.

– Karina, Myra skole

Stillingsenergi; når du holder ballen over bakken, jo høyere opp jo mer energi. Bevegelsesenergi; når du slipper ballen og den detter mot bakken (med tegning).

– Bodil, Myra skole

Stillingsenergi er når noe er over bakken og har energi fordi den ”holdes igjen” mot tyngdekraften. Bevegelsesenergi er når noe beveger seg.

– Kristine, Storhaugen skole

I undervisningen på Newton energirom blir det brukt en ball brukt som eksempel ved gjennomgang av stillings- og bevegelsesenergi. Som vi ser i eksemplene over, så knytter elevene forestillingene sine til eksempelet med basketballen. Vi kan se at Karina forestiller

seg at stillingsenergien blir omdannet til bevegelsesenergi rett før den treffer bakken. Alle tre forklarer stillingsenergi som når noe som holdes over bakken. Med det nærmer de seg en forestilling om at en gjenstand har stillingsenergi i forhold til bakken. Dette kommer likevel ikke direkte frem i forklaringen, men en av dem forklarer at høyden over bakken påvirker energien til gjenstanden. Det er også interessant å se at jenta fra Storhaugen skole viser til tyngdekraften som en motkraft til det som holdes igjen og at gjenstanden får energi av den grunn.

Stillingsenergi påvirkes av en kraft og bevegelsesenergi setter noe i bevegelse

Ingen av elevene brukte begrepet kraft eller tyngdekraft for å forklare stillings- og bevegelsesenergi i pretesten, men i posttesten har tre gutter og to jenter gjort dette. I tillegg har vi sett i ett av eksemplene over, at tyngdekraften er blitt brukt til å forklare hvordan en ting over bakken kan ha energi. Eksemplene i denne kategorien går et steg videre og bruker begrepet kraft eller tyngdekraft som en påvirkende faktor for stillingsenergien.

Stillingsenergi er energi som trenger en kraft for at energien i det skal utnyttes. Bevegelsesenergi er energi allerede i bevegelse.

– Jørgen, Storhaugen skole

Bevegelsesenergi er energien i noe som beveger seg, mens stillingsenergi er energien i noe som har kraft, men sitter/holdes fast.

– Kjetil, Myra skole

Stillingsenergi er tyngdekraften som presser noe med masse ned mot bakken. Tingen får ikke stillingsenergi før du løfter den opp. Hvis du står oppå et gelender og hopper ned. Da har du først stillingsenergi når du står stille oppå gelenderet. Så får du både stillingsenergi og bevegelsesenergi i svevet. Så når du lander og tar en hodekråke har du bare bevegelsesenergi.

– Sara, Storhaugen skole

Stillingsenergi er når en ting har energi i forhold til bakken. Det som påvirker dette er tyngdekraften, vekt og høyde over bakken. Bevegelsesenergi er energi som har fått fart.

– Viktoria, Myra skole

Som vi ser har elevene også i denne kategorien en forestilling om at bevegelsesenergi er energi som har med bevegelse å gjøre. Når det gjelder stillingsenergi kan vi se at noen har en forestilling om at stillingsenergien er avhengig av en kraft for at energien skal kunne utløses. Andre ser på tyngdekraften som en kraft som trekker på et legeme eller en gjenstand i forhold til bakken og at dette påvirker stillingsenergien. Man kan si at stillingsenergien er avhengig av en kraft, da tyngdekraften er en påvirkende faktor for stillingsenergien. Uten tyngdekraftens tiltrekningskraft ville vi ikke hatt noen stillingsenergi. I det siste eksempelet kan vi se Viktoria forklare at en ting har stillingsenergi i forhold til bakken og hun trekker inn hvilke faktorer

som påvirker stillingsenergien. Hun bommer noe når hun sier at bevegelsesenergi er energi som har fått fart, i stedet for at det er energien *i noe* som er i fart. Men totalt sett har hun en god forestilling om forholdet mellom stillings- og bevegelsesenergi. En av elevene viser også en viss forståelse av at noe både kan ha stillingsenergi og bevegelsesenergi.

Stillingsenergi eller bevegelsesenergi?

Det var gode resultater på denne oppgaven i pretesten, men ingen oppnådde full score.

Resultatene fra posttesten viser en positiv utvikling og 26 av elevene oppnådde minst tre riktige avkryssninger. Ingen elever har fått null poeng på oppgaven og i gjennomsnitt har de 3,3 riktige avkryssninger hver. I tillegg har en jente fra Storhaugen skole oppnådd full score. I tabell 15 kan vi se hvordan svarene har fordelt seg på de ulike spørsmålene.

Tabell 15: Resultater oppgave 3.4 posttest (riktig svar er uthevet i grått)

Stillings- eller bevegelsesenergi?	Svar				Total
	S-energi	B-energi	Begge	Vet ikke	
1) En syklist i fart i bunnen av bakken har...	2	29	0	0	31
2) Vannet som er demt opp i en innsjø har...	23	3	3	2	31
3) En ball som holdes i ro 1 meter over bakken har...	26	4	0	1	31
4) Energien i oljen under havbunnen ligger lagret som...	22	6	1	2	31
5) En stein som ruller nedover midt opp i en fjellside har...	2	27	2	0	31

Som vi ser av tabellen er elevene sikrest på spørsmål 1. Så mange som 29 av 31 elever hadde en forestilling om at en syklist i fart i bunnen av bakken har bevegelsesenergi. Som i pretesten ligger det størst usikkerhet rundt spørsmål 2 og 4. På spørsmål 2 hadde 23 av elevene en forestilling om at vannet i en oppdemt innsjø har stillingsenergi. Tre elever mente vannet har bevegelsesenergi, tre mente det har begge energiformene og to er usikker. I spørsmål 4 så hadde 22 av elevene en forestilling om at energien i oljen under havbunnen ligger lagret som stillingsenergi. Seks mente at oljen har bevegelsesenergi, en elev svarte begge energiformene og to har svart vet ikke på denne oppgaven. Når det gjelder spørsmål 5 hadde 27 elever en forestilling om at en stein har bevegelsesenergi når den ruller ned fjellsiden. Det forsterker dermed inntrykket av at elevene mangler en forståelse for sammenhengen mellom de to energiformene og at en gjenstand både kan ha stillingsenergi og bevegelsesenergi.

I den første aktiviteten på Newton energirom fikk elevene en generell gjennomgang av begrepet energi. Elevene skulle bruke det de lærte for å bygge en kulebane, slik at en klinkekule som skulle rulle nedover banen, overførte mest mulig energi til en melkekartongbil som stod ved enden av banen. Oppgave 3.5 var nært knyttet til denne aktiviteten. Her skulle elevene oppgi hvilken energiform en kule hadde ved tre ulike posisjoner i en vist kulebane. I tillegg skulle de nevne hvilke faktorer som påvirket kulas stillingsenergi ved starten av kulebanen.

Tabell 16: Resultater oppgave 3.5 posttest (riktig svar er uthevet i grått)

Energiform	Svar			Total
	Stillingsenergi	Bevegelsesenergi	Begge energiformer	
1) Ved start	26	1	0	27
2) Ved målgang	0	26	0	26
3) I loopen	6	10	10	26
	Høyde over bakken	Kulens masse	Tyngdekraften	
4) Påvirkningsfaktorer	12	9	9	30

I pretesten kunne vi se at bare 18 elever hadde svart på deler av oppgaven og at resultatet kunne virke noe tilfeldig. I tabell 16 kan vi se at antallet besvarelser har økt til 27 elever og de har en klar forestilling om at kula har stillingsenergi ved start og bevegelsesenergi ved målgang. Noe mer usikker er de på hvilken energiform kula har i loopen. Her mener 16 elever at den har stillingsenergi eller bevegelsesenergi, mens ti elever mener at den har begge formene. Det kan dermed virke som om elevene begynner å få en god forståelse på forskjellen mellom de to energiformene, og flere elever antyder at en gjenstand både kan ha stillings- og bevegelsesenergi. Tabellen viser også en fremgang på det siste spørsmålet i oppgaven og 12 av elevene mener at høyden over bakken er med på å bestemme hvor mye energi kula har ved start. Kulas vekt eller masse og tyngdekraften har blitt nevnt ni ganger hver. Noen av elevene har dermed en viss forestilling om hvilke faktorer som påvirker energien til kula i kulebanen.

4.3.4 Oppsummering energikilder og energiformer

Totalt har elevene et gjennomsnitt på 13,6 poeng av 22,5 mulige i del 3. Dette er en gjennomsnittlig økning på 5,6 poeng fra pretesten. Jentene har gjort det noe bedre enn guttene og ligger i snitt 1,8 poeng over. I forhold til skole så er det jevnt og bare 0,3 poeng skiller

Myra skole fra Storhaugen som er best med 13,8 poeng i snitt. Elevene scorer bra på oppgavene om energikilder, men selv om de viser en positiv utvikling i forhold til ikke-fornybare energikilder, har de fortsatt best kjennskap til de fornybare energikildene. Elevene viser også en positiv utvikling i forhold til energiformer. De fleste har en klar forestilling om at bevegelsesenergi har med bevegelse å gjøre og at det er energien i en gjenstand som er eller settes i bevegelse. Fortsatt forklarer mange stillingsenergi som energien i noe som er i ro. Noen går lenger i forklaringen og forsøker å forklare stillingsenergi som at noe kan være i ro over bakken ved at det holdes fast og at det har energi av den grunn. Andre trekker inn kraftbegrepet, tyngdekraft og forhold til bakken når de skal forklare forskjellen mellom stillingsenergi og bevegelsesenergi. Mange har helt klart utviklet forestillingene sine om stillings- og bevegelsesenergi, men de fleste har enda en grunnleggende forestilling og ser ikke sammenhengen mellom de to energiformene. Forståelsen av den glidende overgangen mellom stillingsenergi og bevegelsesenergi er fortsatt liten.

4.3.5 Energikjeder og energiomdanning

Pretesten var preget av liten oppslutning og dårlige resultater på de to første oppgavene i denne delen. Det kunne dermed bare gå en vei på posttesten.

Energikjeden i et vannkraftverk

Resultatene viser fortsatt at stor del av elevene står med null poeng på oppgave 4.1. Det er positivt at antall elever nesten er halvert fra pretesten, men likevel finner vi flest elever på den nedre halvdelen av poengskalaen. Ti elever hadde fra en til tre riktige, mens de resterende sju hadde fra tre til alle riktige. Av disse hadde en jente full pott. Elevene fordeler seg forholdsvis jevnt både i forhold til skole og kjønn, men Storhaugen skole og jentene synes å ha noe bedre resultater enn Myra skole og guttene på oppgaven.

Som vi ser av eksemplene under så kan det virke som om elevene har en klar forestilling om at det er bevegelsesenergien man utnytter for å produsere elektrisk energi. I tillegg mener de fleste at det oppdemte vannet har stillingsenergi og at det er denne energien som blir gjort om til bevegelsesenergi når vannet settes i bevegelse. Bevegelsesenergi og stillingsenergi er dermed de begrepene som er brukt flest ganger på en riktig måte i oppgaven. Som i pretesten er de mer usikker på forholdet mellom turbinen og generatoren. Noen har en riktig forestilling om at vannet driver turbinen, som videre driver generatoren som omdanner bevegelses-

energien til elektrisk energi. Andre blander sammen turbinen og generatoren, og mener det er turbinen som skaper den elektriske energien eller at vannet går direkte til generatoren.

Elevene har med andre ord en grunnleggende forestilling om energikjeder og hvordan energioverføring foregår. De har også en forholdsvis god forståelse for begrepene, men de blander sammen noen av dem.

Vannet går gjennom et rør til turbinen også til generatoren som overfører strøm til kraftledningene.
– Ola, Storhaugen skole

Vannet fra f.eks en innsjø går gjennom et rør til vannmaskinen og inntil turbinen. Turbinen består av mange magneter som på en måte blir snudd på når vannet kommer. Da produseres det strøm (elektrisitet).
– Tom, Storhaugen skole

Først er vannet samlet i et vannmagasin og er stillingsenergi. Det slippes ned en lang trakt og blir både stillings- og bevegelsesenergi. Det kommer til en generator som gjør det om til elektrisk energi.
– Bodil, Myra skole

Vannet som er demmet opp har stillingsenergi. Når man åpner kanaler (rør) fra vannet og nedover, blir stillingsenergien til bevegelsesenergi. Vannet strømmer inn og gjennom en turbin. Der genererer en generator bevegelsesenergien til elektrisk energi; strøm.
– Kristine, Storhaugen skole

Vannet i et vannmagasin har stillingsenergi og får bevegelsesenergi når det slippes ned i et rør og drar ned til en turbin. I turbinen sendes energien videre til en generator som lager elektrisk strøm.
– Viktoria, Myra skole

Omdanning av energi i fossilt brensel

Oppgave 4.2 var den klart svakest oppgaven i pretesten og bare to elever oppnådde poeng. Resultatene viser at denne trenden fortsetter i posttesten også. 23 elever ikke har oppnådd poeng på oppgave 4.2 i posttesten og 20 av disse har levert blankt. Likevel er det positivt å se at noen elever forsøker og viser utvikling. Fem av elevene har brukt minst tre riktig begreper og tre av dem er gutter.

Som vi ser av eksemplene på neste side, har de fleste av elevene som har svart på oppgaven en klar forestilling om at det må skje en forbrenning av det fossile brenselet for at vi skal kunne utnytte energien. De fleste elevene har skjønt at varmen må utnyttes til for eksempel å varme opp vann til vanndamp. Men hvordan den videre prosessen foregår, er det stor usikkerhet rundt. Noen mener at vanndampen går direkte inn i generatoren, noe vi også så antydning til i oppgave 4.1, mens andre trekker inn turbinen. Under aktivitetene på Newton energirom brukes en dampmaskin og en sterlingmotor som eksempel på forbrenning av fossilt

brensel. Som vi ser i det siste eksempelet har bare én elev brukt dampmaskinen som eksempel i forklaringen. Selv om det ikke er noen turbin i dampmaskinen, men en stempelmotor som får generatoren til å gå rundt, så har hun en god forestilling om hvordan vi kan omdanne energien i fossilt brensel til elektrisk energi.

Man har en tank med vann og under fyrer man opp med fossilt brensel. Dette lager vanndamp. Vanndampen blir sluppet gjennom en generator som snurrer mange magneter rundt mange lange spoler. Vannets bevegelsesenergi skaper elektrisk energi.

– Sara, Storhaugen skole

Fossilt brensel har masse stillingsenergi. Og hvis vi tenner på det, så kan vi bruke den varmen til forskjellige maskiner som kan gjøre det om til elektrisk energi ved hjelp av bl.a turbin og generator.

– Jørgen, Storhaugen skole

Man kan brenne fossilt brensel f.eks. i en dampmaskin. Vann blir kokt over det brennende fossile brenselet, og inni den tette vanntanken øker trykket. Så skrues ventilen fra dampkolben/vanntanken til turbinene opp, og dampen strømmer igjennom og får turbinen til å gå rundt. Derfra blir det generert strøm i generatoren koblet til turbinen.

– Kristine, Storhaugen skole

Generering av elektrisk energi

Totalt sett lå gjennomsnittet på denne oppgaven på 1,6 poeng av 2,5 mulige. Dette viser en gjennomsnittlig økning på 0,5 poeng fra pretestens. Guttene ligger i snitt et lite tidels poeng foran jentene, men i forhold til skole så skiller det omtrent ingenting. Tabell 17 viser hvordan elevene har svart på oppgave 4.3.

Tabell 17: Elevenes forestillinger i forhold til en generator (riktig er svar uthevet i grått)

Påstand	Svar			Total
	Riktig	Galt	Vet ikke	
1) Generatoren driver turbinen som produserer elektrisk energi	18	11	2	31
2) Generatoren består av magneter som roterer i forhold til en spole	27	3	1	31
3) Generatoren gjør bevegelsesenergi om til elektrisk energi	23	6	2	31
4) Generatoren gjør stillingsenergi om til elektrisk energi	9	19	3	31
5) Generatoren produserer også varmeenergi	17	8	6	31

Av tabellen ser vi at elevene fortsatt er usikre på påstand 1, 4 og 5. Av de 19 elevene som hadde en forestilling om at det er generatoren som driver turbinen i pretesten, har bare en elev endret forestilling. Likevel har flere elever en mening om at påstanden er feil. Resultatene forsterker dermed inntrykket fra de to foregående oppgavene, at elevene er usikre på hvordan

turbinen og generatoren fungerer sammen. Imidlertid har elevene blitt veldig sikre på hva generatoren består av. Vi kan også se at forestillingen om at generatoren omdanner bevegelsesenergi til elektrisk energi er styrket og flere har en oppfatning av at generatoren også avgir varme. Man kan se en nedgang på antall elever som har svart *vet ikke* fra pretesten, men dessverre ser det ut til at mange av disse har utviklet en feil forestilling om generering av elektrisitet.

4.3.6 Oppsummering energikjeder og energiomdanning

Tendensen fra pretesten med et stort antall elever som ikke svarer på de to første oppgavene fortsetter i posttesten. Likevel ser vi en fremgang og flere elever har gjort et forsøk på å svare. Totalt ligger den gjennomsnittlige scoren på 4,1 poeng av 15,5 mulige på disse tre oppgavene. Med et snitt på 4,4 poeng er det jentene som er sterkest, nesten poenget foran guttene. Med tanke på skole så er det en klarere forskjell. Her skiller det nesten to poeng i Storhaugens favør. Elevene på Storhaugen skole er med et gjennomsnitt på 5,1 poeng noe sterkere enn elevene på Myra. Som vi har sett i eksemplene så har de fleste en forestilling om at det er bevegelsesenergien i vann man utnytter for å kunne produsere elektrisk energi i et vannkraftverk, men de har liten kunnskap om hvordan man kan omdanne energien i fossilt brensel. De som svarte på oppgaven om fossilt brensel hadde en formening om at det skjer en forbrenning og at man utnytter varmen, men de hadde få forestillinger om *hvordan*. Det er også en viss usikkerhet rundt forholdet mellom turbinen og generatoren, og hvordan disse fungerer sammen. Totalt sett hadde elevene til en viss grad god kunnskap om energikjeder og hvordan energi omdannes og overføres.

4.3.7 Energiproduksjon i Norge

Resultatene fra spørsmål 5.1 om energiproduksjon i Norge, viser at ti elever ikke har oppnådd noen poeng på oppgaven. Dette er en mindre enn i pretesten. Likevel har den gjennomsnittlige poengsummen på oppgaven sunket til 1,1 poeng. Fortsatt besvarer elevene spørsmålet med at vi har mye vind og vann tilgjengelig i Norge, høye fjell og mange daler, fosser og elver, og en lang kystlinje. Få nevner høydeforskjell og ingen nevner økonomi eller tilgangen til teknologi.

4.3.8 Elevenes forestillinger om energi etter besøket på Newton energirom

Som vi ser av tabell 18 lå det totale gjennomsnittet på posttesten på 23,9 poeng av 50 mulige. Flest elever plasserte seg i gruppen fra 20 og opp til 30 poeng, mens ti elever plasserte seg på nedre halvdel og åtte på øvre halvdel. Jentene var i snitt 3,8 poeng bedre enn guttene og Storhaugen skole hadde i gjennomsnitt 4,1 poeng bedre en Myra. Vi ser også at totalsummen varierte fra den dårligste totalsummen på 6,5 poeng til den beste på 44,5 poeng.

Tabell 18: Totale resultater posttest

Poengsum	Myra skole		Storhaugen skole		Total		Total
	Gutter	Jenter	Gutter	Jenter	Gutter	Jenter	
0 > 10	2	1	1	0	3	1	4
10 > 20	2	1	0	3	2	4	6
20 > 30	1	6	3	3	4	9	13
30 > 40	1	2	3	0	4	2	6
40 > 50	0	0	0	2	0	2	2
Total	6	10	7	8	13	18	31
Gjennomsnitt	16,8 p	25,0 p	25,8 p	26,2 p			
Gj.snitt totalt	21,9 p		26,0 p		21,7 p	25,5 p	23,9 p
Min/maks	6,5 p / 39,0 p		7,0 p / 44,5 p		7,0 p / 36,0 p	6,5 p / 44,5 p	6,5 p / 44,5 p

Resultatene fra posttesten viser at elevene har fått en viss endring i forestillingen om hva energi er i løpet av besøket. Fortsatt har noen elever en forestilling om at energi er strøm eller elektroner, men den vanligste forestillingen er i tråd med definisjonen av energi; det som skal til for å utføre et arbeid. Samtidig viser resultatene en økning i antall elever som ikke gir noen forklaring på hva energi er. Det kan dermed virke som om noen av elevene er blitt mer usikre på å forklare begrepet. I forhold til de andre forklaringene, kan vi se en klar nedgang i forestillingene om energi som kraft og som elektrisitet eller strøm. Likevel bruker noen av elevene kraftbegrepet når de skal forklare energi ved hjelp av forestillingen om arbeid og fortsatt er det en utbredt forestilling om at vi trenger energi for å få strøm til varme, lys og elektriske apparater. Totalt sett viser det seg at jentene har større spredning på hvordan de forklarer energi, mens guttene enten svarer riktig eller ikke prøver i det hele tatt. Elevene har også hatt en positiv utvikling i forhold til hvordan man definerer energiloven.

Elevene scorer bra på oppgavene om energikilder. Man kan se en positiv utvikling i forhold til de ikke-fornybare energikildene, men fortsatt har elevene best kunnskap til de fornybare energikildene. De viser også en positiv utvikling i forhold til oppgavene om energiformer. De fleste har en klar forestilling om at bevegelsesenergi har med at noe er i bevegelse og fortsatt forklarer mange stillingsenergi som noe som er i ro. Noen utdyper dette nærmere med at noe kan være i ro over bakken ved at det holdes fast og får energi av den grunn. De har med andre ord utviklet en forestilling som nærmer seg at en gjenstand har stillingsenergi i forhold til bakken. Andre trekker inn kraftbegrepet og forklarer hvordan tyngdekraften påvirker stillingsenergien. Likevel er det fortsatt en liten forståelse for den gradvise overgangen mellom energiformene, at en gjenstand kan ha både stillingsenergi og bevegelsesenergi.

I forhold til kunnskap om energikjeder og energiomdanning, fortsetter tendensen med at et stort antall elever ikke svarer på de to første oppgavene. Likevel kan man se en fremgang og flere elever har gjort et forsøk på å svare, men de fleste ender på nedre halvdel av poengskalaen. Av de elevene som har svart på oppgavene, kan man til en viss grad si at de har gode kunnskaper om energikjeder og hvordan energi omdannes og overføres. De har en klar forestilling om at det oppdemte vannet har stillingsenergi og at det er bevegelsesenergien i vann man utnytter for å omdanne energien i vann til elektrisk energi. De har likevel liten kunnskap om hvordan man kan omdanne energien i fossilt brensel. De elevene som svarer mener at det må skje en forbrenning og at man utnytter varmen, men de har ingen forestilling om *hvordan*. I tillegg er elevene usikre på forholdet mellom turbinen og generatoren og hvordan disse fungerer sammen.

4.4 Elevenes oppfatning av besøket

Tabell 19 på neste side viser at nesten alle hadde en oppfatning av besøket. Bare en elev har levert blankt på spørsmålet om hva du synes om besøket på Newton energirom i posttesten. Resultatene viser at en stor del av elevene hadde en oppfatning om at det var moro på besøket. Elleve mente at det også var lærerikt, interessant og spennende, og fire mente at det var bedre enn vanlig skole.

Tabell 19: Elevenes oppfatning av besøket

	Kjønn		Total
	Gutter	Jenter	
Moro, spennende og lærerikt	5	6	11
Moro, interessant og kreativt/underholdende	1	2	3
Morsomt/artig	3	5	8
Morsomt, bedre enn skole	1	3	4
Morsomt, men også litt kjedelig eller rart/barnslig	0	2	2
Kjedelig	2	0	2
Totalt	12	18	30

Bare to elever hadde hatt det kjedelig under besøket. To elever mente i tillegg til å være morsomt og lærerikt, at det også var litt kjedelig fordi enkelte ting var noe barnslig i tillegg til at det var morsomt. Men det virker som om en stor del av elevene har hatt en positiv opplevelse på Newton energirom.

Jeg synes det var gøy, interessant og ikke minst aktivt.
- *Ola, Storhaugen skole*

Det var veldig morsomt, men litt lenge mellom forsøkene, og litt rart med de oppgavene som man ble tildelt. Som om man er "sjef over all tid" eller noe annet. Men det var veldig lærerikt.
- *Ida, Myra skole*

4.5 Hva mener elevene selv de har lært?

Tabell 20: Hva mener elevene selv de har lært?

	Kjønn		Total
	Gutter	Jenter	
Om stillingsenergi og bevegelsesenergi	1	5	6
Om energi	2	3	5
Fornybar og ikke-fornybar energi/ fossilt brensel	-	4	4
Hvordan lage og bruke energi	2	2	4
Om energikilder og former	-	1	1
Om olje og gass	1	3	4
Om elektrisitet	2	3	5
At det er artig å lære	-	1	1
Mye rart	1	2	3
Totalt	9	24	33

Tabellen 20 viser en jevn fordeling i forhold til hva elevene mener de har lært. Hver elev kan også ha svart flere ting. Flest ganger er stillingsenergi og bevegelsesenergi nevnt. Mange har også nevnt energi generelt eller ulike begreper som går under energibegrepet. Andre mener de har lært om energikilder og energiformer, om olje, gass og elektrisitet, eller hvordan man kan lage og bruke energi. En elev nevner i tillegg at det var artig å lære.

5 Diskusjon

Diskusjonen min vil ta utgangspunkt i de resultatene jeg har kommet fram til og underbygges av ”The Contextual Model of Learning”. Når jeg trekker inn denne modellen, vil jeg ta hensyn til at et besøk på Newton energirom ikke er et ”typisk” besøk på museet. Selv om Newton energirom er en del av Vitenskapsmuseet og drives av Vitensenteret, er besøket strukturert og kontrollert av et fastsatt undervisningsopplegg. Det vil si at læringen i Newton energirom har formelle trekk, men både den sosiale og den fysiske konteksten er annerledes. På den måten kan læringen knyttes til Falk og Dierking sin kontekstbaserte læringsmodell. I den følgende diskusjonen vil jeg ta tak i de viktigste resultatene fra undersøkelsens pre- og posttest.

5.1 Elevenes forestillinger om energi

Barns oppfatninger og forestillinger om begrepet energi er ustabile og varierer i forhold til situasjonen og den konteksten de befinner seg i (Strömdahl, 1996). Når elevene kommer til Newton energirom har de med seg sine egne forestillinger og kunnskaper fra tidligere erfaringer. Disse forestillingene er formet av det de har lært både på og utenfor skolen. I løpet av besøket blir forestillingene satt på prøve og dersom de ikke fungerer i de gitte situasjonene, blir de endret og utviklet videre. Målet med denne undersøkelsen var å se om et besøk på Newton energirom hadde påvirkning i forhold til hvordan elevenes forestillinger om energi utviklet seg. For å finne ut dette måtte jeg kartlegge elevenes kunnskaper før og etter besøket.

5.1.1 Hva er energi?

I vitenskapen er energi en abstrakt matematisk idé. Dette gjør det vanskelig for mange å definere eller forklare hva energi er (Millar, 2005). Begrepet er vidt brukt i dagliglivet, men disse forestillingene kan være upresise. Ifølge Strömdahl (1996) er det vanlig å omtale energi som en substans som vi trenger for å drive elektriske motorer. Dette bekreftes også i Driver et al, (1994) og deres forskning på barns forestillinger om energi. De vanligste forestillingene kan oppsummeres som følgende:

- Energi assosieres bare med levende objekter
- Energi er et årsaksbestemt middel som ligger lagret i visse objekter
- Energi forbindes med kraft og bevegelse
- Energi blir sett på som et drivstoff
- Energi er en væske, en ingrediens eller et produkt (Driver et al, 1994: 143).

Elevenes forestillinger før besøket

I mine resultater kom det frem ulike forklaringer på hva energi er og mange av forestillingene samsvarer med Driver et al (1994) og Strömdahl (1996). Flere elever hadde en forestilling om at energi var en kraft, men den vanligste forklaringen bygger på en forestilling om at energi *er* strøm eller elektrisitet. I tillegg refererte også en stor del av elevene til elektriske apparater når de skulle forklare hva man kan bruke energi til. Energi omtales altså hos mange av elevene som et drivstoff for elektriske apparater. I følge Driver et al (1994) er det en vanlig forestilling blant barn å forklare energi som et drivstoff og ikke at det er drivstoffet som inneholder energi (Driver et al, 1994). Det er også vanlig å blande sammen begrepet energi med energibærere, som for eksempel bensin eller elektrisk strøm (Strömdahl, 1996). Når elevene mener at energi er strøm, kan det ha en sammenheng med at dagens barn og unge er store forbrukere av elektrisk energi. Denne energien kan de hente fra stikkontakten på veggen og omtales som strøm eller elektrisitet i dagliglivet. Man snakker om energi som noe man konsumerer og kjøper. Dette kan utydeliggjøre forskjellen mellom den vitenskaplige og hverdagslige betydningen av energi (Millar, 2005). Dermed kan det for enkelte være en håndfast forestilling å se for seg at energi *er* strøm eller elektrisitet. Denne forestillingen kan også ha en sammenheng med hvilke tema elevene har vært igjennom på skolen før besøket. Læreren på Myra skole nevnte at de akkurat hadde vært igjennom temaet elektrisitet. Dette kan ha vært en påvirkende faktor for elevenes forestilling om energi.

Elevenes forestillinger i posttesten

Resultatene fra posttesten viste at den vanligste forestillingen om energi gikk i retning av en riktig definisjon. Tilnærmet hver tredje elev forklarte at energi er det som gjør det mulig å utføre et arbeid. I følge Driver et al (1994) er det vanlig at elever som blir presentert for energibegrepet, bruker lærebokdefinisjonen når de skal forklare hva energi er (Driver et al, 1994). Men for å forstå hva energi er, kreves det at man forstår hva et arbeid er (Millar, 2005). Man kan derfor spørre seg om elevene egentlig forstår hva det vil si å utføre et arbeid. Hvordan vil de for eksempel forklare at elektrisk energi kan utføre et arbeid?

K: Hvordan vil du forklare hva et arbeid er?

Lene: Noe som blir gjort

(...)

K: Hvordan vil du forklare at elektrisitet kan utføre et arbeid?

Lene: En kaffimaskin for eksempel... den er elektrisk... den går pga elektrisitet... vannet blir varmet opp av elektrisitet

- *Utdrag fra en intervjusekvens med Lene*

K: Hvordan vil dere forklare at strøm kan utføre et arbeid?

Kristine: Fordi at... strøm er jo energi... og...

K: Hva er et arbeid da?

Kristine: Arbeid er liksom at noe skjer... at et lys tenner og står på... at det skjer... og strøm kan få noe til å bevege seg... eller avgi varme

(...)

K: Hva er elektrisk strøm da?

Kristine: Det er energi som går i ledninger

K: Hva er det som går inni ledningene da?

Kristine: Det er... atomer... som liksom...

Tone: Beveger seg

- Utdrag fra en intervjusekvens med Kristine og Tone

Som eksemplene viser forklarte elevene at et arbeid er noe som blir gjort eller at noe skjer. På spørsmål om hvordan elektrisitet kan utføre et arbeid var de mer usikker. Igjen trekkes det fram hvordan energi kan drive elektriske apparater, men også hvordan vi kan bruke elektrisitet for å skape varme. Kristine mente at strøm kan få noe til å bevege seg og oppdager etter hvert at elektrisitet i seg selv er noe som er i bevegelse. Hun er med andre ord inne på at energi er ulike former for arbeid som skjer over alt. Dette arbeidet kan skje i kaffemaskinen, i lyspæren, i vannkraftverket eller i menneskekroppen som blir nevnt i de andre intervjuene. Når noe skjer er det et arbeid som krever energi. I det følgende skal jeg se nærmere på elevenes forestillinger om hvor energien kommer fra og de ulike energiformene.

5.1.2 Energikilder og energiformer

Det som kjennetegner mange av elevenes forestillinger om de ulike energiformene i denne undersøkelsen er at de forbinder stillingsenergi med noe som er i ro og bevegelsesenergi med noe som er i bevegelse. Dette er i og for seg en riktig forestilling, men en gjenstand i bevegelse har ofte også stillingsenergi. I følge Strömdahl (1996) blir begrepet energiform ofte brukt på en måte der begrepets betydning forholder seg mer til hvordan fenomenene opptrer enn til energi som en fysisk enhet (Strömdahl, 1996). En slik misstolkning er nettopp det mange av elevene i denne undersøkelsen gjør. De bruker bevegelsesenergi om noe fordi det beveger seg og ikke på bakgrunn av de fysiske faktorene masse og fart. De bruker stillingsenergi om noe fordi det står i ro i en stilling og ikke fordi stillingsenergien bestemmes av masse, høyde og gravitasjon. I tillegg viser resultatene at en stor del av elevene mener at en gjenstand enten har stillingsenergi eller bevegelsesenergi. Det vil si at de har liten forståelse for at det er en gradvis overgang mellom de to formene. Dette bekreftes gjennom intervjuene.

K: Dersom du skulle forklare med kulebanen. Hvor finner vi stillingsenergien?

Tor: I starten og slutten tror jeg... Sikkert.

K: Hvor finn du bevegelsesenergi da?

Tor: Der (peker)... i loopen.
 K: Ja, er det noen andre plasser da tror du?
 Tor: I det øyeblikket den krasjer der sikkert (peker på slutten)
 K: Er det noen andre plasser da tror du?
 Tor: Når du slipper kula på start
 K: Men tror du at stillingsenergien bare forsvinner med det samme du slipper kula?
 Tor: Ja
 K: Hvorfor tror du det?
 Tor: Fordi da beveger den (kula) seg. Den er ikke stille lenger
 - *Utdrag fra intervjusekvens med Tor*

Som vi ser i intervjusekvensen med Tor, så mener han at kula har stillingsenergi ved start og slutt, altså når den er i ro. Han tror stillingsenergien forsvinner så snart man slipper kula ved start og begrunner dette med at kula da er i bevegelse. Tor har med andre ord *ikke* fått noen forståelse for at en gjenstand hele tiden har stillingsenergi i forhold til noe. Eller at noe av denne stillingsenergien gradvis kan omformes til bevegelsesenergi. I eksemplet under kan vi se Kjetil trekke inn de fysiske faktorene når han utdypinger sin forklaring. På forespørsel om kula har mer stillingsenergi rett før loopen enn på toppen av banen, lurte Kjetil på om jeg mente dersom kula hadde stått i ro i denne posisjonen. Dette viser at også han var av den oppfatning at stillingsenergi er relatert til noe som er i ro og bevegelsesenergi til noe i bevegelse.

K: Hvordan vil du forklare stillingsenergi og bevegelsesenergi?
 Kjetil: Stillingsenergi er noe som sitter der, klar til å ... utføre noe. Som nedover bakken, klar til å falle. Noe med tyngdekraft og vekt eller hva det var. Og bevegelsesenergi er noe som beveger seg, og energi fra det
 K: Hvordan vil du forklare at noe som er i ro har energi?
 Kjetil: At det er over bakken. At det har vekt. Tyngdekraften som trekker en ting mot bakken.
 (...)
 K: Tror du kula har mer stillingsenergi på toppen enn rett før loopen? (i kulebanen)
 Kjetil: Dersom den hadde stått i ro der mener du? Ja... trur da det.
 K: Hvorfor tror du det da?
 Kjetil: Fordi den er høyere opp, jo mer har den å drasse på en måte.
 K: Kan du beskrive hvordan du mener energien til kula forandrer seg i kulebanen? Er det bare på begynnelsen den har stillingsenergi og så får den bevegelsesenergi?
 Kjetil: Nja.. eller når den detter ned her sånn (inne i loopen), da får den litt stillingsenergi igjen.
 - *Utdrag fra intervjusekvensen med Kjetil*

K: Dersom vi ser på kulebanen. Hvor har kula stillingsenergi?
 Emma: På toppen...
 K: Noen andre plasser?
 Emma: ... Nederst... nei
 K: Hva tror du den har nederst i banen da?
 Emma: Bevegelsesenergi
 K: Hvorfor tror du den har det?
 Emma: Den rører seg... Den har fart
 (...)
 K: Vil stillingsenergien bare forsvinne?
 Emma: Neeei... jeg vet ikke... kanskje... den vil jo være der hele tiden da (...)

K: Kan du beskrive hvordan du mener energien til kula forandrer seg i kulebanen?

Emma: Først stillingsenergi også drar den nedover og får bevegelsesenergi

K: Bli det bare sånn bang bevegelsesenergi da eller?

Emma: Den kommer etter hvert som den kjører nedover

- *Utdrag fra intervjueskjemaet med Emma*

Likevel er det noen elever som antydte at en gjenstand kan ha både stillingsenergi og bevegelsesenergi. I eksempelet over kan vi se Emma antydde at kula vil ha stillingsenergi hele tiden. Samtidig mente hun at bevegelsesenergien ville komme gradvis etter hvert som kula rullet nedover. Hun er med andre ord inne på at det er en gradvis overgang mellom de to energiformene, men at gjenstanden likevel vil ha stillingsenergi selv om den er i bevegelse. Dette kommer også frem på spørsmål 3.5 om hvordan kulas energi endrer seg gjennom en kulebane. Resultatene i posttesten viste en økning på sju elever som har svart at kula har begge energiformene i loopen. Dette bekrefter at flere elever antyder at kula kan ha begge energiformene, men resten av resultatene fra spørreskjemaet og fra intervjuene, viser fortsatt en usikkerhet rundt dette.

Mine resultater viser at elevene hadde gode kunnskaper om fornybare energikilder både før og etter besøket på Newton energirom. Noe dårligere var kunnskapen om de ikke-fornybare energikildene før besøket, men resultatene ble til gjengjeld betraktelig forbedret i posttesten. Likevel er det interessant å se at noen elever har en forestilling om at elektrisitet, batteri, olje og naturgass er fornybare energikilder. Kan en slik oppfatning ha noe å gjøre med at vi har så mye olje ute i Nordsjøen og at begrepet naturgass høres så naturlig ut? Eller kan det ha å gjøre med at vi hele tiden har elektrisitet tilgjengelig i stikkontakten og enkelt kan lade opp igjen batteriene eller kjøpe nye? Med bakgrunn i resultatene fra spørsmål 3.2 i spørreskjemaet kan det virke som om det som gjorde elevene usikre handlet om hvorvidt en ikke-fornybar energikilde kan gå tom eller ikke. Forskning viser at de fleste elever tror at energi blir brukt opp og de har dårlige kunnskaper i forhold til prinsippene om bevaring av energi (Driver et al, 1994). Med energiloven har de lært at energi ikke kan oppstå eller forsvinne, kun overføres fra en form til en annen. Dette kan dermed skape forvirring når det blir snakk om at ikke-fornybare energikilder kan gå tomme. Energi kan jo ikke forsvinne, men hvor blir den av? Utfordringen for elevene blir dermed å forstå hvordan energi omdannes og overføres. Dette forutsetter innsikt i og kunnskap om energikjeder.

5.1.3 Energikjeder og energiomdanning

Spørreskjemaets del 4 var preget av varierende prestasjoner. De svake resultatene på spørsmål

4.1 og 4.2 om vannkraft og fossilt brensel, skyltes i hovedsak at et begrenset antall elever besvarte spørsmålene. De forholdsvis gode resultatene på spørsmål 4.3 om generering av elektrisk energi, var derfor positivt. Resultatene viste at elevene både før og etter besøket, var usikre på generatorens funksjon. Denne usikkerheten bygger på hvor vidt det er turbinen som driver generatoren eller omvendt, og om det er turbinen eller generatoren som drives av vannets bevegelsesenergi. Lignende resultater har også FIRST Scandinavia (2010) kommet frem til. I etterkant av besøket skal elevene gjennomføre en faglig prøve som en del av evalueringen. På spørsmål om hvordan man kan få elektrisk energi fra fossilt brensel, svarte 28,5 % av 397 elever at det var generatoren som drev turbinen og ikke omvendt (FIRST Scandinavia, 2010). Det er interessant å se at elevene har denne forestillingen i etterkant av besøket, da de arbeidet så konkret med en modell av et vannkraftverk når de var på Newtonrommet. Resultatene fra intervjuene viser likevel at elevene klarer å forklare hva som skjer i et vannkraftverk. Det kan derfor virke som om de har en mental forestilling av prosessen, men at de får problemer når de skal uttrykke denne verbalt og blander sammen navnene på de ulike delene i kraftverket.

5.1.4 Oppsummering av elevenes forestillinger

Mitt første forskningsspørsmål lød som følger: *Hvilke forestillinger har elevene i forhold til energibegrepet før og etter besøket på Newton energirom?*

Resultatene mine samsvarer med andre undersøkelser om barns forestillinger om energi. I pretesten var det forestillingen om at energi *er* strøm eller elektrisitet som skilte seg ut. En annen vanlig forestilling var energi som en kraft. Noen elever mente at energi var elektroner eller molekyler eller at energien var vind, sol, vann og olje. Likevel var det flest elever som ikke oppga noen forklaring. I posttesten brukte en stor del av elevene lærebokdefinisjonen for å forklare hva energi er, men fortsatt var det mange elever som ikke oppga noen forklaring. Noen holdt på forestilling om at energi er kraft, strøm og elektroner, mens noen få mente at energi er bevegelse eller mat.

Både i pre- og posttesten knyttet elevene i stor grad begrepene stillingsenergi og bevegelsesenergi til hvordan fenomenene opptrer, men flere elever trekker inn de fysiske faktorene i posttesten. Likevel var det en liten forståelse for sammenhengen mellom de to energiformene både i pre- og posttesten. Elevene mente at en gjenstand har stillingsenergi når

den ligger i ro eller holdes over bakken, og bevegelsesenergi når gjenstanden er i bevegelse. Bare noen få elever antydte at en gjenstand kan ha både stillingsenergi og bevegelsesenergi, men resultatene viser en positiv utvikling i forhold til dette i posttesten. Det lå også en usikkerhet rundt begrepet energikjede i begge testene. Likevel viser resultatene fra intervjuene at elevene hadde en forestilling om hva som skjer i et vannkraftverk, men de klarte ikke å sette det i sammenheng med begrepet energikjede. I tillegg var det svært få elever som kunne forklare hvordan energien i fossilt brensel kan omdannes til elektrisk energi.

5.2 Elevenes utvikling og læringsutbytte

I denne delen av diskusjonen vil jeg se nærmere på elevenes læringsutbytte etter besøket på Newton energirom. Jeg vil diskutere hvordan det totale læringsutbyttet og de ulike forestillinger har utviklet seg. I kapittel 2.4 presenterte jeg Falk og Dierkings kontekstbaserte læringsmodell som viser hvilke faktorer som påvirker læring i et museum eller andre uformelle læringsarenaer. Denne modellen vil jeg bruke til å diskutere hvordan den personlige, sosiokulturelle og fysiske konteksten kan ha påvirket læringsutbyttet.

5.2.1 Elevenes totale utvikling

Læring er en personlig prosess som skjer over tid og er avhengig av elevenes erfaringer før og etter besøket. Læringsutbyttet kan være annerledes rett etter besøket enn i ettertid. Besøket kan dermed både ha en kortvarig og langvarig effekt på læring. Derfor kan det være vanskelig å måle hva elevene lærer av en skoleutflukt (Falk og Dierking, 2000). Posttesten ble derfor gjennomført ca. 14 dager etter besøket. På den måten kunne elevene bruke tiden til å fordøye besøket og jeg kunne få et inntrykk av en mer langsiktig effekt på læringen. Tabell 21 viser elevenes totale utvikling fra pre- til posttesten.

Tabell 21: Elevenes utvikling

	Myra skole			Storhaugen skole			Kjønn		Totalt
	Gutter	Jenter	Total	Gutter	Jenter	Total	Gutter	Jenter	
Gjennomsnitt pretest (poeng)	13,2	15,1	14,4	15,6	16,2	15,9	14,6	15,6	15,1
Gjennomsnitt posttest (poeng)	16,8	25,0	21,9	25,8	26,2	26,0	21,7	25,5	23,9
Differanse (poeng)	3,6	9,9	7,5	10,2	10,0	10,1	7,1	9,9	8,8
Prosentvis økning (%)	7,2	19,8	15,0	20,4	20,0	20,2	14,2	19,8	17,6

Alle elevene, bortsett fra én, har vist positiv utvikling fra pre- til posttest. Grunnet individuell variasjon har noen naturlig nok vist en bedre utvikling enn andre. Resultatene viser dermed at elevenes utvikling fra pre- til posttest varierer fra en tilbakegang på 2,5 poeng på en elev, til en fremgang på 16,5 poeng på en annen. Gjennomsnittet på pretesten var 15,1 poeng og 23,9 poeng på posttesten. Det vil si at det totale gjennomsnittet på begge testene var under middels score (makscore var 50 poeng). Likevel er det totalt sett positivt med en økning på 8,8 poeng av gjennomsnittet fra pre- til posttest. Det betyr at elevene i gjennomsnitt har forbedret sine resultater fra pre- til posttest med 17,6 %. Storhaugen skole har hatt den beste utviklingen, og vi kan se at det her er jevnt mellom guttene og jentene. Større forskjeller er det på Myra skole. Her var det forholdsvis jevnt mellom guttene og jentene når det gjaldt forkunnskap, men guttene hadde stagnert i forhold til jentene på posttesten. Jentene på Myra skole er på høyde med elevene på Storhaugen skole, men skolens gjennomsnitt trekkes ned av guttenes resultater.

Totalt sett kan det virke som om jentene i undersøkelsen har fått en bedre utvikling enn guttene. Dette kan likevel diskuteres da guttene på Storhaugen skole var de med størst prosentvis økning av alle i undersøkelsen. Guttene på Myra skole skiller seg dermed ut fra resten av elevene, og deres forholdsvis svake utvikling er med på å trekke totalinntrykket ned. Denne svake utviklingen kan ha en sammenheng med ulike faktorer. En av disse kan være relatert til at ikke alle tok undersøkelsen like seriøst. Det ble satt av tid fredag etter lunsj til å gjennomføre posttesten. På dette tidspunktet var noen av elevene mest opptatt av hva de skulle gjøre i helgen og fokusert dermed på andre ting enn testen. De var lite motiverte og gjennomførte testen på kort tid. Dette kan ha påvirket resultatene.

5.2.2 Elevenes læringsutbytte

Det var altså en positiv utvikling av den gjennomsnittlige poengsummen fra pre- til posttesten på 8,8 poeng eller 17,6 %. Dette kan gi et bilde på elevenes totale læringsutbytte. I den videre diskusjonen vil jeg derfor ta utgangspunkt i følgende gradering av elevenes læringsutbytte:

- Mindre enn 6 poengs økning: Lite læringsutbytte
- Fra 6 og opp til 10 poengs økning: Middels læringsutbytte
- 10 poengs økning eller mer: Godt læringsutbytte

Denne graderingen tar utgangspunkt i den gjennomsnittlige økningen og de resultatene jeg har å forholde meg til. Dette innebærer at elevene som blir gradert til et godt læringsutbytte, har et godt læringsutbytte i forhold til gjennomsnittet i gruppen. Middels læringsutbytte bør derfor ligge i området rundt den gjennomsnittlige økningen på 8,8 poeng. Den største differansen fra pre- til posttest var 16,5 poeng og den minste var på -2,5 poeng. Jeg valgte derfor å gå litt lenger nedover enn oppover på rangstigen i forhold til gjennomsnittet, når jeg skulle sette en nedre og øvre grense for middels læringsutbytte. Det kan diskuteres hvorvidt ti poengs økning er et godt læringsutbytte eller om fem poengs økning er et dårlig utbytte. Likevel mener jeg at dette er en passende gradering ut fra mine resultater. Har du en positiv utvikling med ti poeng, er man nærmere toppen enn bunnen og man er forholdsvis godt over gjennomsnittet. Oppnår du seks poeng i positiv retning er du nærmere gjennomsnittet enn bunnen.

Tabell 22: Elevenes læringsutbytte

Læringsutbytte	Myra skole		Storhaugen skole		Totalt		Total
	Gutter	Jenter	Gutter	Jenter	Gutter	Jenter	
Lite (under 6 poeng)	4	2	1	0	5	2	7
Middels (6 → 10 poeng)	1	3	1	5	2	8	10
Godt (10 poeng el. mer)	1	5	5	3	6	8	14
Total	5	10	7	8	13	18	31

Tabell 22 viser at 45,2 % av elevene i denne undersøkelsen kan regnes som å ha fått et godt læringsutbytte av besøket på Newton energirom. 32,2 % av elevene oppnådde middels læringsutbytte, mens 22,6 % kan regnes som å ha fått et lite utbytte av besøket. Det som er interessant er at en stor del av de med lite læringsutbytte er gutter, og de fleste av dem kommer fra Myra skole. Dette kan ha en sammenheng med problemstillingen jeg var inne på i kapittel 5.2.1. og deres svake resultater på posttesten. Samtidig er det få gutter på middels og flere på godt utbytte. Dette underbygger og forsterker tendensen fra kapittel 4.3.2, der guttene enten svarte riktig eller at de ikke svarte i det hele tatt på oppgavene. Jentene har en større variasjon og plasserer seg jevnere utover. I tillegg viser resultatene en sammenheng mellom forkunnskap og prestasjon:

Tabell 23: Sammenhengen mellom forkunnskap og læringsutbytte

	Lite utbytte	Middels utbytte	Godt utbytte	Total
Liten forkunnskap (under 12 poeng)	5	4	2	11
Middels forkunnskap (12 → 25 poeng)	2	3	11	16
God forkunnskap (over 25 poeng)	0	3	1	4
Total	7	10	14	31

Skalaen som er brukt for å gradere forkunnskapen, tar utgangspunkt i pretestens gjennomsnittlige poengsum på 15,1 poeng. For å ha middels forkunnskap mener jeg at man må ligge rundt gjennomsnittet og helst litt over. Derfor har jeg valgt å sette den øvre grensa noe høyere enn gjennomsnittet og den nedre grensa rett under. Det skal skille litt mellom de nest beste og de beste. Det er viktig å merke seg at graderingen bygger på de resultatene jeg har fått inn. Det vil si at en elev blir gradert med god forkunnskap fordi han oppnår tydelig bedre resultater på pretesten enn gjennomsnittet.

Resultatene mine viser at forkunnskap er en viktig faktor for læringsutbyttet. Bare en elev med god forkunnskap og to med liten forkunnskap, hadde et godt læringsutbytte av besøket på Newton energirom. I motsetning hadde elleve elever med middels forkunnskap et godt utbytte av besøket. Likevel viser de også at god forkunnskap ikke nødvendigvis medfører godt læringsutbytte. Resultatene viser at det er elevene med middels forkunnskap som har best utbytte av besøket på Newton energirom. Elever med liten forkunnskap har følgelig et mindre læringsutbytte. Dette kan virke som rimelig med tanke på Vygotskys utviklingssoner. Ligger man på et høyt kunnskapsnivå i utgangspunktet, vil det være vanskeligere å strekke seg inn i den neste utviklingssonen. Dette vil også gjelde de elevene som har for liten kunnskap. Elever med middels forkunnskap vil kanskje bare trenge litt struktur for å kunne strekke seg inn i neste utviklingssonen. Kunnskap er ikke bare et sluttprodukt av læring, men det støtter og bygger opp under ny læring (Woolfolk, 2004).

5.2.3 Elevenes begrepsutvikling

Læring er en begrepsmessig endring. Det vil si endringer som et resultat av kognitive og sosiale prosesser (Scott, Asoko og Leach, 2007). Å lære begreper handler om å generalisere en type hendelser eller gjenstander ved å trekke ut felles egenskaper som kjennetegner denne

hendelsen eller gjenstanden. Man gir disse egenskapene et navn som kan overføres til andre lignende hendelser og gjenstander. Begrepslæring handler dermed om å kunne skille mellom disse egenskapene. En begrepsforståelse må derfor vokse fram fra elevenes egne erfaringer, som så bearbejdes og utvikles videre til et abstrakt språk (Imsen, 1998: 180-183). Elevenes forestillinger påvirkes i så måte av de erfaringene de gjør seg under besøket på Newton energirom. Tabell 24 viser den gjennomsnittlige økningen på hvert enkelt spørsmål. Disse resultatene kan settes i sammenheng med elevenes begrepsmessige utvikling. Hvert spørsmål omhandler ulike begreper som er en del av energibegrepet. Ved å se på hvordan resultatene utvikler seg på hvert spørsmål, kan man derfor få et inntrykk av hvilke begreper som har hatt best utvikling.

Tabell 24: Elevenes utvikling for hvert spørsmål

Spørsmål	Maks poengsum (i poeng)	Gjennomsnitt (i poeng)		Prosentvis økning
		Pretest	Posttest	
2.1	5	1,3	2,1	16 %
2.2	3	2,2	2,8	20 %
3.1	6	2,7	4,4	28,3 %
3.2	3,5	2,5	2,9	11,4 %
3.3	5	0,9	2,5	32 %
3.4	3	1,4	1,7	10 %
3.5	5	0,5	2,2	34 %
4.1	6	1,0	1,7	11,7 %
4.2	7	0,1	0,8	10 %
4.3	2,5	1,1	1,6	20 %
5.1	4	1,3	1,1	-5 %
Total	50	15,1	23,9	17,6 %

Resultatene viser en positiv økning på alle spørsmålene, bortsett fra det siste, hvor de viser en negativ utvikling. Resultatene viser en jevn økning på 10-20 % på de fleste spørsmålene. Likevel er det noen spørsmål som har fått bedre utvikling enn andre. Størst fremgang har elevene gjort på spørsmål 3.1, 3.3 og 3.5 som omhandler energikilder, stillingsenergi og bevegelsesenergi.

Stillingsenergi og bevegelsesenergi

Av tabellen kan vi se at elevene hadde best utvikling på spørsmålene om energikilder og

energiformene. Best utvikling hadde elevene på oppgave 3.5 om hvordan energien til en kule forandrer seg på vei ned en bane. Dette henger trolig sammen med den positive utviklingen på oppgave 3.3 der de skulle forklare forskjellen mellom stillingsenergi og bevegelsesenergi. Den tydeligste forskjellen mellom forklaringene fra før og etter besøket, var at flere elever trakk inn fysiske faktorer som tyngdekraft, høyde over bakken og kulens masse når de skulle forklare de to energiformene i posttesten. Men fortsatt forbandt en stor del av elevene stillingsenergi med noe som er i ro og bevegelsesenergi med noe i bevegelse. Flere antydte likevel at det er en gradvis overgang mellom de to formene og at en gjenstand kan ha både stillingsenergi og bevegelsesenergi.

Stillingsenergi er energi mellom noe som står i ro. Som for eksempel energien mellom et skap og en stol. Bevegelsesenergi er energien til noe i bevegelse, som et fly.
- *Kristine, Storhaugen skole (pretest)*

Stillingsenergi er når noe er over bakken og har energi fordi det "holdes igjen" mot tyngdekraften. Bevegelsesenergi er når noe beveger seg.
- *Kristine, Storhaugen skole (posttest)*

Man kan altså antyde en endring i elevens persepsjon av begrepene stillingsenergi og bevegelsesenergi, i den forstand at elevene begynte å forklare de to energiformene gjennom de fysiske faktorene og ikke hvordan fenomenene opptrer. Likevel er den største utviklingen i denne delen av posttesten, at elevene i det minste gjør et forsøk på å forklare de to begrepene.

Energikilder, energikjeder og energiomdanning

Elevene hadde på forhånd gode kunnskaper om fornybare energikilder. Fullt så god var ikke forkunnskapene om ikke-fornybare energikilder. Den positive utviklingen på spørsmål 3.1 om energikilder kan dermed forklares ut fra elevenes utvikling i forhold til begrepet ikke-fornybare energikilder. I løpet av besøket har elevene utviklet en bedre kunnskap om de ikke-fornybare energikildene, og spesielt er det olje og gass elevene nevner i oppgaven. Dette kan ha en sammenheng med Statoil sitt engasjement i utviklingen av rommet. Det har vært en viktig bidragsyter og spesielt i forhold til dag to som omhandler fossilt brensel. De har utviklet filmer og bidratt med utstyr som skal gi elevene et bedre innblikk i hvordan man kan utnytte og utvinne olje og gass.

Utviklingen i forhold til energikjede og energiomdanning bygger i hovedsak på at flere elever har gjort et forsøk på å svare på spørsmålene. Elevene klarer å forklare hva som skjer i et

vannkraftverk, men resultatene fra intervjuene viser en usikkerhet rundt begrepet energikjede. Resultatene viser at elevene både før og etter besøket, har liten kunnskap om og forståelse for hvordan energien i fossilt brensel kan omdannes til elektrisk energi. De som gjør et forsøk på å forklare mente at det fossile brenselet måtte forbrennes, men de viste ikke hvordan. Resultatene viser også at elevene har utviklet en god forståelse for hvordan man kan generere elektrisk energi, men det er en tendens til at de blander sammen turbinen og generatoren i forklaringen.

Energibegrepet

Som jeg allerede har vært inne på, har elevene utviklet sine forestillinger om hva energi er i forbindelse med besøket på Newton energirom. Denne utviklingen har i hovedsak gått fra å forklare energi som strøm, elektrisitet eller kraft, til å bruke lærebokdefinisjonen i forklaringen. I eksempelet under kan vi se hvordan Viktoria fra Myra skole har endret sin forestilling om begrepet energi.

Energi er kraft som vi kan bruke som elektrisk energi, til alle elektriske apparater.
- Viktoria, Myra skole (pretest)

Energi er det som må til for å utføre et arbeid. Vi har elektrisk energi, varmeenergi, stillingsenergi og bevegelsesenergi. Vi kan bruke energien til å varme opp hus, få biler til å gå og elektriske apparater til å funke og mennesker trenger også energi
- Viktoria, Myra skole (posttest)

Når elevene skal forklare hva energi brukes til, så nevner de fleste elektriske apparater og varme. Bare et fåtall nevner at vi mennesker trenger energi for å fungere. Dette signaliserer en sterk forbindelse mellom forestillingen om energi og elektrisitet. Dette kommer tydeligst frem i pretesten, der flere elever mente at energi er ensbetydende med strøm eller elektrisitet. Resultatene viser også en positiv utvikling i forhold til hvordan elevene definerer energiloven og bare to elever har svart feil på spørsmålet i posttesten. Totalt sett kan det derfor virke som om de fleste elevene har utviklet en bedre forståelse av de ulike begrepene som går under energibegrepet. Dette kan tolkes som om at elevene har fått forsterket sin forestilling om hva energi er i løpet av besøket. Likevel skal man være forsiktig med å trekke slike konklusjoner. Det trenger ikke bare være besøket i seg selv som har utløst denne utviklingen. Det kan være hendelser som i etterkant av besøket har gjort at elevene har forsterket det de har lært om energi. Det kan for eksempel være gjennom diskusjon med andre elever eller lærer i etterarbeidet på skolen, eller det kan være rundt kjøkkenbordet hjemme. Likevel vil besøket på Newtonrommet være en del av denne utviklingen.

5.2.4 Oppsummering av elevenes utvikling og læringsutbytte

Mitt andre forskningsspørsmål var: *Hvordan utvikles elevenes forståelse og læring knyttet til energi i løpet av besøket?*

Totalt sett viser resultatene at gjennomsnittet på både pre- og posttesten ligger under middels score. Likevel har elevene hatt en positiv utvikling på nesten alle spørsmålene. På bare ett spørsmål har det vært en negativ utvikling. Best utvikling har elevene hatt innenfor spørsmålene om energikilder og energiformer, men man kan også se en positiv utvikling i forhold til forklaringen av hva energi er. Den begrepsmessige utviklingen kan oppsummeres som følgende:

- *Energi*: Det er en endring i forklaring av energi som elektrisitet og en kraft før besøket, til å bruke lærebokdefinisjonen etter besøket. Likevel var det fortsatt en stor del av elevene som ikke ga noen forklaring, noe som tyder på usikkerhet.
- *Energikilder*: God kjennskap til de fornybare energikildene både før og etter besøket, og en positiv utvikling i forhold til ikke-fornybare energikilder.
- *Energiformer*: Fortsatt forbinder elevene stillingsenergi med noe som står i ro og bevegelsesenergi med noe i bevegelse. Likevel har flere elever etter besøket trukket inn de fysiske påvirkningsfaktorene masse, høyde og gravitasjon i forklaringen. Det har også utviklet seg en bedre forståelse for hvordan de to energiformene påvirker hverandre og at en gjenstand kan ha både stillingsenergi og bevegelsesenergi.
- *Energikjeder og energiomdanning*: Man kan se en viss utvikling når elevene skal forklare energikjeden i et vannkraftverk, men det bekreftes i intervjuene at det er en viss usikkerhet rundt begrepet energikjede. Det er fortsatt få elever som forklarer hvordan man kan omdanne energien i fossilt brensel til elektrisk energi, men de har fått en bedre forståelse for generering av elektrisk energi.

5.2.5 Faktorer som kan ha innvirkning på resultatene

Som nevnt i kapittel 2.4 begynner læring med det individuelle, det involverer andre, det foregår en plass og det tar tid (Falk og Dierking, 2002). I den følgende drøftningen vil jeg diskutere Falk og Dierkings kontekstmodell ut fra to ulike innfallsvinkler; klasserommet og Newtonrommet. Pretestens resultater er et produkt av elevenes forkunnskap og læring i klasserommet, mens posttestens resultater oppsummerer hele programmet elevene har vært

igjennom, der selve besøket på Newtonrommet var en sentral del.

Den personlige konteksten – Forkunnskap, motivasjon og interesser

Læring er en personlig prosess som involverer en forandring i mentale strukturer (Rennie, 2007). Det vil si at man er avhengig av å kunne utvikle den kunnskapen man har fra før gjennom nye erfaringer. Den personlige konteksten vil derfor gjøre seg gjeldende både før, under og etter besøket på Newton energirom. Dette gjennom forkunnskaper, forventninger, motivasjon, interesser og oppfatninger. I den følgende drøftningen vil jeg legge vekt på den personlige kontekstens påvirkning i elevenes gjennomføring av testene.

Motivasjon er en sentral påvirkningsfaktor i forhold til læringsutbyttet fra besøket på Newton energirom. Er du ikke motivert eller interessert, så vil du heller ikke gjøre dit beste. Dette gjelder både under aktivitetene, under besøket og i gjennomføringen av pre- og posttesten som er grunnlaget for mine resultater. Jeg viser igjen til episoden ved Myra skole der det kunne virke som om en del av elevene var mer klar for helg, enn for å gjennomføre posttesten min. De mistet fokus og dette kan ha påvirket resultatene. I tillegg vil læringsutbyttet i seg selv kunne påvirke elevene under gjennomføringen av posttesten. Resultatene mine viser at en del av elevene hadde endret sine forestillinger om energi. Likevel valgte flere elever og ikke svare på spørsmålet om hva energi er. Dette kan ha en sammenheng med at de nye forestillingene ikke var stabile nok til at elevene kunne føle seg trygg på dem. Ifølge Imsen (1998) er det en nær sammenheng mellom prestasjonsmotivasjon og årsakstolkninger av suksess og nederlag. Det vil si at motivasjonen styres av våre forventninger om å lykkes. Man engasjerer seg og utfører noe fordi man har tro på at man klarer det (Imsen, 1998). Resultatene antyder at elevene ikke har forstått alle sammenhengene innenfor energibegrepet. Usikkerhet kan dermed svekke elevenes motivasjon og tro på egne ferdigheter, og videre føre til at de ikke svarer på oppgavene. Dette inntrykket ble også forsterket i intervjuene med elevene:

K: Hvordan opplever du å forklare begrepet energi?

Emma: Ja.. vet på en måte hva det er, men det er vanskelig å forklare hva det er. Jeg skjønner hva det er, men skjønner ikke hvordan jeg skal forklare det sjøl. Vanskelig å sette ord på det

- *Utdrag fra intervjusekvens med Emma*

K: Hvordan synes dere det er å forklare hva energi er?

Knut: Det er litt komplisert kanskje men ... det går jo an å forklare det

K: Hvorfor synes dere det er komplisert da?

Knut: Fordi det er så mye å tenke på liksom

Tom: Det handler om så mye

- *Utdrag fra intervjusekvens med Knut og Tom*

Newtonrommet i seg selv kan være en påvirkende faktor for elevenes motivasjon. Museer, vitensentre og andre uformelle læringsmiljøer kjennetegnes gjennom eksperimentell, utforskende og oppdagende læring. Deres særegenhet vekker, motiverer og inspirerer elever med ulike bakgrunner (Lebeau, Gyamfi, Wizevich og Koster, 2001). Elevene har en forventning om noe annet enn en vanlig skoledag. Noen kommer for å ha det moro, mens andre kommer både for å ha det moro og for å lære. På den måten kan forventningene til besøket på Newton energirom påvirke elevenes interesse og motivasjon for å lære. Derfor er forarbeidet viktig for å informere elevene om hva de kan forvente av besøket (Falk og Dierking, 2000).

Resultatene mine viser også en klar sammenheng mellom forkunnskap og læringsutbytte. Interessen øker som nevnt når man føler at man presterer (Woolfolk, 2004). Gode forkunnskaper fremmer læring, men det viser seg at det var elevene med middels forkunnskap som hadde det beste utbytte av besøket på Newtonrommet. Har man gode kunnskaper svarer man også godt, men man trenger ikke nødvendigvis få noen stor utvikling.

Den sosiokulturelle konteksten – Interaksjon innad i gruppen og formidling fra Newtonlærer
 Selv om læring er en personlig prosess, involverer det også et samspill med den sosiale og fysiske konteksten. I følge Falk (2001) skjer læring gjennom samarbeid og ved å sette sammen ulike erfaringer gjennom en dialog med andre (Falk, 2001). Under besøket blir elevene delt inn i fem grupper som representerer fem ulike lands forskningsteam. Gjennom hele besøket samarbeider elevene i disse oppdelte gruppene, men også på tvers av gruppene. De deltar aktivt i diskusjoner sammen med Newtonlærer i plenum og innad i gruppene under de ulike aktivitetene. På den måten kan de utveksle og dele erfaringer med andre. Barn er aktive tenkere som bringer kognitive ferdigheter inn i en sosial interaksjon (Falk og Dierking, 2000). Likevel må det nevnes at elevene er forskjellige og ikke alle er like deltakende under besøket på Newtonrommet.

I løpet av besøket ble elevene på de to gruppene kjent med og undervist av ulike Newtonlærere. De hadde den samme Newtonlæreren på dag to, men de hadde to ulike Newtonlærere på dag en av besøket. Det vil si at de tilnærmet har vært igjennom den samme undervisningen på dag to, men de har fått to ulike fremstillinger av den første dagen. Dette kan ha hatt innvirkning på elevens læringsutbytte. Selv om Newtonlærerne er dyktige og kan

det de underviser, kan de legge opp undervisningen forskjellig og ha ulike måter å formidle læring på. I og med at Myra skole kommer noe dårligere ut på posttesten en Storhaugen skole, kan man ane en sammenheng mellom Newtonlærer og læringsutbytte. Likevel, som jeg har antydnet tidligere, må variasjonen mellom skolene ses i sammenheng med guttene på Myra skole sine holdninger og motivasjon for gjennomføringen av posttesten. Jentene på Myra skole viser like god utvikling som elevene på Storhaugen skole fra pre- til posttesten. Det kan derfor virke som at det ikke er noen utslagsgivende sammenheng mellom de ulike Newtonlærerne og læringsutbytte.

Den fysiske konteksten – Newtonrommets utforming og for- og etterarbeid

I følge Falk og Dierking (2000) lærer man best når man føler seg trygg i omgivelsene. Man motiveres gjennom meningsfulle aktiviteter og utfordringer som møter deres ferdigheter (Falk og Dierking, 2000). Den fysiske konteksten blir dermed sentral i forhold til læringsutbyttet av besøket på Newton energirom. Læring er en langvarig prosess som skjer over tid. Man lærer både før, under og i etterkant av besøket (Falk og Dierking, 2000). For- og etterarbeid blir dermed like viktig som besøket i seg selv.

Det første elevene møter på Newton energirom er en Newtonlærer som ønsker velkommen og som forklarer hva de skal gjøre under besøket og hvordan elevene skal forholde seg til rommet. De informeres for at de skal kunne føle seg trygge og fokusere på det de skal lære. Denne Newtonlæreren er hele tiden tilgjengelig for spørsmål og vil sammen med elevenes faste lærer holde orden og ro i rommet. Selv om dette er en skoleutflykt, trenger programmet faste rutiner og regler. Likevel skal det ikke være et vanlig klasserom hvor man sitter på plassen sin og skriver. Praktisk arbeid er derfor en viktig del av Newton energirom. I følge Abrahams og Millar (2008) involverer praktisk arbeid aktiviteter der elevene manipulerer og observerer virkelige objekter og materialer (Abrahams og Millar, 2008: 1945). Forskning viser at tilgang til materialer og utstyr som gir muligheten for utforskning, testing og eksperimentering uten instruksjon, fremmer læring og motivasjon (Rennie, 2007). Objektene og instrumentene rundt omkring i Newtonrommet skal fremme nysgjerrighet og aktivitet, mens moderne datamaskiner og godt laboratorieutstyr skal motivere elevene til å jobbe med oppdragene og rapportene. Elevene kan lese om energi på bannere langs veggene eller gå inn på internett og finne informasjon der. De kan bruke apparater og diskutere oppgaver med medelever og lærere. De kjenner seg igjen i hverdagen og dette skaper trygghet og legger til

rette for læring. Newton energirom er utviklet for at læring skal skje i en aktiv prosess. Naturfag involverer et samspill mellom forestillinger og observasjon. Praktisk arbeid skal hjelpe elevene til å se denne sammenhengen gjennom konkrete ferdigheter (Abrahams og Millar, 2008). Likevel krever observasjoner av fenomener en omfattende avklaring av forholdet mellom teori og empiri (Kind, 2003). Her spiller derfor Newtonlærer en viktig rolle.

Elevenes forestillinger påvirkes også av det de opplever under besøket. Et eksempel er når elevene skal forklare hva stillings- og bevegelsesenergi er. En del av elevene mente at en gjenstand har stillingsenergi når den holdes over bakken. Dette kan ha en sammenheng med eksemplene Newtonlæreren bruker i undervisningen på Newtonrommet. I et av eksemplene brukes en basketball til å forklare stillings- og bevegelsesenergi. Ballen løftes opp og holdes over bakken for å illustrere stillingsenergi. Når ballen slippes blir denne stillingsenergien gradvis omdannet til mer og mer bevegelsesenergi. Newtonlærer sin forklaring er selvfølgelig mer utfyllende, men det ser ut til at elevene husker dette eksempelet med ballen. Likevel kan det virke som om de ikke har fått med seg hele sammenhengen.

Som jeg har nevnt kan en forklaring av begrepet energi oppleves som vanskelig og komplisert for enkelte av elevene. De antyder at de vet hva det er, men det kan virke vanskelig å sette ord på fenomenet. Studien har ikke undersøkt skolens for- og etterarbeid, men et problem *kan* være at de ikke har fått repetert stoffet godt nok i etterkant av besøket og at deler av det de lærte på Newtonrommet i så måte har gått i glemmeboka. Forskning viser at elevene har best læringsutbytte av skoleutflukter når det de gjorde under utflukten var relatert til det de hadde om på skolen (Falk og Dierking, 2001). Derfor er det sentralt for naturfaglæreren å se viktigheten med for- og etterarbeidet. Dette for å forberede elevene til besøket og for å oppklare eventuelle løse tråder og uklare forestillinger i etterkant av besøket.

FIRST Scandinavia (2010) sin evaluering av årets Newton energirom, gir et lite inntrykk av lærernes innsats innen for- og etterarbeid i forbindelse med besøket. Disse resultatene kan ikke settes i sammenheng med mine resultater, men det kan likevel være interessant å nevne. Av elleve lærere som har avgitt en evaluering i etterkant av besøket, har ti av dem oppgitt at de gjennomført det foreslåtte for- og etterarbeidet som følger med programmet. Bare en lærer har gjennomført eget opplegg. Når det gjelder tidsbruken på for- og etterarbeidet, er det bare en lærer som har avgitt svar. Han eller hun oppgav at de brukte mer enn fem skoletimer på

forarbeidet og to skoletimer på etterarbeidet. Disse resultatene viser en antydning til at for- og etterarbeid ikke i stor grad har blitt prioritert i forbindelse med besøket. De fleste lærerne har gjennomført det de er ”pålagt” og de sier ingenting om tidsbruken. Om dette gjelder lærerne til de to gruppene jeg har fulgt, vites ikke, men det er uansett noe som kan påvirke elevenes læringsutbytte.

Metodevalg: spørreskjema og intervju

Jeg har enda ikke diskutert resultatene fra spørsmål 5.1. som omhandlet hvorfor Norge er så naturlig egnet for å utnytte vann- og vindenergi. Her var det som nevnt en negativ utvikling fra pre- til posttest. Jeg var lenge i tvil om jeg skulle ta med dette spørsmålet fordi elevene ikke fikk noen direkte svar på det i undervisningen på Newtonrommet. Det var tenkt som et spørsmål der elevene skulle reflektere litt og prøve å komme fram til et eget svar. Likevel kunne de hente inn informasjon om dette gjennom plakatene rundt omkring i rommet, nettressursene og de aktivitetene de gjorde. Men det viser seg at elevene ikke har hatt noen utvikling på dette området. De fleste besvarelsene omhandlet at vi har så mange fjell og daler, fosser og elever, og en lang kystlinje. Få tenkte på høydeforskjellen i forbindelse med vannkraft eller tilgangen på økonomi eller teknologi innenfor vindkraft. Jeg valgte likevel å la det være en del av det totale læringsutbyttet. Dette fordi den negative utviklingen ikke var så veldig stor. Men også fordi jeg mener at dette var en oppgave med overføringsverdi fra de aktivitetene elevene arbeidet med under besøket.

I forhold til min undersøkelse kan man stille spørsmålet om resultatene mine kan være påvirket av spørsmålenes utforming. På spørsmål 4.1 bruker jeg begrepet energikjede i spørsmålsformuleringen. Dette kan være et begrep som elevene ikke har kjennskap til fra før:

K: Hvordan vil dere forklare ordet energikjede?

Tom: Trekker og binder sammen noe sikkert... en kjede

K: Hva er det som blir bundet sammen?

Tom: Energi og noe annet

K: Kan dere gi et eksempel på en energikjede? ... Kan dere forklare energikjeden i vannkraftverket?

Tom: Det går igjennom et rør, så kommer det til en turbin..

Knut: Stillingsenergi her (dammen), starter der...

(...)

Knut: Vannet drar gjennom et rør. Da får det bevegelsesenergi som da drar til turbinen. Vannets bevegelsesenergi snurrer rundt turbinen og turbinen danner strøm som den sender videre gjennom strømledninger. Vannet renner videre som bevegelsesenergi

- Utdrag fra intervjusekvens med Tom og Knut

Med bakgrunn i resultatene fra intervjuene, har elevene en god forståelse for hva som skjer fra vannet demmes opp til det kommer ut som elektrisk energi i stikkontakten. De har en viss forståelse for hvordan energien overføres i et vannkraftverk, men de klarer ikke å koble begrepet energikjede til denne sammenhengen. En annen påvirkende faktor i forhold til spørsmålenes utforming, kan være den åpne formen. For mange elever kan det være en større utfordring å skrive med egne ord, enn å krysse av det alternativet de tror er riktig. Som et hjelpemiddel hadde jeg derfor oppgitt noen sentrale begreper som elevene skulle bruke i besvarelsen. Likevel valgte mange elever å la disse to spørsmålene stå ubesvart. Når man totalt kunne oppnå 13 poeng på disse to oppgavene, sier det seg selv at det gir store utslag på totalsummen dersom man ikke svarer.

I tillegg bør også avkryssingsspørsmålene nevnes med tanke på utformingen av spørsmålene. Disse spørsmålene viste, i motsetning til mange av de andre oppgavene, gode resultater både i pre- og posttest. Det kan derfor tenkes at utformingen av disse spørsmålene har hatt innvirkning på responsen. Spørsmål 2.2 var et lukket spørsmål der elevene skulle velge riktig alternativ i forhold til hva energiloven sier. Det var tre alternativer og det var lagt opp til at alle kunne være riktig. Siden mange svarte riktig på oppgaven, kan man spørre seg om alternativene ble for enkle i den forstand at eleven kunne gjette eller resonnerer seg frem til riktig svar. Kanskje hadde det gitt andre resultater dersom elevene ble bedt om å forklare energiloven med egne ord.

I datainnsamlingen valgte jeg å bruke både personlig intervju og gruppeintervju. Utfordringen med personlige intervju var å få en flyt i samtalen og la elevene slippe seg løs. Elevene var veldig nervøse og det ble mye spørsmål og korte svar. Det var vanskelig å få dem til å greie ut om sine egne erfaringer fra besøket og det ble derfor mange ledende spørsmål fra min side. Noen hadde også vanskelig for å huske så langt tilbake. Jeg bestemte meg derfor for å gjennomføre gruppeintervju på den andre skolen. I den hensikt at elevene skulle føle seg tryggere, samtidig som de fikk muligheten til å støtte seg til en medelev. Dette kunne være en fordel for å huske tilbake til besøket. Det ble i tillegg bedre flyt på intervjuet og samtalene gikk lettere. Til tross for dette hadde en slik setting også negative sider. For det første ble det en større utfordring å holde intervjuet innenfor de temaene jeg ønsket og å holde begge elevene fokuserte. For det andre opplevde jeg tidlig i intervjuene at den eleven som var faglig

sterkest tok ordet og ledet samtalen. Likevel føler jeg at begge elevene totalt sett fikk bidra godt i intervjuene.

5.3 Forventninger og oppfatninger i forhold til læringsutbytte

Forventning, interesse og motivasjon henger som nevnt tett sammen og er viktige faktor for læring (Falk og Dierking, 2000). Resultatene viser at 25 elever bruker begrepet *læring* når de beskriver sine forventninger til besøket på spørsmål 1.1 i pretesten. Disse forventningene omhandlet å lære om energi, energikilder, strøm, eksperimenter, Newton og Newtonrommet. En elev forventet at besøket skulle være spennende og utfordrende, noe som i seg selv er sentralt i forhold til læring. På spørsmål 1.1 i posttesten om hva elevene syntes om de to dagene på Newton energirom, trakk 28 av elevene inn ulike faktorer som kan settes i sammenheng med at opplevelsen var morsom eller spennende. En stor del av elevene syntes at besøket på Newton energirom var en *morsom* opplevelse. I den sammenheng kan det være interessant å drøfte hvorvidt denne begeistringen for besøket kan knyttes opp mot læringsutbytte. Falk, Moussouri og Coulson (omtalt i Naustdal, 2008) har undersøkt om det er noen sammenheng mellom den besøkendes agenda og læringsutbyttet av et besøk på museet. Resultatene deres bekrefter at motivasjon påvirker utbyttet av besøket, men de fant i tillegg en sammenheng mellom læringsutbytte og det å ha det gøy på utflukten. De besøkende som oppgav at de både ønsket å lære og å ha det gøy under besøket, gjorde det også best på testene som målte læringsutbyttet (Naustdal, 2008). Mine resultater viser den samme tendensen. Elevene hadde en forventning om å lære noe, de hadde det gøy og en stor del av elevene har et godt læringsutbytte i forhold til de totale resultatene. Forskning viser at barn liker å besøke museer fordi de lærer og har det gøy på samme tid (Rennie, 2007). Og dette er med på å påvirke læringsutbyttet.

I tillegg hadde de fleste elevene en oppfatning om hva de selv lærte. På spørsmål 6.1 i posttesten skulle de oppgi hva de selv mente de hadde lært. Her nevnes bl.a. energi, energikilder, energiformer, hvordan utnytte energi, olje, gass og elektrisitet. Med andre ord har en del av forventningene deres blitt oppfylt, men spørsmålet er om de egentlig har lært det de ramser opp eller om svarene er formet av informasjonen de finner på spørreskjemaet. Kanskje skulle dette spørsmålet kommet i starten, slik at de fikk satt i gang en egen tankeprosess. Likevel ser vi at en del av elevene mener at de har lært om energi, energiformene stillingsenergi og bevegelsesenergi, og om fornybare og ikke-fornybare

energikilder. Noe som også stemmer godt i forhold til resultatene som jeg har diskutert i kapittel 5.2.3.

5.3.1 En oppsummering

Forskningsspørsmål

- **Hvordan samsvarer elevenes forventninger og oppfatninger av besøket i forhold til læringsutbyttet?**

Mine resultater viser en viss sammenheng mellom elevenes forventninger og oppfatninger av besøket og deres læringsutbytte. En stor del av elevene hadde en forventning om å lære noe og de hadde en oppfatning av at de lærte noe på en morsom og spennende måte. Dette kan dermed ha motivert elevene og påvirket resultatene i en positiv retning.

6 Konklusjon

Utgangspunktet for denne studien var følgende problemstilling:

Hvordan påvirkes elevenes kunnskaper og forestillinger om energibegrepet etter et besøk på Newton energirom?

Totalt sett viser resultatene fra undersøkelsen en positiv utvikling i forhold til elevenes læringsutbytte. De gjennomsnittlige resultatene fra pretesten til posttesten viser en økning på 17,6 %. Jeg har tidligere i studien drøftet hvorvidt en slik prosentvis økning er god eller ikke. Empirien kan likevel gi et grunnlag for videre utvikling av Newton energirom. Elevenes forestillinger har utviklet seg i takt med læringsutbyttet og jeg vil kort presentere de viktigste funnene:

Hva er energi

Før besøket var den en vanlig forestilling blant elevene om at energi er strøm, men denne forestillingen utvikles i retning av lærebokdefinisjonen i løpet av opplegget. I tillegg refererte de fleste elevene til elektriske apparater når de skal forklare hva vi kan bruke energi til. Med tanke på energiloven, så oppnår de gode resultater både før og etter besøket.

Energikjeder

Elevene har gode kunnskaper om fornybare energikilder. Mindre kunnskap har de om de ikke-fornybare energikildene, men resultatene viser en positiv utvikling i løpet av besøket.

Energiformer

Elevene forklarer energiformene ut fra hvordan fenomenene opptrer. Stillingsenergi forbindes med noe som står i ro og bevegelsesenergi med noe som er i bevegelse. I tillegg har de en liten forståelse for sammenhengen og den glidende overgangen mellom de to energiformene. Likevel kan man se en utvikling der flere elever har trukket inn de fysiske påvirkningsfaktorene masse, høyde og gravitasjon i forklaringen etter besøket. Det har også utviklet seg en bedre forståelse for at en gjenstand både kan ha stillingsenergi og bevegelsesenergi.

Energikjeder og energiomdanning

Elevene viser liten kunnskap om energikjeder og energiomdanning, spesielt i forhold til

hvordan fossilt brensel omdannes til elektrisk energi. Men man kan se en viss utvikling når elevene skal forklare energikjeden i et vannkraftverk. Likevel bekreftes det en viss usikkerhet rundt begrepet energikjede i intervjuene. Med tanke på generering av elektrisk energi har elevene fått en bedre forståelse for dette, men noen elever har en tendens til å blande sammen navnene på turbinen og generatoren.

Empirien viser at én gruppe elever skiller seg ut. Guttene på Myra skole har vist en betydelig svakere utvikling fra pre- til posttest enn de andre elevene. Jentene på Myra skole viser imidlertid at de er på samme nivået som elevene fra Storhaugen skole. Jeg fant også en sammenheng mellom forkunnskaper og læringsutbytte. Det vil si at elever med gode forkunnskaper gjorde det bra på testene. Likevel var det elevene med middels forkunnskap som viste størst læringsutbytte i perioden mellom pre- og posttesten. I tillegg viste resultatene en sammenheng mellom læring og opplevelse, ved at elevenes forventninger ble innfridd gjennom besøkets opplevelser og læringsutbytte.

Jeg har forsøkt å diskutere mine resultater ut fra Falk og Dierkings kontekstmodell og hvordan den personlige, sosiokulturelle og fysiske konteksten kan ha påvirket elevenes læringsutbytte. Dette med bakgrunn i at Newton energirom ikke er et vanlig klasserom. Både den sosiale og fysiske konteksten er annerledes. Denne modellen ga meg muligheten til å undersøke hvilke faktorer som påvirket læringsutbyttet. Det dette forskningsarbeidet ikke har undersøkt, er hvordan lærerne legger til rette for- og etterarbeidet på skolen. Videre kan det derfor være aktuelt å se nærmere på hvordan lærerne tilrettelegger arbeidet på skolen og hvordan dette påvirker læringsutbyttet. Læring er en prosess som skjer over tid. For- og etterarbeid er derfor viktig for å styrke læringsutbyttet.

Hvorfor skal skolene bruke tid på en utflukt til Newton energirom? Kan de ikke lære om energi i klasserommet på skolen? Svaret er selvfølgelig ja, men utfordringene innen naturfaget i dagens skole er mange. Det kan blant annet være i forbindelse med utstyr, kompetanse, økonomi eller tilgang på eget naturfagrom. Den siste TIMSS-rapporten (TIMMS 2007) viser at norske naturfaglærere har liten naturfaglig utdanning i forhold til andre land. Samtidig er det satt av mindre tid til naturfag og det foregår mindre eksperimentelt arbeid (Grønmo og Onstad, 2009). På enkelte områder ligger vi med andre ord etter i forhold til andre land. Likevel fremhever Kunnskapsløftet viktigheten med både praktisk og teoretisk arbeid i

laboratorier. Dette for å få erfaring med og utvikle kunnskap om vitenskaplige metoder (LK 06). Det er nettopp dette som gjør Newton energirom så aktuelt. Gjennom et besøk på Newton energirom får man alt i en pakke. Elevene veiledes av en Newtonlærer med god realfaglig kompetanse. De kan drive elevaktive arbeidsformer og praktisk arbeid med moderne utstyr som kanskje ikke skolene har tilgjengelig. Mine resultater viser at satsningen på utviklingen av rommet i seg selv har en verdi. Når elevene både lærer og har det moro, må man kunne si at Newton energirom er et flott tiltak både for å skape interesse rundt realfag og for å lære om energi. Utfordringen blir dermed å få Statoil eller lignende selskaper til å gå inn og sponse flere energirom rundt omkring i landet. Min mening er at dette er en god mulighet for skolene til å piffe opp naturfagsundervisningen og utvikle en interesse for naturfag blant elevene.

7 Litteraturliste

- Abrahams, I. og Millar, R. (2008). Does practical work really work? A study of the effectiveness of practical work as a teaching and learning method in school science. *International Journal of Science Education, Volume 30, Issue 14* (s. 1945 – 1969). London: Routledge.
- Anderson, D., Storksdieck, M. og Spock, M. (2007). Research on Learning From Museums. I: Falk, J.H., Dierking, L.D. og Foutz, S. (red.). *In Principle, In Practice. Museums as Learning Institutions* (s. 57-73). Plymouth, UK: AtlaMira Press, A Division of Rowman & Littlefield Publishers Inc.
- Bybee, R. W. (2001). Achieving Scientific Literacy: Strategies for Insuring That Free-Choice Science Education Complements National Formal Science Education Efforts. I: Falk, J.H. (red.). *Free-Choice Science Education. How We Learn Science Outside of School* (s. 44-63). New York, NY: Teachers College Press, Columbia University.
- Dalland, O. (2007). *Metode og oppgaveskriving for studenter*. Oslo: Gyldendal akademiske
- Driver, R. (1983). *The Pupil as Scientist*. Buckingham, UK: Open University Press.
- Driver, R., Squires, A., Rushworth, P. og Wood-Robinson, V. (1994). *Making sense of secondary science: Research into Children's ideas*. London: Routledge.
- Falk, J.H. (2001). Free-Choice Science Learning: Framing the Discussion. I: Falk, J.H. (red.). *Free-Choice Science Education. How We Learn Science Outside of School* (s. 3-20). New York, NY: Teachers College Press, Columbia University.
- Falk, J.H. og Dierking L.D. (2000). *Learning from Museums. Visitors Experiences and the Making of Meaning*. Walnut Creek, CA: AtlaMira Press, A Division of Rowman & Littlefield Publishers Inc.
- Falk, J.H. og Dierking L.D. (2002). *Lessons Without Limit: How Free-Choice Learning is Transforming Education*. Walnut Creek, CA: AtlaMira Press, A Division of Rowman & Littlefield Publishers Inc.
- Fet, A.M. og Sletbak, B. (1993). *Rom, stoff, tid FK. Ettårig forkurs for ingeniørhøgskoler og maritime høgskoler*. Oslo: J.W. Cappelens Forlag AS
- FIRST Scandinavia (2009). *Newton energirom Trondheim*. Hentet 11. november 2009 fra <http://newton.no/rom/newton-energirom-trondheim-1001.aspx>
- FIRST Scandinavia (2010). *Evaluering og resultater fra faglig prøve - En PowerPoint presentasjon*. Bodø: FIRST Scandinavia. Upublisert materiale.

- Fornybar energi (2007). *Fornybar energi 2007*. Lysaker: SWECO Grøner AS
- Frøyland, M. (2003). Visjonen om naturvitenskaplig allmenndannelse og betydningen av uformell læring. I: Jorde, D. og Bungum, B. (red.) *Naturfagdidaktikk. Perspektiver, forskning, utvikling* (s. 333-344). Oslo: Gyldendal Norsk forlag AS.
- Grønmo, L.S., Bergem, O.K., Kjærnsli, M., Lie, S. og Turmo, A. (2004). *Hva i all verden har skjedd i realfagene? Norske elevers prestasjoner i matematikk og naturfag i TIMSS 2003*. Oslo: Acta Didactica 2004/5.
- Grønmo, L.S. og Onstad, T. (2009). *Tegn til bedring. Norske elevers prestasjoner i matematikk og naturfag i TIMSS 2007*. Otta: AIT Otta AS.
- Illeris, K. (2006). *Læring*. Frederiksberg C: Roskilde Universitetsforlag.
- Imsen, G. (1998). *Elevenes verden. Innføring i pedagogisk psykologi*. Oslo: Universitetsforlaget
- Isnes, A. (2008). Undervisning om energi. *Tidsskriftet Naturfag*, 1/08, (s. 8-9). Oslo: Naturfagsenteret.
- Johannessen, A., Tufte, P.A. og Kristoffersen, L. (2005). *Introduksjon til samfunnsvitenskaplig metode*. Oslo: Abstrakt Forlag AS.
- Kind, P.M. (2003). Praktisk arbeid og naturvitenskaplig allmenndannelse. I: Jorde, D. og Bungum, B. (red.) *Naturfagdidaktikk. Perspektiver, forskning, utvikling* (s. 226-244). Oslo: Gyldendal Norsk forlag AS.
- Kunnskapsdepartementet (2006). *Læreplanverket for kunnskapsløftet*.
- Lebeau, R.B., Gyamfi, P., Wizevich, K. og Koster, E.H. (2001). Supporting and Documenting Choice in Free-Choice Science Learning Environments. I: Falk, J.H. (red.). *Free-Choice Science Education. How We Learn Science Outside of School* (s. 133-148). New York, NY: Teachers College Press, Columbia University.
- Lyngsnes, K. og Rismark, M (1999). *Didaktisk arbeid*. Oslo: Gyldendal Norsk Forlag AS.
- Millar, R. (2005). *Teaching about energy*. Department of Educational Studies: Research Paper 2005/11. The University of York.
- Myhre, A. (2008). *Klima, energi og miljø*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Naustdal, L. (2008). *Skolebesøk på vitensenter – hva er hensikten?* Masteroppgave i naturfagdidaktikk. Trondheim: NTNU.
- Postholm, M.B. (2005). *Kvalitativ metode. En innføring med fokus fenomenologi, etnografi og kausstudier*. Oslo: Universitetsforlaget.

- Rennie, L.J. (2007). Learning Science Outside of School. I: Abell, S.K. og Lederman, N.G. (red.). *Handbook of research on Science Education* (s.125-167). Mahawah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Rennie, L.J. og Johnston, D.J. (2007). Research on Learning From Museums. I: Falk, J.H., Dierking, L.D. og Foutz, S. (red.). *In Principle, In Practice. Museums as Learning Institutions* (s. 57-73). Plymouth, UK: AtlaMira Press, A Division of Rowman & Littlefield Publishers Inc.
- Ringdal, K. (2007). *Enhet og mangfold. Samfunnsvitenskapelig forskning og kvantitativ metode*. Bergen: Fagbokforlaget.
- Robson, C. (2002). *Real World Research: A Resource for Social Scientists and Practitioner-Researchers*. Oxford: Blackwell Publishing.
- Scott, P., Asoko, H. og Leach, J. (2007). Student Conceptions and Conceptual Learning in Science. I: Abell, S. og Lederman, N. (red.). *Handbook of Research on Science Education* (s. 31-56). Mahwah, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Sjøberg, S. (2007). *Naturfag som allmenndannelse - en kritisk fagdidaktikk*. Oslo: Gyldendal Norsk Forlag.
- Strömdahl, H. (1996). A commentary on the attainment of the scientific concept energy. I: Eskilsson, O. og Helldén, G. (red.). *Naturvitenskapen i skolan inför 2000-talet. Rapport från det femte nordiska forskarsymposiet om undervisning i naturvetenskap i skolan* (s. 489-496). Kristianstad: Fagus Förlag.
- Thagaard, T. (2009). *Systematikk og innlevelse. En innføring i kvalitativ metode*. Bergen: Fagbokforlaget.
- Tveita, J., Flæsen, S. og Klepaker, T. (2003). Natur- og miljøfag – liv laga? En evaluering av natur- og miljøfaget etter Reform 97. *Tidsskriftsserien ved Høgskolen i Nesna*, 51, s.1-27.
- van Marion, P. (2008). Praktisk arbeid. I: Van Marion, P. og Strømme, A. (red.) *Biologididaktikk*. Kristiansand: Høyskoleforlaget.
- van Marion, P., Hov, H., Thyraug, T. og Trongmo, Ø. (2006). *Senit. Naturfag Vg 1. Studieforbereidende*. Oslo: Gyldendal Norsk Forlag AS
- Woolfolk, A. (2004). *Pedagogisk Psykologi*. Trondheim: Tapir akademisk forlag.

8 Vedlegg

Vedlegg 1: Pretest (Spørreskjema)

Vedlegg 2: Posttest (Spørreskjema)

Vedlegg 3: Intervjuguide for elevintervju

Vedlegg 4: Godkjenning fra NSD

Vedlegg 5: Informasjonsskriv til elever og foreldre

Vedlegg 6: Transkripsjoner av intervju (Vedlagt på cd)

Vedlegg 1: Pretest (Spørreskjema)

Elevnummer: _____

Gutt Jente

Pre-test



Til eleven

Newton energirom er et nytt og spennende undervisningsrom i naturfag for alle elever på 9. trinn i Trondheim. Her skal du og resten av gruppen din, være forskere og se nærmere på fremtidens energiutfordringer.

I forbindelse med besøket på Newton energirom vil jeg at du skal delta i to omtrent like undersøkelser, en *nå* og en *etter* besøket. Undersøkelsene ser nærmere på læringsutbyttet dere elever har av dagene på Newtonrommet. Dette er ikke bare viktig for mitt forskningsarbeid, men det er også viktig for den videre utviklingen av Newton energirom.

Undersøkelsene vil være anonyme i forhold til mitt forskningsarbeid og det vil ikke bli satt noen karakter. Men resultatene til hver enkelt elev vil være tilgjengelig for læreren din.

Med vennlig hilsen

Kai Morten Overå

Masterstudent ved NTNU

Del 1: Forventninger



1 Hva forventer du å lære disse dagene ved Newton energirom?

Skriv svaret ditt her

Del 2: Hva er energi?



1 Hva er energi og hva kan vi bruke energi til?

Skriv svaret ditt her



2 Hva sier energiloven?

Kryss av for det du mener er riktig

- Energi kan forsvinne og komme tilbake igjen som en annen energiform, den må bare lades opp først
- Energi kan verken forsvinne eller oppstå av seg selv, den kan bare overføres fra en energiform til en annen
- Jo mer energi vi bruker, jo mindre energi blir det igjen til etterkommerne våre

Del 3: Energikilder og energiformer



1 Hvor får vi energi fra?

Nevn så mange energikilder du kan komme på og sorter dem etter fornybare og ikke-fornybare energikilder.

Fornybare energikilder	Ikke-fornybare energikilder



2 Hvilke påstander om fornybare og ikke-fornybare energikilder er riktige?

	Riktig	Galt	Vet ikke
1) Det finnes så store mengder av ikke-fornybare energikilder at de aldri vil bli tomme.			
2) Fornybare energikilder inngår i et naturlig energikretsløp som gjør at energikilden fornyes i samme takt som vi bruker av dem.			
3) Olje regnes som en fornybar energikilde siden den stadig dannes av døde planter og dyr.			
4) Vannenergi er en fornybar energikilde som utnytter vannets kretsløp.			
5) Sola regnes som en ikke-fornybar energikilde siden den vil slutte å lyse om 4,5 milliarder år.			
6) Vind er en ikke-fornybar energikilde siden den forsvinner på vindstille dager			
7) Olje og gass er ikke-fornybare energikilder som ble dannet for millioner av år siden og som en dag vil ta slutt			



3 Hva er forskjellen mellom stillingsenergi og bevegelsesenergi?

Skriv svaret ditt her og bruk gjerne et eksempel for å forklare forskjellen



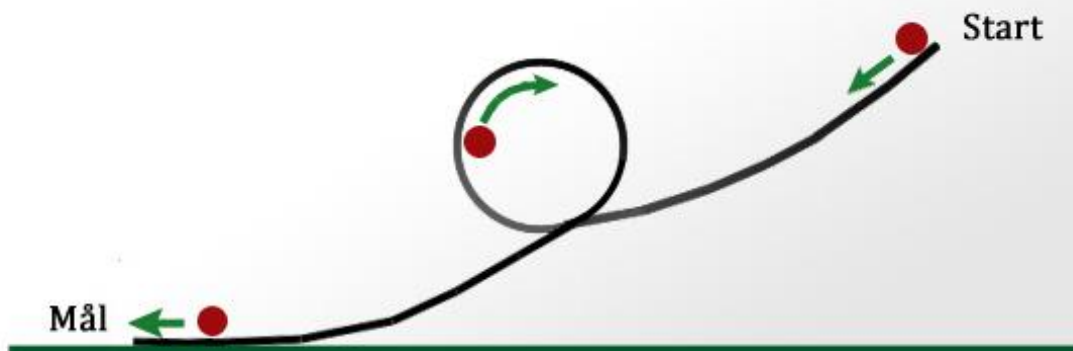
4 Stillingsenergi eller bevegelsesenergi?

Kryss av for de svaralternativene du mener er riktige i hver setning. Begge alternativer kan være riktig

	Stillingsenergi	Bevegelsesenergi	Vet ikke
1) En syklist i fart i bunnen av bakken har...			
2) Vannet som er demt opp i en innsjø har ...			
3) En ball som holdes i ro 1 meter over bakken har...			
4) Energien i oljen under havbunnen ligger lagret som...			
5) En stein som ruller nedover midt oppe i en fjellside har...			



5 En kule beveger seg langs en bane som vist på figuren under. Se på figuren og fyll inn rett svar.



- 1) Hvilken energiform(er) har kula ved start? _____
- 2) Hvilken energiform(er) har kula ved målgang? _____
- 3) Hvilken energiform(er) har kula i loopen?

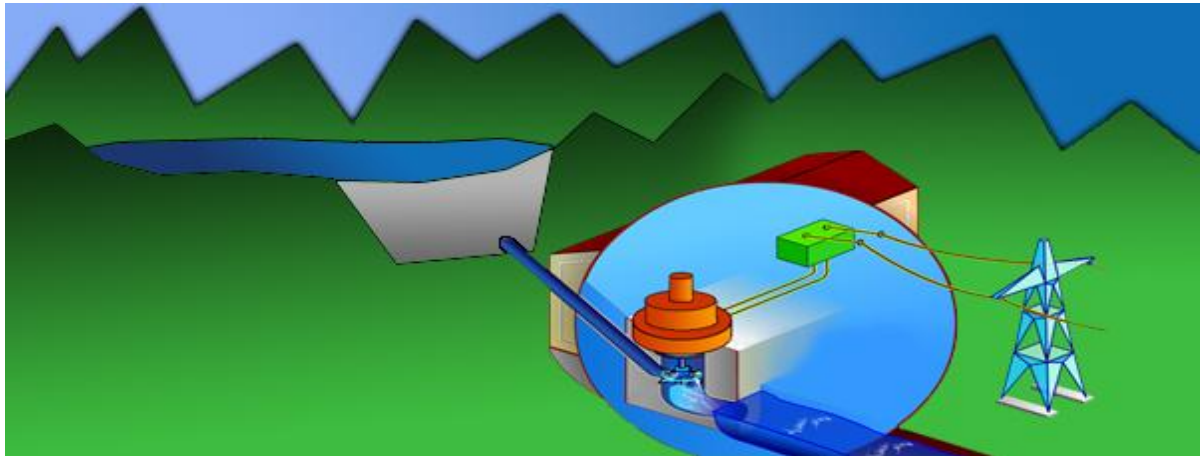
- 4) Hva er med på å bestemme hvor mye energi kula har ved start?

Del 4: Energiomdanning



1 Bruk begrepene og tegningen under til å forklare energikjeden i et vannkraftverk.

turbin, stillingsenergi, vannmagasin, elektrisk energi, generator, bevegelsesenergi



Skriv svaret ditt her



2 Bruk begrepene under til å forklare hvordan energien fra fossile brensler som olje, gass og kull kan omdannes til elektrisk energi?

fossilt brensel, turbin, stillingsenergi, vanndamp, elektrisk energi, generator, bevegelsesenergi

Skriv svaret ditt her og lag gjerne en tegning for å forklare



3 Hvilke påstander er riktige i forhold til generering av elektrisk energi?

	Riktig	Galt	Vet ikke
1) Generatoren driver turbinen som produserer elektrisk energi			
2) Generatoren består av magneter som roterer i forhold til en spole			
3) Generatoren gjør bevegelsesenergi om til elektrisk energi			
4) Generatoren gjør stillingsenergi om til elektrisk energi			
5) Generatoren produserer også varmeenergi			

Del 5: Energiproduksjon



1 Hva er det som gjør at Norge er naturlig egnet for å utnytte vann- og vindenergi?

Skriv svaret ditt her

Takk for samarbeidet så langt!

Vedlegg 2: Posttest (Spørreskjema)

Elevnummer: _____

Gutt Jente

Post-test

Ikke besøkt Besøk 1. dag Besøk 2. dag Begge dagene **Hei igjen!**

Da er besøket på Newton energirom gjennomført og det er på tide å se om dere har lært noe. Du skal nå gjennomføre omtrent den same prøven som du gjorde før besøket. På den måten kan vi sammenligne resultatene og se om det er en utvikling fra forrige gang.

Undersøkelsen vil fortsatt være anonym i forhold til mitt forskningsarbeid og det vil ikke bli satt noen karakter på prøven.

Med vennlig hilsen

Kai Morten Overå

Masterstudent ved NTNU

Del 1: Forventninger



1 Hva synes du om de to dagene på Newton energirom?

Skriv svaret ditt her

Del 2: Hva er energi?



1 Hva er energi og hva kan vi bruke energi til?

Skriv svaret ditt her



2 Hva sier energiloven?

Kryss av for det du mener er riktig

- Energi kan forsvinne og komme tilbake igjen som en annen energiform, den må bare lades opp først
- Energi kan verken forsvinne eller oppstå av seg selv, den kan bare overføres fra en energiform til en annen
- Jo mer energi vi bruker, jo mindre energi blir det igjen til etterkommerne våre

Del 3: Energikilder og energiformer



1 Hvor får vi energi fra?

Nevn så mange energikilder du kan komme på og sorter dem etter fornybare og ikke-fornybare energikilder.

Fornybare energikilder	Ikke-fornybare energikilder



2 Hvilke påstander om fornybare og ikke-fornybare energikilder er riktige?

	Riktig	Galt	Vet ikke
1) Det finnes så store mengder av ikke-fornybare energikilder at de aldri vil bli tomme.			
2) Fornybare energikilder inngår i et naturlig energikretsløp som gjør at energikilden fornyes i samme takt som vi bruker av dem.			
3) Olje regnes som en fornybar energikilde siden den stadig dannes av døde planter og dyr.			
4) Vannenergi er en fornybar energikilde som utnytter vannets kretsløp.			
5) Sola regnes som en ikke-fornybar energikilde siden den vil slutte å lyse om 4,5 milliarder år.			
6) Vind er en ikke-fornybar energikilde siden den forsvinner på vindstille dager			
7) Olje og gass er ikke-fornybare energikilder som ble dannet for millioner av år siden og som en dag vil ta slutt			



3 Hva er forskjellen mellom stillingsenergi og bevegelsesenergi?

Skriv svaret ditt her og bruk gjerne et eksempel for å forklare forskjellen



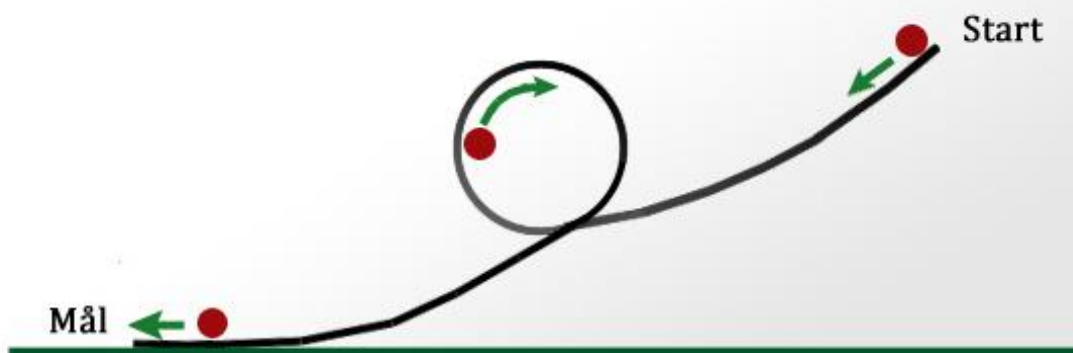
4 Stillingsenergi eller bevegelsesenergi?

Kryss av for de svaralternativene du mener er riktige i hver setning.
Begge alternativer kan være riktig

	Stillings-energi	Bevegelses-energi	Vet ikke
1) En syklist i fart i bunnen av bakken har...			
2) Vannet som er demt opp i en innsjø har ...			
3) En ball som holdes i ro 1 meter over bakken har...			
4) Energien i oljen under havbunnen ligger lagret som...			
5) En stein som ruller nedover midt oppe i en fjellside har...			



5 En kule beveger seg langs en bane som vist på figuren under
Se på figuren og fyll inn rett svar



- 1) Hvilken energiform(er) har kula ved start? _____
- 2) Hvilken energiform(er) har kula ved målgang? _____
- 3) Hvilken energiform(er) har kula i loopen?

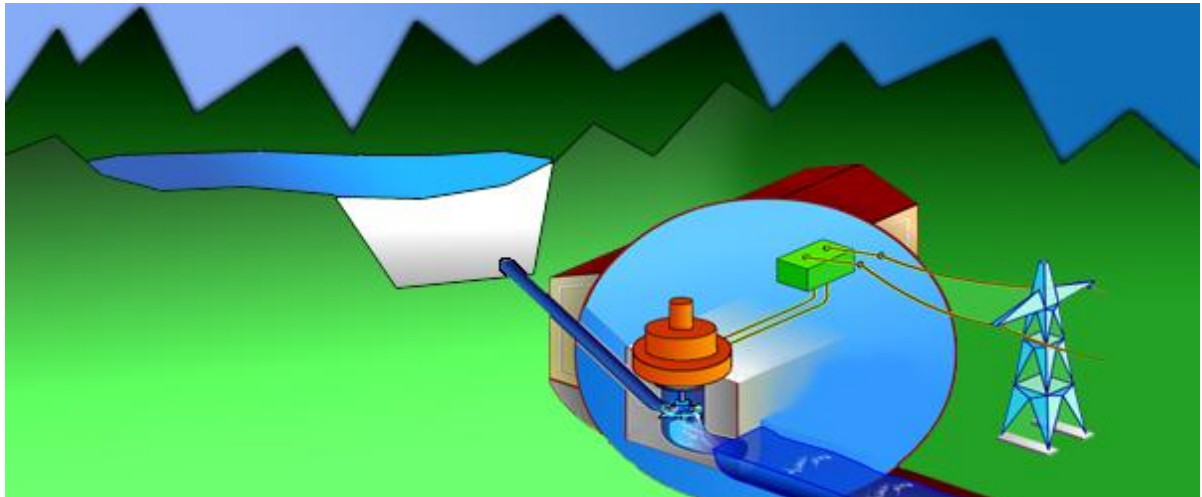
- 4) Hva er med på å bestemme hvor mye energi kula har ved start?

Del 4: Energiomdanning



1 Bruk begrepene og tegningen under til å forklare energikjeden i et vannkraftverk.

turbin, stillingsenergi, vannmagasin, elektrisk energi, generator, bevegelsesenergi



Skriv svaret ditt her



2 Bruk begrepene under til å forklare hvordan energien fra fossile brensler som olje, gass og kull, kan omdannes til elektrisk energi?

fossilt brensel, turbin, stillingsenergi, vanndamp, elektrisk energi, generator, bevegelsesenergi

Skriv svaret ditt her og lag gjerne en tegning for å forklare



3 Hvilke påstander er riktige i forhold til generering av elektrisk energi?

	Riktig	Galt	Vet ikke
1) Generatoren driver turbinen som produserer elektrisk energi			
2) Generatoren består av magneter som roterer i forhold til en spole			
3) Generatoren gjør bevegelsesenergi om til elektrisk energi			
4) Generatoren gjør stillingsenergi om til elektrisk energi			
5) Generatoren produserer også varmeenergi			

Del 5: Energiproduksjon



1 Hva er det som gjør at Norge er naturlig egnet for å utnytte vann- og vindenergi?

Skriv svaret ditt her

Del 6: Hva har du lært?



1 Hva har du lært disse dagene ved Newton energirom?

Skriv ned svaret dit her

Takk for samarbeidet!

Vedlegg 3: Intervjuguide



Intervjuguide

Innledning

Før og etter besøket på Newton energirom gjennomførte du og resten av klassen din to tester i forhold til det dere skulle lære på Newton energirom. Når har jeg rettet testene og det har vært en fin utvikling fra pre-testen til post-testen, men jeg har fortsatt noen punkter jeg ønsker å se nærmere på. Det er derfor viktig for meg at du svarer ærlig og så godt som mulig på spørsmålene jeg stiller. Jeg er ikke ute etter å stille deg opp mot veggen og sette en karakter på deg, men jeg ønsker å se hva du sitter igjen med kunnskap fra besøket på Newton energirom.

Jeg vil bruke båndopptaker, men disse opptakene vil bli slettet når oppgaven er ferdig og senest i utgangen av juni måned. Likevel vil intervjuet være anonymt og i rapporten min vil jeg bruke et fiktivt navn slik at ingen vil kunne kjenne deg igjen.

Innledende spørsmål

- Kan du/dere fortelle litt om hva dere gjorde på Newton energirom? Fortell
 - Hva hendte underveis?
- Hvordan opplevde du/dere besøket på Newton energirom? Hvorfor?
 - Hva synes du/dere om Newtonrommet? Hvorfor?
- Føler du at noe kunne vært gjort annerledes? Hva? Hvordan? Hvorfor?

Hva er energi?

Deler ut et ”tankekart” om begrepet energi som han/hun/de skal fylle ut skriftlig og muntlig.

- Hva er energi? Hvor finner vi energi? Hvor kommer energi fra? **Fortell!**
 - Hva mener du/dere med det?
- Trekker fram det de har svart i testene. Hva mener du/dere med det?
 - Hvordan vil du/dere forklare hva et arbeid er?
 - Hvordan kan elektrisk strøm utføre et arbeid?
 - Hvordan vil du forklare hva en kraft er?
 - Evt flere oppfølgingsspørsmål
- Hvordan synes du/dere det er å forklare hva energi er? Hvorfor?

Energiformer

- På Newtonrommet lærte dere om stillingsenergi og bevegelsesenergi. Fortell meg alt du/dere kommer på når jeg sier ordene stillingsenergi og bevegelsesenergi. Gir dem et ark så de kan uttrykke seg både muntlig og skriftlig
- Hvordan vil du forklare at noe som er i ro har energi? Hva mener du med det?
- Hvordan vil du forklare at noe som er i bevegelse har energi? Hva mener du med det?
- Dersom vi ser på kulebanen. Kan du beskrive hvordan du mener energien til kula forandrer seg i kulebanen? Hvorfor?
- Hva var det som gjorde at du/dere lærte om stillingsenergi og bevegelsesenergi på Newton energirom? Hvorfor?

Energikjeder

Deler ut et ”tankekart” om begrepet energikjede som de skal fylle ut skriftlig og muntlig

- Hvordan vil du/dere forklare begrepet energikjede? Hva mener du/dere med det?

Viser han/hun/dem tegningen av et vannkraftverk.

- Drar du/dere kjensel på denne tegningen? Hva er det? Fortell
- Hvordan vil du/dere trinn for trinn forklare hvordan energien i vann blir til elektrisitet?

Viser han/hun/dem tegningen av en dampmaskin

- Drar du/dere kjensel på denne tegningen? Hva er det? Fortell
- Hvordan ville du/dere trinn for trinn forklare hvordan energien i fossilt brensel blir til elektrisitet?
- Hva synes du/dere om disse to oppgavene? Hvorfor opplever du dem slik?
- Hva var det som gjorde at du/dere lærte om dette på Newton energirom? Hvorfor?

Avslutningsvis

- Dersom du/dere skulle si noe om hva du har lært av besøket i Newton energirom, hva ville du trukket fram da? Hvorfor?
- Hvordan vil du/dere kort forklare hva energi er?

Vedlegg 4: Godkjenning fra NSD

Norsk samfunnsvitenskapelig datatjeneste AS
NORWEGIAN SOCIAL SCIENCE DATA SERVICES



Harald Hårfagres gate 29
N-5007 Bergen
Norway
Tel: +47-55 58 21 17
Fax: +47-55 58 96 50
nsd@nsd.uib.no
www.nsd.uib.no
Org.nr. 985 321 884

Nils Kristian Rossing
Program for lærerutdanning
NTNU
Skolelaboratoriet, Realfagbygget, Høgskoleringen 5
7491 TRONDHEIM

Vår dato: 25.11.2009

Vår ref:22870 / 2 / AH

Deres dato:

Deres ref:

TILBAKEMELDING PÅ MELDING OM BEHANDLING AV PERSONOPPLYSNINGER

Vi viser til melding om behandling av personopplysninger, mottatt 26.10.2009. Meldingen gjelder prosjektet:

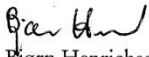
22870	<i>Newton energirom og læringsutbytte</i>
Behandlingsansvarlig	<i>NTNU, ved institusjonens øverste leder</i>
Daglig ansvarlig	<i>Nils Kristian Rossing</i>
Student	<i>Kai Morten Overå</i>

Etter gjennomgang av opplysninger gitt i meldeskjemaet og øvrig dokumentasjon, finner vi at prosjektet ikke medfører meldeplikt eller konsesjonsplikt etter personopplysningslovens §§ 31 og 33.

Dersom prosjektopplegget endres i forhold til de opplysninger som ligger til grunn for vår vurdering, skal prosjektet meldes på nytt. Endringsmeldinger gis via et eget skjema, http://www.nsd.uib.no/personvern/forsk_stud/skjema.html.

Vedlagt følger vår begrunnelse for hvorfor prosjektet ikke er meldepliktig.

Vennlig hilsen


Bjørn Henrichsen


Åsne Halskau

Kontaktperson: Åsne Halskau tlf: 55 58 89 26

Vedlegg: Prosjektvurdering

✓ Kopi: Kai Morten Overå, Tungaveien 49, 7047 TRONDHEIM

Avdelingskontorer / District Offices:

OSLO: NSD, Universitetet i Oslo, Postboks 1055 Blindern, 0316 Oslo. Tel: +47-22 85 52 11. nsd@uio.no

TRONDHEIM: NSD, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, 7491 Trondheim. Tel: +47-73 59 19 07. kyrre.svarva@svt.ntnu.no

TROMSØ: NSD, SVF, Universitetet i Tromsø, 9037 Tromsø. Tel: +47-77 64 43 36. nsdmaa@sv.uit.no

Vedlegg 5: Informasjonsskriv til elever og foresatte

Til foreldre/foresatte på 9. trinn ved skole

Jeg heter Kai Morten Overå og er masterstudent i naturfagdidaktikk ved NTNU. I masteroppgaven min ønsker jeg å se nærmere på elevenes læringsutbytte av et besøk på Newton energirom. Dette er et nytt og spennende undervisningstilbud i naturfag for alle elever på 9. trinn i Trondheim kommune. Det er brukt store ressurser på utviklingen av rommet og jeg ønsker derfor å undersøke hvordan undervisningen påvirker elevenes kunnskaper og forestillinger om energibegrepet.

For å finne ut av dette, ønsker jeg å gjennomføre en faglig prøve før og etter besøket, samt å intervju 4-5 elever i etterkant. Både intervju og prøver tar ca 20 min hver og spørsmålene bygger på de temaene som blir tatt opp i undervisningen på Newtonrommet. Det vil ikke bli satt noen karakter på den faglige prøven, men resultatene vil være tilgjengelig for elevenes lærer. Under intervjuet vil jeg bruke båndopptaker og ta notater, men alt datamateriale både fra den faglige prøven og intervjuet, vil være anonymisert. Opplysningene vil bli behandlet konfidensielt og ingen enkeltpersoner vil kunne kjenne seg igjen i den ferdige oppgaven. Lydopptakene slettes når oppgaven er ferdig, innen utgangen av våren 2010.

Det er frivillig å være med i undersøkelsen og det er mulig å trekke seg underveis. Men forskningsarbeidet er like viktig for utviklingen av Newton energirom som for arbeidet med min masteroppgave.

Dersom du/dere har innvendinger til arbeidet og ikke ønsker at deres sønn eller datter skal delta, vennligst lever svarslippen til skolen innen *gitt dato*.

Spørsmål kan rettes til meg på telefon 41 45 22 21 eller på e-post kaimoro@stud.ntnu.no.

Studien er meldt til Personvernombudet for forskning, Norsk samfunnsvitenskapelig datatjeneste A/S.

Med vennlig hilsen
Kai Morten Overå
Masterstudent ved NTNU



Returslipp til skolen. *Leveres innen [gitt] dato*

Jeg/vi ønsker *ikke* at min sønn eller datter deltar i dette masterstudiet.

Elevens navn

Foresattes/foreldres underskrift

Vedlegg 6: Transkripsjoner av intervju (vedlagt på cd)