

En studie av samspillet mellom YouTube-videoer og samarbeidslæring

Øystein Øren

Lektorutdanning med master i realfag
Oppgaven levert: November 2010
Hovedveileder: Berit Bungum, IFY

Forord

Jeg vil først rette en stor takk til min veileder Berit Bungum for god og konstruktiv veiledning gjennom arbeidet med oppgaven.

Videre vil jeg takke mine medstudenter som har gitt meg mye støtte opp gjennom årene.

For deres samarbeidsvilje vil jeg også takke læreren og elevene som har gitt meg det nødvendige datagrunnlaget for denne oppgaven.

NTNU, november 2010

Øystein Øren

Innholdsfortegnelse

Forord	1
Sammendrag.....	5
Innledning.....	6
1 Teoretisk rammeverk.....	8
1.1 Om bruk av ulike læringsmedier.....	8
1.1.1 Ekstern kognisjon.....	8
1.1.2 Syv prinsipper for bruk av multimedia.....	9
1.2 Om samarbeidslæring.....	10
1.2.1 Et sosiokulturelt syn på læring som begrunnelse for bruk av samarbeidslæring.....	11
1.2.2 Pseudogrupper, tradisjonelle grupper, og samarbeidsgrupper	12
1.2.3 Samarbeidsgruppens karakteristikker	14
1.2.4 Lærerens rolle.....	16
1.2.5 Sosial kompetanse	17
1.2.6 Interessekonflikter versus faglige kontroverser	18
1.3 Oppgaveparadigmet, undersøkelseslandskapet, og det undersøkende læringsmiljø	19
1.3.1 Oppgaveparadigmet og undersøkelseslandskapet.....	20
1.3.2 Det undersøkende læringsmiljø.....	21
1.4 Fysikkens representasjonsformer.....	22
1.4.1 De ulike representasjonsformene	23
1.4.2 Kvalitativ og kvantitativ fysikk	24
1.5 Diskusjon rundt teoretisk rammeverk.....	25
1.5.1 Videoen som et undersøkelseslandskap	25
1.5.2 Videoen som en del av et undersøkende læringsmiljø	26
1.5.3 Behovet for å tilpasse videoen i henhold til ønsket bruk	27
1.5.4 Konklusjon og forskningsspørsmål	28
2 Metode	29
2.1 Forskningsdesign.....	30
2.1.1 Hvorfor elementer av aksjonsforskning?.....	30
2.1.2 Case study.....	31
2.2 Forskningens validitet og reliabilitet	31
2.3 Modell for datainnsamling.....	34
2.4 Andre elementer ved datainnsamlingen	36

2.4.1	Kontekst	36
2.4.2	Gjennomføring av datainnsamling	38
2.4.3	Fremgangsmåte for analyse av data.....	38
3	Beskrivelse av videoene og oppgaver.....	41
3.1	Undervisningsøkt 1: Bevegelseslære	42
3.2	Undervisningsøkt 2: Utledning av veiformlene	48
3.3	Undervisningsøkt 3: Fritt fall.....	52
3.4	Undervisningsøkt 4: Mekanikk – kvalitativt fokus	55
3.5	Undervisningsøkt 5: Mekanikk – kvantitativt fokus	60
4	Resultater og diskusjon.....	63
4.1	Fysikkens representasjonsformer og samspillet mellom samarbeidslæring og video	63
4.1.1	Nærliggende representasjonsformer i video og oppgave	63
4.1.2	Videoen som grunnlag for diskusjon	65
4.1.3	Videoen som et verktøy for å besvare oppgaven.....	67
4.1.4	Videoen som verktøy for å forklare medelever.....	69
4.2	Fysikkens representasjonsformer og samarbeidslæring	70
4.2.1	Samarbeidets effekt.....	70
4.2.2	Møbleringens betydning for utforsking av representasjonsformer	71
4.2.3	Gruppens overordnede målsettings betydning for utforsking av representasjonsformer	72
4.3	Fysikkens representasjonsformer og bruk av dem.....	73
4.4	Tilfeller hvor verken samarbeidslæring eller video var til hjelp for problemløsning	74
4.5	Hvordan kom de ulike representasjonsformene frem gjennom den observerte samarbeidslæringen?	75
4.6	Oppsummering av resultater.....	76
5	Avsluttende diskusjon rundt resultater.....	78
5.1	Diskusjon rundt gjennomføring av metoden.....	78
5.1.1	Mine erfaringer med bruk av YouTube.....	78
5.1.2	Videoens eller samarbeidslæringens innvirkning?	78
5.1.3	Samarbeidslæringen som undersøkelseslandskap.....	79
5.1.4	Oppgavenes innvirkning	81
5.1.5	Innvirkning på studiens validitet ved å bruke tre elever fremfor en hel klasse	81
5.2	Hvilke grep kan tas i forhold til endring av undervisningsøkten?.....	81
5.2.1	Tilrettelegge for mer samarbeid.....	81

5.2.2	Endringer i undervisningsøktens struktur.....	82
5.2.3	Påskjønnelse av oppnådd gruppemål.....	82
5.2.4	Videoen.....	83
5.2.5	Læreren.....	85
5.2.6	Oppgavene.....	85
5.3	Studien, og hvilke grep som kan gjøres rundt dets design.....	87
5.3.1	Ikke sammenlign oppgaveark, sammenlign samarbeid før og etter.....	87
5.3.2	Forslag til en mer virkelighetsnær studie.....	87
5.3.3	Tilrettelegge undervisningsøkten til utforskning av spesifikke representasjonsformer.....	88
5.3.4	Tilfeller hvor verken samarbeidslæring eller video var til hjelp.....	89
5.3.5	Database med YouTube-videoer.....	89
5.4	Anbefalt bruk i klasserommet.....	89
5.4.1	Lærerens rolle.....	89
5.4.2	Videoen.....	90
5.4.3	Oppgavene.....	90
5.4.4	Tekniske elementer ved metoden.....	90
6	Konklusjon.....	92
7	Kilder.....	93

Sammendrag

I denne oppgaven har jeg sett på hvordan bruk av YouTube-videoer i samspill med samarbeidslæring kan benyttes i fysikkundervisningen, og hvilken betydning det kan ha for elevenes læringsutbytte. Jeg argumenterer for at videoer kan fungere som et undersøkelseslandskap for elevene, og understreker samtidig at det må tas hensyn til klasserommets sosiale kontekst dersom de skal kunne tjene en hensikt. Med bakgrunn i dette har jeg utviklet en undervisningsmetode hvis kvalitet jeg ønsker å undersøke. Som mål på dens kvalitet har jeg sett på hvordan elevene benytter seg av de ulike måtene fysikken kan representeres gjennom, deriblant begrepsmessige, matematisk symbolske, visuelle, og fenomenologiske representasjoner. Undervisningsmetoden er prøvd ut på en mindre gruppe elever, hvorpå økten ble filmet, og i ettertid analysert.

Jeg har forsøkt å utvikle en helhetlig undervisningsmetode som tar hensyn til flest mulig aspekter fra klasserommet, og håper oppgaven kan gi noen praktiske retningslinjer som kan være til inspirasjon for utformingen av undervisningsøker dersom man ønsker å ta i bruk YouTube-videoer og samarbeidslæring.

Innledning

Tilbudene av applikasjoner på internett har endret seg drastisk de siste årene. O'Reilly (2007) beskriver flere karakteristikker ved bruk av internett som markerer en overgang fra hva han kaller *Web 1.0* til *Web 2.0*. Web 1.0 hadde som hensikt å levere berikende opplevelser til brukerne gjennom sine applikasjoner basert på produsentenes egne ideer. Nå har Web 2.0 gjort sitt inntog, og det tilbys applikasjoner som kontinuerlig oppdateres ut fra brukernes ønsker, som blir bedre desto flere mennesker som bruker den, som inkluderer individuelle brukere i sin utvikling, og generelt sett kommuniserer med brukerne for å forstå hvordan de skal utvikle seg optimalt. For eksempel har folk gått fra leksikon på nett til Wikipedia som kan redigeres av alle brukere, fra nedlasting av filer på ulike domener til fildeling mellom brukere, og mye annet. I tråd med dette hevder Duffy (2008) at Web 2.0 sin inntreden også har ført til nye brukerstyrte læringsteknologier. Dette har igjen har ført til at det har oppstått en ny *læringsøkologi* (learning ecology¹) da elever lærer på en helt ny måte enn før. Eksempelvis finner de informasjon fra wikier, blogger og andre forum styrt av brukere fremfor fagbøker og leksikon styrt av autoriteter. Duffy mener at dersom man godtar at en slik endring er oppstått i læringsøkologien, bør Web 2.0 sitt inntog også få konsekvenser for undervisningen. De nye læringsteknologiene er derfor noe dagens lærere bør sette seg inn i, og forstå hvordan de kan implementeres i undervisningen.

Som en del av overgangen til Web 2.0 finner vi også nettstedet YouTube. YouTube er en offentlig tilgjengelig nettside for deling av videoer som tillater folk å legge ut korte videosnutter som kan streames, og har eksistert siden 2005. Nettstedet har gått fra å være en side hvor folk kunne legge ut kortere videosnutter for å dele med venner, til å bli en kilde for mange ulike typer informasjon. Siden oppstarten har nettstedet vokst til å bli den tredje mest besøkte nettsiden på internett², og ser blant annet ut til å ha inntatt en svært aktuell posisjon som ressurs for undervisning. Utdanningssektoren har den siste tiden begynt å se dets potensiale for å presentere læringsressurser og læringsmateriell for sine studenter, samt å kunne presentere egen forskning (Micolich, 2008), og dersom man søker opp ordet "physics"

¹ Begrepet er hentet fra Seely Brown sin tekst "Growing up digital – How the Web Changes Work, Education, and the Ways People Learn" (2002).

² www.alexia.com, 1. november 2010.

får man omtrent 201 000 treff³. Sistnevnte tilfelle demonstrerer det enorme potensiale for bruk av YouTube-videoer i fysikkundervisningen.

Benytter man søketeksten ”YouTube education” på søkemotoren Google Scholar⁴, gis 52 800 treff⁵. Det foreligger forskningsartikler med forslag til teknikker for bruk av YouTube-videoer (se for eksempel Micolich, 2008), forslag til hvordan YouTube-videoer kan benyttes i undervisningen (se for eksempel Duffy, 2008), argumentasjon for at YouTube-videoer kan være en et ledd i undervisningen (se for eksempel Burke og Snyder, 2008; Duffy, 2008; Micolich, 2008), studier rundt hvordan og hvor ofte YouTube-videoer benyttes i undervisningssammenheng (Burke, Snyder og Rager, 2009), og mye annet. Til tross for at tidligere forskning har vist at effekten fra bruk av videoer avhenger av hvordan det brukes (Duffy, 2008; Mayer og Moreno, 2002), finner jeg likevel ingen studier som undersøker bruk av YouTube-videoer (eller videoer generelt, for den saks skyld) i spesielle undervisningskontekster.

Overnevnte tydeliggjør et behov for å se på hvordan YouTube-videoer kan brukes i en undervisningskontekst, og det er nettopp det jeg ønsker å gå nærmere inn på i denne oppgaven. Problemstillingen for denne oppgaven er derfor

”Under hvilke rammer bør YouTube-videoer implementeres i fysikkundervisningen?”.

Problemstillingen vil besvares på grunnlag av en kombinasjon av teori-komponenter som presenteres i det teoretiske rammeverk. Med bakgrunn i besvarelsen vil jeg deretter legge frem et forskningsspørsmål som vil være utgangspunkt for den empiriske studien som presenteres senere.

³ Søkt opp 1. november 2010. Søket ble gjentatt 23. november, hvilket ga omtrent 221 000 treff, en økning på 20 000 treff i løpet av 22 dager.

⁴ www.google scholar.com

⁵ Søkt opp 2. november 2010.

1 Teoretisk rammeverk

I denne delen beskrives det teoretiske rammeverket oppgaven er basert på. Teoriens hensikt kan sies å være tredelt; den vil fremheve viktige aspekter ved videoens innhold i forhold til bruk i undervisningssammenheng; den vil tydeliggjøre behovet for å sette videoen inn i en sosial kontekst, hvorpå jeg vil klargjøre hvorfor jeg anser samarbeidslæring kan være et godt valg; og den vil beskrive et instrument for måling av elevenes utbytte fra undervisningsøkten som presenteres senere.

Jeg vil begynne med å presentere teknikker som kan brukes for å gjøre animasjoner bedre egnet for undervisning gjennom Scaife og Rogers (1996) sitt analytiske rammeverk for ekstern kognisjon, samt de syv prinsipper ved bruk av animasjon i en multimediasetting fra Mayer og Moreno (2002). Mayer og Moreno tydeliggjør også at multimedias læringseffekt er avhengig av konteksten man bruker det i. Jeg vil derfor – basert på et sosiokulturelt syn på læring i naturfagsundervisning beskrevet av Leach og Scott (2003) - gå inn på hvordan samarbeidslæring kan benyttes ut fra metoder fremstilt av Johnson, Johnson, Haugaløkken og Aakervik (2006). Jeg vil deretter trekke frem hvordan *det undersøkende læringsmiljø* beskrevet av Folke Larsen, Hein og Wedege (2006) og understreke hvordan det kan tjene som modell for å sette samarbeidslæring og YouTube-video sammen til en undervisningsmetode. Til slutt vil jeg få frem *fysikkens representasjonsformer* (Dolin, 2001) som jeg har brukt som et begrepsapparat for å klargjøre for undervisningsmetodens effektivitet.

1.1 Om bruk av ulike læringsmedier

1.1.1 Ekstern kognisjon

Scaife og Rogers (1996) hevder det er mange generelt aksepterte ”sannheter” som ikke kan begrunnes analytisk ut fra teorier rundt kognitive systemer. Dette er ting som at bilder er bedre for læring enn ord; farger er bedre for læring enn svart-hvitt; animasjon er bedre for læring enn noe statisk; og lignende. Retningen bærer preg av at jo mer avansert teknologi som benyttes, og jo mer nærliggende virkeligheten det som formidles er, desto større læringsutbytte vil seerne få. De ettersøker derfor en mer systematisk innfallsvinkel som eventuelt kan merittere de ulike medias effekt for læring hos seeren. I denne sammenheng benytter de seg av begrepet ekstern *kognisjon* (external cognition) hvor man ser på det totale forholdet mellom eksterne representasjoner (her: YouTube-videoer), interne representasjoner hos den som lærer, og samspillet mellom dem. Scaife og Rogers foreslår da følgende

elementer som et analytisk rammeverk for ekstern kognisjon: (i) *Avlastning av arbeidsminnet* (computational offloading) som beskriver i hvilken grad de ulike eksterne representasjonene reduserer behovet for kognitiv innsats for å løse problemer; (ii) hvordan ulike eksterne *representasjoner*, hvis abstrakt struktur er den samme, gjør problemløsning enklere (for eksempel at det er enklere å multiplisere med arabiske fremfor romerske tall); og (iii) *grafiske avgrensninger* (graphical constraining) som går på hvorvidt de grafiske elementene i representasjonen gjør det enklere å fange inn de essensielle konseptene videoen forsøker å kommunisere, og er i stand til å begrense muligheter for feiltolkninger hos seeren.

1.1.2 Syv prinsipper for bruk av multimedia

Med bakgrunn i begrepet ekstern kognisjon fokuserer denne oppgaven blant annet på elevers evne til å benytte eksterne representasjoner i videoer for problemløsning, og hvordan disse eksterne representasjonene kan utformes i henhold til å avlaste arbeidsminnet, gjøre problemløsning enklere gjennom gode representasjoner, og gjøre det enklere å fange inn essensielle konsepter gjennom grafiske avgrensninger. Med hensyn til utforming av eksterne representasjoner (YouTube-videoer), mener jeg Mayer og Moreno (2002) sine syv prinsipper rundt bruk av animasjon i en multimediasetting kan være nyttige. Som vi skal se, viser samtlige syv prinsipper sammenligninger mellom ulike typer eksterne representasjoner, og demonstrerer hvordan de har ulike effekter på elevenes læring til tross for et informasjonsmessig likeverdig innhold. Sett bort fra personliggjøringsprinsippet, kan man også se at samtlige tilfellers positive effekt kan kobles opp mot hvordan de avlaster arbeidsminnet, og gir grafiske restriksjoner.

Multimediaprinsippet (Multimedia Principle): Elever får mer dyptgående kunnskaper fra *animasjon og verbal forklaring* fremfor *verbal forklaring alene*. Dette begrunnes med at elevene er bedre i stand til å gjøre mentale koblinger mellom samsvarende ord og bilder når begge er presentert fremfor når kun det ene er presentert, hvorpå sistnevnte krever at elevene selv må skape den andre mentale koblingen. Med bakgrunn i Scaife & Rogers (1996) kan dette tilfellet beskrives som avlastning av arbeidsminnet.

Det romlige forbindelsesprinsippet (Spatial Contiguity Principle): Elever får mer dyptgående kunnskaper dersom *tekst presenteres ved siden av animasjonen som den skal beskrive*, fremfor *langt unna animasjonen den skal beskrive*. Dette begrunnes med at det er lettere å bygge mentale forbindelser mellom samsvarende ord og bilder dersom de er nære hverandre, fremfor å måtte bruke begrenset kognitiv kapasitet til å lete etter den delen av animasjonen

som korresponderer til teksten. Likt multimedieprinsippet vises det og her til avlastning av arbeidsminnet, men også hvordan grafiske avgrensninger øker muligheten for å fange inn de essensielle konseptene i animasjonen.

Det tidsmessige forbindelsesprinsippet (Temporal Contiguity Principle): Elever får mer dyptgående kunnskaper dersom *verbal forklaring og animasjon foregår samtidig* fremfor at de er tidsmessig separert. Dette begrunnes med at elevene lettere kan gjøre mentale koblinger dersom samsvarende ord og bilder befinner seg i arbeidsminnet på samme tid (avlastning av arbeidsminnet).

Samsvarsprinsippet (Coherence Principle): Elever får mer dyptgående kunnskaper dersom *unødvendige ord, lyder og animasjoner ekskluderes*. Dette begrunnes med at elevene slipper å bruke kognitive ressurser på irrelevant informasjon, og at det dermed blir en unødvendig belastning for arbeidsminnet.

Modalitetsprinsippet (Modality Principle): Elever får mer dyptgående kunnskaper av *animasjon og verbal forklaring enn av animasjon og forklarende tekst på skjermen*. Dette begrunnes med at elevenes visuelle kanaler blir overbelastet når ord og bilder kommer på samme tid, og det oppstår mangel på kognitiv kapasitet for å koble mellom ord og bilder.

Overflodsprinsippet (Redundancy Principle): Elevene får mer dyptgående kunnskaper fra *animasjon og verbalforklaring alene*, fremfor at det *i tillegg gis forklarende tekst*. Dette baseres på samme teori som modalitetsprinsippet.

Personliggjøringsprinsippet (Personalization Principle): Elevene får mer dyptgående kunnskaper dersom *den verbale forklaringen bærer preg av samtale fremfor å være formell*, og det kan gjøres ved å benytte uttrykkene ”jeg” og ”du” i den verbale forklaringen. Dette begrunnes med at elever jobber hardere for å forstå dersom de er personlig involvert i samtalen.

1.2 Om samarbeidslæring

Studier som har undersøkt om bruk av animasjoner effektiviserer læringsprosessen hos elever, om bruk av animasjoner fungerer bedre enn andre metoder for å presentere fagstoff, og om man burde øke mengden bruk av animasjon i undervisningen; har i stor grad vært fruktløse (Mayer & Moreno, 2002). Konsensus blant forskere er at animasjon iblant kan være til hjelp i forhold til læring, og iblant ikke er det. Det er derfor nødvendig å undersøke hvordan ulike

medier for presentasjon satt i ulike kontekster har effekt på læringsprosessen. I stedet for å stille spørsmålet ”Vil bruk av YouTube-video forbedre læring?”, bør man stille spørsmålet ”Når og hvordan har YouTube-videoer effekt på læringen?”. Dette støttes også opp av Duffy (2008), som sier at videoen kan være et kraftig verktøy for utdanning og motivasjon, men mye av dens kraft ligger ikke i den selv, men hvordan den benyttes. Jeg vil nå – med grunnlag i et *sosiokulturelt læringsyn* – argumentere for at samarbeidslæring vil være en aktuell kontekst for bruk av YouTube-videoer.

1.2.1 Et sosiokulturelt syn på læring som begrunnelse for bruk av samarbeidslæring

Jeg mener Leach og Scott (2003) støtter opp om både Duffy og Mayer og Moreno sine påstander. Begrunnet med det som kalles et *sosiokulturelt syn på læring*, fremhever de behovet for å ta hensyn til de sosiale aspektene ved læring. I følge Leach og Scott er ikke utviklingen av vitenskap kun begrenset av empiriske data oppfattet gjennom sanser og bruk av sensorer, men også sosialt validert gjennom et vitenskapelig fellesskap. Ervervelse av vitenskapelig kunnskap handler derfor ikke alene om å trekke konklusjoner ut fra sanselige erfaringer, da – i tråd med Vygotsky - sosiale perspektiver også må trekkes inn. Det å lære og å oppleve at noe gir mening foregår derfor med utgangspunkt i et sosialt samspill; enten mellom individer, eller mellom individer og kulturelle produkter som bøker og andre medier. Undervisningen kan derfor ikke tilrettelegges for at elever skal erverve kunnskaper ut fra sanselige erfaringer alene, men det må også tilrettelegges for validering gjennom komplekse sosiale prosesser. I undervisningssammenheng må det blant annet tas hensyn til ting som at elevene befinner seg i en formell sosial kontekst bestående av en lærer og medelever, og en kontekst hvis hensikt er at elevene skal oppnå læringsmål bestemt av en ekstern instans.

Leach og Scott kritiserer mye forskning for å fokusere på at læring av naturvitenskap er en prosess hvor individer oppøver samspillet mellom mentale representasjoner og sanselige erfaringer. De anbefaler heller å se på denne oppøvingen som noe som i større grad forsterkes gjennom det sosiale i tillegg til sanselige erfaringer. Med andre ord når elevene lærer hva som er passende måter å snakke om den fysiske verden på gjennom sosiale bekreftelser i klasserommet, vanligvis gjennom læreren. De ser derfor ikke særlig verdi i å beskrive ulike metoders effekt i forhold til endring av elevers individuelle mentale modeller uten at det tas hensyn til læringsmiljøet de befinner seg i. Et fokus uten hensyn til sosiale aspekter neglisjerer både at læreren skal kontrollere et klasserom med et større antall elever, og at det da blir det svært vanskelig å respondere til hver enkelt elevs kognitive prosess over en lengre

periode. Det er derfor god grunn til å se på hvordan det som skal undervises blir presentert i klasserommets sosiale rammer, og hvordan individer utvikler evner til å bruke disse kunnskapene for seg selv i ulike settinger. De foreslår at læreren skal introdusere og støtte opp om bruken av den nye kunnskapen på det sosiale planet i klasserommet slik at denne nye kunnskapen blir en del av elevenes felles kunnskap og språk. Elevenes oppgave i denne konteksten er å kunne forstå de vitenskapelige ideene, og internalisere de for eget personlig bruk. Det som læreren presenterer på det sosiale planet blir på denne måten den intellektuelle hovedkilden for elevene å bygge på. Læreren evne til å guide elevene etter hvert som ideer utforskes er derfor sentral, og en kritisk faktor for å ha innflytelse på elevenes læring.

Med bakgrunn i et sosiokulturelt læringsperspektiv kan det spekuleres i hvorvidt de fruktløse studiene rundt multimedias potensielle rolle i undervisning er grunnet manglende bevissthet rundt de sosiale aspekter ved læring. Overnevnte teori gir i så fall et grunnlag for utvikling av en undervisningsmetode hvor multimedia kan integreres. Leach og Scott understreker hvordan det må tilrettelegges for en sosial validering av elevens måte å snakke om vitenskap gjennom et fellesskap. De påpeker også at det blir vanskelig for læreren å følge opp hver elevs kognitive utvikling over tid gjennom lærer-elev-interaksjon. Jeg foreslår derfor å ta i bruk metoder fra samarbeidslæring for å ivareta aspektene fra det sosiokulturelle læringsperspektivet. Slik kan sosial validering av elevenes språk ivaretas gjennom diskusjoner og faglige kontroverser⁶ i en – for læreren - mindre ressurskrevende elev-elev-interaksjon fremfor en lærer-elev-interaksjon. En elev-elev-interaksjon tror jeg også kan gjøre at språket oppleves mer personlig for elevene enn bruk av lærer-klasse-interaksjoner, da hver enkelt elev deltar mer aktivt i førstnevnte interaksjonsform. I denne studien har jeg derfor valgt å se på hvordan bruk av YouTube-videoer kan ha effekt for læring i en *samarbeidsgruppe*.

1.2.2 Pseudogrupper, tradisjonelle grupper, og samarbeidsgrupper

I følgende del vil jeg beskrive hva *samarbeidslæring er og ikke er*, dets grunnleggende elementer, ulike former for samarbeid, og klargjøre begrepene faglig kontrovers og interessekonflikt.

Johnson et al. (2006) hevder at man ikke automatisk får til et konstruktivt samarbeid ved å sette individer sammen i en gruppe, og beskriver fire ulike utfall dette kan gi; *pseudogrupper*, *tradisjonelle grupper*, *samarbeidsgrupper*, og *høytpresterende samarbeidsgrupper*. Disse gruppene får igjen ulike utslag for prestasjoner og effektivitet blant deres medlemmer. Da

⁶ Dette er et begrep jeg vil gå nærmere inn på senere.

pseudogrupper og tradisjonelle grupper ikke er uvanlige å se i utdanningsinstitusjonen, mener jeg det er viktig å beskrive disse for å understreke hva en samarbeidsgruppe *ikke* er.

a *Pseudogruppen*

I pseudogrupper møtes gruppemedlemmene, men har liten eller ingen interesse av det. De blokkerer hverandres innspill, villeder og forvirrer hverandre, lurer seg unna, og lignende. Samspillet mellom gruppemedlemmene reduseres til noe ikke-eksisterende, og sammensetningen gir ingen fordeler for noen.

b *Den tradisjonelle gruppen*

I tradisjonelle grupper har medlemmene akseptert at man må samarbeide, til tross for at de ikke ser noen særlige fordeler ved det. Det er lite gjensidig avhengighet av hverandre, oppgavene er tilrettelagt slik at det kreves lite eller intet fellesarbeid, og medlemmene tar kun ansvar for sin egen læring.

c *Samarbeidsgruppen*

En samarbeidsgruppe er en gruppe hvis formål er å maksimere hverandres læring, og det er flere elementer som karakteriserer den. For det første vil man få en synergieffekt gjennom et *felles mål* da elevene tar ansvar for seg selv, hverandre og gruppen som helhet, og derfor presterer ut over den individuelle prestasjonen. På denne måten bygges også en *positiv gjensidig avhengighet* ("feiler én, feiler alle"). For det andre vektlegges *individuell ansvar og ansvar for gruppen*. På denne måten holder de hverandre og seg selv ansvarlige for å gjøre et skikkelig arbeid i forhold til å nå det overordnede gruppemålet. For det tredje møtes ikke medlemmene kun for å dele informasjon og synspunkter, men de *arbeider sammen, ansikt til ansikt*, og gir hverandre hjelp og oppmuntring med utgangspunkt i ansvar og omtanke for hverandre. For det fjerde lærer elevene *sosiale ferdigheter*, og for det femte analyserer gruppen hvor effektivt den arbeider for å nå målene, og hvor godt medlemmene samarbeider med hverandre. Det legges altså vekt på en *kontinuerlig forbedring av læringsprosessen*.

d *Den høytpresterende samarbeidsgruppen*

Den høytpresterende samarbeidsgruppen tilfredsstiller samtlige av overnevnte krav, og presterer over alle forventninger ut fra hver enkelt deltager sine forutsetninger. Det som skiller de fra vanlige samarbeidsgrupper er hovedsakelig samholdet i gruppen; ansvar, omsorg og vilje til å hjelpe hverandre og stå på for at gruppen skal lykkes.

1.2.3 Samarbeidsgruppens karakteristikk

Min interesse ligger naturlig nok hos samarbeidsgruppen og den høytpresterende samarbeidsgruppen. Derfor vil jeg nå – på grunnlag av Johnson et al. (2006) sine anbefalinger - legge frem grunnleggende elementer ved samarbeid ved å fordype de overnevnte karakteristikkene ved samarbeidsgrupper.

a **Positiv gjensidig avhengighet**

Stensaasen og Sletta (1989, gjengitt av Johnson et al., 2006) påpeker at ”alt mellommenneskelig samspill er karakterisert av gjensidig avhengighet”. Alt etter hvordan deltakerne i en sosial situasjon opplever den gjensidige avhengigheten kan de velge å arbeide sammen for å nå felles mål (positiv gjensidig avhengighet), konkurrere for å se hvem som er best (negativ gjensidig avhengighet) eller handle hver for seg (ingen gjensidig avhengighet). Deutsch (1949a, 1949b, gjengitt av Johnson et al., 2006) påviste at positiv gjensidig avhengighet førte til en stimulerende form for samspill, mens negativ gjensidig avhengighet førte til hemmende eller hindrende samspill. Ved tilrettelegging for positiv gjensidig avhengighet, innser gruppemedlemmene at de deler en felles skjebne hvor alle taper eller vinner på grunnlag av deres samlede innsats; de anstrenger seg for det felles beste slik at alle medlemmene i gruppen vil vinne; de får et langtidsperspektiv hvor felles innsats gjennom lengre tid verdsettes høyere enn kortvarig personlig fordel; samt at det utvikles en felles identitet gjennom medlemskap i gruppen som gir et positivt ”klima” i gruppen. Medlemmene føler stolthet og glede både når andre i gruppen gjør det godt og når en selv lykkes. Positiv gjensidig avhengighet er derfor et naturlig element ved samarbeidslæringen, og i forhold til læringsprosessen har den to hensikter; elevene skal *lære det faglige*, og *sørge for at alle har lært det faglige*.

Å tilrettelegge for positiv gjensidig avhengighet omfatter tre trinn. For det første må gruppen få en klart definert oppgave, og vite hva som forventes av dem. For det andre må det settes en *positiv gjensidig målavhengighet*, hvorpå det klargjøres at enten lykkes alle, eller så lykkes ingen. Eksempler på dette kan være at alle gruppemedlemmene må prestere i forhold til forhåndsbestemte kriterier på en individuell test; gruppens samlede poengsum på en test må være over et bestemt nivå; eller at gruppen leverer ett produkt som tilfredsstillende forhåndsbestemte kriterier. Det tredje er å supplere den gjensidige målavhengigheten med andre former for positiv gjensidig avhengighet. Dette kan gjøres på mange måter, jeg vil her legge frem noen av dem basert på litteratur fra Johnson et al. (2006).

Gjensidig avhengighet ved belønning og markering av at gruppen har nådd målet kan være en metode. Dette innebærer at alle medlemmene får samme belønning for å ha løst oppgaven tilfredsstillende, og/eller at gruppemedlemmene markerer i fellesskap at de har løst oppgaven tilfredsstillende. En slik regelmessig feiring av innsats og suksess øker kvaliteten på samarbeidet (Johnson et al., 2006). Det er derfor svært viktig at elevenes innsats for å lære og for å hjelpe hverandre å lære blir observert, identifisert og påskjønnnet. Eksempler på belønning kan være bonuspoeng til den enkelte individuelles poengsum ved en senere prøve, og påskjønnelser i form av frie aktiviteter.

Andre måter er gjensidig avhengighet på grunn av press utenfra, som å prestere bedre enn andre grupper eller klasser, eventuelt karakterpresset med hensyn til ervervelse av *kulturell kapital* (se for eksempel Broady & Palme, 1989); samt gjensidig avhengighet på grunn av komplementerende kunnskaper.

b Individuelt ansvar

Hensikten ved samarbeidsgrupper er å gjøre det enkelte gruppemedlem til et dyktigere individ ut fra sine forutsetninger. Individuelt ansvar blir da nøkkelen for å sikre at gruppemedlemmer styrkes ved samarbeid; etter å ha løst oppgaver i en samarbeidsgruppe, skal gruppemedlemmene være bedre forberedt til å løse liknende oppgaver på egen hånd. Lærdommen oppstår altså i samarbeidsgruppen, og elevene må deretter demonstrere at de også individuelt mestrer og har kontroll på kunnskapene, ferdighetene, strategiene og prosedyrene de har lært i fellesskap. Et slikt individuelt ansvar kan tilrettelegges for ved å bruke små grupper - desto mindre gruppen er, jo mer individuelt ansvar; gi elevene individuelle prøver; velge ut en tilfeldig elev fra gruppen til å presentere et arbeid; observere gruppen og registrere hvor ofte hvert medlem bidrar til gruppens arbeid; og gi en elev i gruppen rollen som "sjekker", den som skal be gruppemedlemmene forklare resonnetet bak gruppens svar.

c Samspill ansikt til ansikt

Til tross for at Web 2.0 tilbyr nye kommunikasjonskanaler, mener jeg det er vanskelig å kunne erstatte alle de gode egenskapene ved fysiske møter mellom gruppemedlemmene. I følge Johnson et al. (2006) kan man observere et inspirerende samspill mellom elevene dersom de møtes ansikt til ansikt for å samarbeide. Det vil utvikles et faglig og personlig støtteapparat for hvert enkelt medlem; man kan observere og rose elever når man ser de uttrykker hjelpende atferd; det vil gis gjensidig og effektiv hjelp og støtte; det er enklere å

utveksle ressurser, informasjon og strategier; og det kan gis konstruktive tilbakemeldinger og gjennomføres konstruktiv konfliktløsning.

d Sosiale ferdigheter

Å sette elever sammen i en gruppe og be dem samarbeide gir ingen garanti for at de er i stand til å samarbeide effektivt. Elevene må derfor få en innføring i bruk av de sosiale ferdighetene som er nødvendige for konstruktivt samarbeid, og de må motiveres til å bruke disse ferdighetene dersom samarbeidsgrupper skal fungere effektivt. Ved samarbeidslæring kreves det at medlemmene i en gruppe utfører *fag-arbeid* (lærer det faglige stoffet), og at de utfører *lag-arbeid* (lærer sosiale ferdigheter som må til for å fungere som medlemmer i en gruppe). Jo mer tid læreren bruker på å undervise og belønne bruken av sosiale ferdigheter, jo flere sosiale ferdigheter utvikler elevene, og desto bedre resultater kan en forvente når elevene lærer i samarbeidsgrupper.

e Prosessvurdering

Prosessvurderingen er det siste av de grunnleggende elementene ved samarbeidslæring. Dens hensikt er at medlemmene skal kunne avklare og forbedre medlemmenes innsats for i fellesskap å nå gruppens overordnede mål. Effektiviteten i en gruppe påvirkes av at medlemmene reflekterer over hvordan de ulike handlingene i prosessen hjalp/ikke hjalp gruppen, for så å bli enige om hvilke handlinger en vil fortsette med eller forandre.

f Elementer som hindrer samarbeidslæring

Johnson et al. (2006) påpeker også en rekke elementer som er skadelig for effekten av samarbeidslæringen. Eksempler på dette er *manglende modenhet hos gruppen* som gjør at det trengs tid og erfaring før de kan arbeide som en gruppe; *når medlemmene ukritisk gir svaret* blir det vanskeligere å oppnå en dypere forståelse grunnet manglende resonnement; *sosial unnaluring* kan oppstå dersom den enkelte kan redusere innsatsen uten at andre merker det; *gratispassasjerer* kan man få når man innser at ens innsats har liten betydning for gruppens suksess, samtidig som at ens innsats oppleves som krevende; *sviktende motivasjon grunnet opplevelse av urettferdighet* kan for eksempel oppstå på grunn av gratispassasjerer; samt *mangel på tilstrekkelig heterogenitet* - jo mer like de er, jo mindre øker de gruppens ressurser.

1.2.4 Lærerens rolle

Det er umulig å lage en ”oppskrift” som er generell nok til å kunne gi lærerne veiledning, men som samtidig er fleksibel nok til at lærerne kan tilpasse den sin spesielle

undervisningssituasjon (Johnson et al., 2006). Det vil likevel kunne legges noen retningslinjer for hva som kan gjøre samarbeidslæringen mer effektiv.

Læreren vil i en læringssituasjon preget av samarbeid i all hovedsak fungere som en organisator og konsulent, hvis hovedoppgave er å få arbeidsgruppene til å fungere effektivt. I tillegg må læreren fungere som en teknisk ekspert elevene kan rådføre seg med. Ellers kan lærerens rolle sammenfattes i følgende fire punkter:

- **Fatte beslutninger før undervisningsøkten:** Omfatter å tydeliggjøre faglige mål, vurdere gruppestørrelse (en tommelfingerregel er ”Jo mindre, dess bedre”), fysisk møblering, og fordeling/utdeling av materiell.
- **Forklare oppgaven og samarbeidet:** Kriteriene og den faglige oppgaven må spesifiseres; begrepene positiv gjensidig avhengighet og individuelt ansvar må klargjøres; samt at forventet atferd må tydeliggjøres.
- **Observere og gripe inn:** Mens læringsgruppen arbeider skal læreren observere hvordan elevene samarbeider, og gripe inn dersom det er behov for å hjelpe med fagarbeid eller lag-arbeid.
- **Evaluering og prosessvurdering:** Læreren skal evaluere kvantitet og kvalitet på elevenes faglige prestasjoner, forsikre seg om at elevene vurderer kvaliteten på læringsgruppen, planlegger eventuelle forbedringer, samt at de feirer fremgang og hardt arbeid i gruppen.

1.2.5 Sosial kompetanse

Det vil her beskrives hvilke typer samarbeidsferdigheter elevene bør utvikle og beherske i en samarbeidsgruppe, samt eksempler på den type adferd:

- **Basisferdigheter:** Finne sin plass, verdsette arbeidstid, være lavmælt, ta hver sin tur, og eliminere negative kommentarer på gruppen.
- **Funksjonsferdigheter:** Dele ideer og meninger, be om fakta og forklaringer, spørre hvordan andre tenker, fremme forslag til gruppens arbeidsmåte, oppmuntre alle til å delta, be om hjelp og forklaring, tilby seg å forklare, uttrykke støtte og aksept, gjenta med egne ord (”du mener altså at...”), oppmuntre gruppen, og beskrive egne følelser når det er passende.

- **Formuleringsferdigheter:** Oppsummere høyt, etterstrebe nøyaktighet, søke etter utdypning, hjelpe gruppen å huske, sjekke at alle har forstått, og be andre medlemmer om å tenke høyt.
- **Fordypningsferdigheter:** Kritisere ideer uten å kritisere personer, avklare hvor det er uenighet, sammenfatte flere ulike tanker til ett enkelt standpunkt, be om en begrunnelse for hvorfor svaret som kommer er korrekt eller mest dekkende, utdype et svar, etterprøve ved å stille spørsmål som fører til dypere forståelse eller analyse, utvikle nye svar ved å gå over det første svaret, og kontrollere om alle har samme oppfatning av tid til disposisjon

1.2.6 Interessekonflikter versus faglige kontroverser

Kontroverser innad i gruppen kan intuitivt høres ut som et onde, men det må klargjøres at kontroverser er uunngåelige hendelser i en samarbeidsgruppe; jo mer gruppemedlemmene bryr seg om å nå gruppens mål, og jo mer de bryr seg om hverandre, desto større sannsynlighet er det for at dens medlemmer kommer i konflikt med hverandre. Fravær av konflikter er snarere et tegn på apati og likegyldighet fremfor harmoni. Det er viktig å forstå at konflikter håndtert konstruktivt kan være en kilde til kreativitet og moro, og det beforder resonnement på høyt nivå og effektive beslutningsprosesser (Johnson et al., 2006). Derfor er det for det første viktig å ha bygd opp et miljø av samarbeid; dette gjør at elevene fokuserer på å løse konflikten, ikke å vinne den slik de sannsynligvis ville gjort i et konkurransepreget miljø. For det andre er det viktig å kunne skille mellom *interessekonflikter* og *faglige kontroverser*, for så å kunne håndtere konflikten innad disse rammene. En interessekonflikt kan beskrives som ”En situasjon hvor det er konflikt mellom to eller flere individers ønsker, behov, verdier og/eller mål”, mens en faglig kontrovers kan beskrives som ”En situasjon hvor to eller flere personer med uforenlige oppfatninger, informasjon, teorier og konklusjoner i en sak forsøker å nå fram til en felles oppfatning (enighet)” (Johnson et al., 2006, s. 124)⁷. Fremgangsmåten for å løse faglige kontroverser vil være å presentere og argumentere for sitt ståsted, imøtegå motpartens argumenter og gjendrive angrep på egne argumenter, bytte perspektiv, og til slutt gjøre en syntese og konklusjon hvor man integrerer det beste fra alle sider. For håndtering av interessekonflikter bør ønsker og følelser beskrives, samt deres årsaker klargjøres; man må kunne ta motpartens perspektiv; formulere løsninger i fellesskap som er fordelaktige for partene; og til slutt velge en avtale, formulere og gjennomføre den. I

⁷ Uttrykk som ”faglig kontrovers” og ”faglig diskusjon” vil heretter brukes om hverandre.

denne oppgaven er hensikten med å beskrive interessekonflikter å sette opp en kontrast til faglige kontroverser, og jeg går derfor ikke nærmere inn på det. Da jeg anser faglige kontroverser for å være av stor betydning for den sosiale valideringen av kunnskapen, samt mer relevante i forhold til utforskningen av fysikkens representasjonsformer – som vi skal se nærmere på senere - vil jeg nå klargjøre dens fordeler nærmere.

Johnson et al. (2006) sier at når elever får presentert et spørsmål eller et problem, danner de seg gjerne et foreløpig svar ved å kategorisere og organisere den informasjonen de har ut fra sine egne erfaringer og sitt spesielle perspektiv. Når de bes om å presentere og grunngi sitt svar for andre, må de kognitivt reorganisere sine begrunnelser mens de presenterer svaret. Dette fører til at de selv får en dypere forståelse, samtidig som de tar i bruk mer avanserte resonnement. Når andre gruppe-medlemmer i tillegg presenterer andre synspunkt basert på deres egne erfaringer og perspektiv, vil elevene komme i tvil om deres synspunkter er korrekte. Det oppstår dermed en intellektuell konflikt som stimulerer divergent tenkning, og medlemmene samarbeider om å benytte mer avanserte resonnement for å fjerne usikkerheten. Løsningene de kommer frem til blir som oftest kvalitativt bedre enn de foregående. Slike faglige diskusjoner fører altså til bedre prestasjoner, og med dette menes evnen til kritisk tenkning, evne til å bygge opp avanserte resonnementer, og ikke minst evne til å vurdere sin egen tenkemåte. På denne måten mener jeg at ved å tilrettelegge for konstruktive, faglige kontroverser mellom elevene, gis et grunnlag for den sosiale valideringen det sosiokulturelle læringssynet argumenterer for.

Med dette mener jeg å ha gitt et grunnlag for å utvikle en undervisningsmetode som benytter YouTube-videoer i samspill med samarbeidslæring, og jeg vil nå klargjøre rammene for utformingen av undervisningsøkten.

1.3 Oppgaveparadigmet, undersøkelseslandskapet, og det undersøkende læringsmiljø

Rammene rundt undervisningsopplegget som presenteres senere, er utviklet ut fra begrepene *oppgaveparadigmet* og *undersøkelseslandskapet* beskrevet av matematikkdiraktikeren Skovsmose (2001), samt *det undersøkende læringsmiljø* beskrevet av forskningsgruppen til matematikkdiraktikeren Wedege (se Folke Larsen, Hein og Wedege 2004). Med bakgrunn i forskernes virke vil det naturlig nok bli referert til matematikkundervisning i dette avsnittet. Jeg mener likevel at mye av stoffet presentert kan knyttes direkte til fysikkfagdidaktikken.

1.3.1 Oppgaveparadigmet og undersøkelseslandskapet

Cotton (1998, gjengitt av Skovsmose, 2001) oppdaget i sine observasjoner at tradisjonell matematikkundervisning var ofte delt inn i to deler; først gikk læreren gjennom matematiske ideer, teknikker og eksempler, og deretter jobbet elevene med utvalgte oppgaver - med nøyaktig ett korrekt svar - formulert av en ekstern autoritet (for eksempel oppgaver fra en oppgavebok). Variasjoner innad de observerte mønstrene var heller diskret; undervisningen gikk stort sett fra å være en full lærerstyrt presentasjon, til at elevene var fullt opptatt med å løse oppgaver. Denne undervisningsformen refereres til som et oppgaveparadigme (Skovsmose, 2001). Undersøkelseslandskapet beskrives som en kontrast til dette; det inviterer elevene til å involvere seg i prosessen av å utforske og forklare matematikken. Invitasjonen kan symboliseres ved en lærers spørsmål "Hva om (...)?", hvor elevene utfordres til å finne måter å forklare matematikken på. En aksept av denne invitasjonen kan symboliseres ved at eleven svarer "Ja, hvorfor er det sånn at (...)?", og man har på denne måten fått konstituert et nytt læringsmiljø; et undersøkelseslandskap. Det er viktig å understreke at det som for en lærer kan fremstå som et undersøkelseslandskap, ikke nødvendigvis er det for eleven. Et landskap vil kun være et undersøkelseslandskap dersom elevene *aksepterer* invitasjonen til den; heri ligger altså en relasjonell faktor. Årsaker til at elever ikke vil akseptere invitasjonen kan være at de ikke finner oppgaven/emnet i seg selv særlig interessant; forholdet til læreren kan gjøre at invitasjonen virker som en kommando; at eleven kan ha andre prioriterte forhold på det daværende tidspunkt, og mye annet. Hvorvidt et landskap kan tjene som et undersøkelseslandskap vil derfor være et empirisk spørsmål, og må besvares gjennom utprøving med elever; noe som fungerer for enkelte elever, fungerer ikke nødvendigvis for andre.

Interessen bak tilnærmingen til undersøkelseslandskapet ligger i begrepet *matematikkynndighet* (mathemacy). Matematikkynndighet involverer ikke bare matematiske ferdigheter, men også å kunne bruke kompetansen for å tolke og handle i et sosialt, politisk og teknologisk landskap strukturert av matematikk (Skovsmose, 2001). Dette kan karakteriseres ved Kranzbergs Første Lov: "What mathematics is doing is neither good nor bad, nor is it neutral" (Kranzberg, 1997, gjengitt av Skovsmose, 2001). Cobb og Yackel (1998, gjengitt av Skovsmose, 2001) argumenterer for at elevene skal utvikle *intellektuell autonomi* karakterisert ved elevenes bevissthet og vilje til å bruke deres egne intellektuelle kapasitet når de gjør matematiske avgjørelser og bedømmelser. For å kunne utvikle denne typen matematiske ferdigheter, virker

det best å holde seg bort fra oppgaveparadigmet, og heller trekke mot undersøkelseslandskapet.

Skovsmose (2001) trekker videre frem problemet rundt usikkerheten ved undersøkelseslandskapet. Fra lærerens perspektiv beveger man seg fra en komfortsone, representert ved den etablerte matematikkulturen, til en *risikosone* (risk zone). I risikozonen er graden av uforutsigbarhet høy grunnet usikkerheten av hva neste tema blir, elevenes utbytte blir usikkert, og oversikten over elevenes kunnskapsnivå blir vanskeligere å holde oversikt over. Derfor kan det være enkelt for læreren å trekke seg tilbake til komfortsonen. Men ved å gjøre det vil mange læringsmuligheter gå tapt⁸.

1.3.2 Det undersøkende læringsmiljø

Folke Larsen et al. (2004) beskriver ulike fordeler og ulemper ved oppgaveparadigmet og undersøkelseslandskapet som følger:

Fordeler ved oppgaveparadigmet er at det blir lett å organisere, samt at det gir læreren bedre kontroll over hvilke oppgaver elevene har jobbet med.

Ulemper ved oppgaveparadigmet er det sterke fokuset mot regneferdigheter, noe som kan virke ekskluderende for svakere eller mer langsomme elever; elevene begynner ofte å avkode tekstopp-gaven fremfor å forholde seg til oppgavens problemstilling; elevene spør ofte læreren om hjelp før de har satt seg inn i problemet; det blir problematisk å differensiere oppgavene da dette kompliserer samarbeid mellom elever; samt at læreren reduseres til en oppgavestiller og fasitliste.

Fordeler ved undersøkelseslandskapet er at det legges opp til undervisningsdifferensiering da det tas utgangspunkt i elevenes problemstillinger, samt at elevene får bedre mulighet for å utvikle forståelse for sammenhenger mellom for eksempel ulike begrep.

Ulemper ved undersøkelseslandskapet er dets krav til høy elevmotivasjon, samt at det er en risiko for frustrasjon blant elevene dersom oppgaven ikke er konkret nok.

I et forsøk på ”å ta det beste fra to verdener” fremstilles derfor *det undersøkende læringsmiljø* som et alternativ. Dets mål er å kunne imøtekomme elever som ikke er vant til å arbeide

⁸ Karlsen (2004, 2006) beskriver noe lignende i tekstene *Sårbarhetens mulighet. Om utfordringer i den personlige lærerrolle* og *Stilt overfor det som ennå ikke er - Om undervisningens improvisatoriske nødvendighet*. Her trekker han frem problemstillingen rundt komfortsonen ved å vise til læreridentitetens betydning, samt potensiale for læring ved å gå inn i en uviss fremtid sammen elevene.

undersøkende og eksperimenterende, og å kunne gi undersøkelseslandskapet en fastere struktur. Ved å veksle mellom faste rammer og løse strukturer, håper man på at det undersøkende læringsmiljø smyer seg mellom de to førstnevnte metodene, og eliminerer deres ulemper.

I delkapittel 1.5 vil jeg vise hvordan et bevisst forhold til det undersøkende læringsmiljø kan brukes for å utvikle et undervisningsopplegg hvor YouTube-videoer og samarbeidslæring ligger til grunn.

1.4 Fysikkens representasjonsformer

Jeg vil i følgende del fremstille et analytisk rammeverk for å beskrive fysikkens ulike måter å uttrykke seg på. Dets hensikt er å kunne gi et begrepsapparat som kan beskrive elevenes utforskning av fysikken, samt videoenes innhold som fremstilles i kapittel 3. Med bakgrunn i begrepsapparatet vil jeg også argumentere for at fysikken *er* og YouTube-videoer *kan være* undersøkelseslandskaper i delkapittel 1.5.

I boken *At lære fysikk* beskriver fysikkdiraktikeren Dolin (2001) at han gjennom sine observasjoner har merket seg hvordan elevens problemer og kamp med å forstå begreper, løse oppgaver, gjennomføre øvelser og lignende; bunner i de mange forskjellige krav som stilles før man kan si at de har oppnådd en viss forståelse for emnet. Eksempelvis skal eleven kunne kjenne til begreper, bruke dem i en eksperimentell oppsetning, beskrive eksperimenter matematisk, systematisere måleresultater, også videre. For å innfange de ulike måtene man kan arbeide med og forstå et fysisk problem eller begivenhet, har han valgt å la seg inspirere av begrepet *representasjonsformer*. Begrepet kan forstås som ”(...) forskjellige former for organisering eller opnåelse af viden og forståelse (...)” (Dolin, 2001, s. 104). Generelt kan representasjonsformer anses for å være kulturelle verktøy som brukes i konkrete situasjoner til konkrete formål, og i dette rammeverket har fysikken – som egen kultur – utviklet sine egne representasjonsformer. Satt i kontekst av fysikkens kultur, vil representasjonsformer da være ulike måter å uttrykke det samme fenomen eller den samme fysiske begivenhet⁹ (Dolin, 2001). For å beskrive dette, trekker han frem en landskapsmetafor; fysikkklæring kan sammenlignes med å gå rundt i et landskap, og se på dets variasjon og helhet gjennom ulike briller. Disse brillene er da de ulike representasjonsformene.

⁹ Det kan eventuelt ses på som ulike *tilganger* til fysikken, og begrepene ”tilgang” og ”representasjonsform” vil heretter brukes om hverandre.

1.4.1 De ulike representasjonsformene

Inspirert av Wolff-Michael Roth (1995) trekker Dolin (2001) frem fem ulike typer representasjonsformer for å dekke den fysikalske kulturs uttrykk, samt to som han betrakter som nødvendige ut fra egne erfaringer:

Fenomenologisk representasjon: Da fysikken som oftest omfatter å se på bevegelser og endring i tid og rom, temperaturer og masser, og lignende; stiller den fenomenologiske representasjonsformen krav om å kunne trekke ut disse sentrale elementene fra et fenomen. Det handler altså om å kategorisere og begripe fenomenet ut fra disse sentrale aspektene, for så å i ettertid kunne tolkes gjennom ulike arbeidsformer og -redskaper.

Denne representasjonsformen kan sammenlignes med den som direkte fanger inn elevens hverdagslige oppfattelser; man får sett hva de umiddelbart legger vekt på, og hvordan det skiller seg fra den etablerte fysikk.

Eksperimentell representasjon: Dette er en praksisorientert tilgang til fenomenet. Man skal ha en idé om hvilke opplysninger som vil være relevante å få ut, hvilke variable som er interessante, samt forstå hvordan de måles. Man trenger også fantasi nok til å forstå hvilke muligheter og begrensninger man har for forsøksoppstillingen.

Deskriptiv representasjon: Handler om bearbeidingen av de målte/kjente data, og omfatter de ulike tallmessige og grafiske beskrivelser av fenomenet, samt evnen til å kunne si noe om fenomenets egenskaper ut fra disse beskrivelsene av fenomenet.

Matematisk symbolsk representasjon: Handler om det å finne en funksjonell lovmessighet mellom beskrivelsen av fenomenet og en matematisk modell eller ligning. Det kan for eksempel være å tilknytte en frittfallende stein til ligningen $s = \frac{1}{2}gt^2$. Det kan også være å koble observasjoner til en graf uttrykt ved en formel, og det er derfor en glidende overgang mellom den deskriptive og matematisk symbolske representasjonsformen.

Begrepsmessig representasjon: Går ut på å kunne benytte de utledede generaliseringer innen fysikken til å beskrive og forklare fysiske fenomener og ulike sammenhenger, og oppfattes av mange som det viktigste formål med fysikkundervisningen. For eksempel vil bevarelsen av energi, fart, og avstand, kunne settes i sammenheng med en pendels bevegelse, og at den aldri vil bevege seg lengre enn punktet den ble sluppet fra da den befinner seg i et konservativt kraftfelt. Begrepene er så å si de nødvendige ledd fysikken skyter inn for å koble fenomener opp mot fysikkens teorier, og gir ofte en helt annen tilgang til verden i forhold til hva elevene

er vant med. Å kunne koble begreper opp mot en matematisk modell vil også høre under dette, og det er derfor en glidende overgang mellom den begrepsmessige og matematisk symbolske representasjonsform

Billedlig representasjon: Dette er egne mentale bilder av fenomenet eller begivenheten. Det er viktig å kunne gjøre primitive tegninger av den oppfattelse man har av fenomenet, og på denne måten finne ut om man klarer å fokusere på de sentrale aspektene beskrevet under den fenomenologiske representasjonsformen, samt se bort fra de mindre viktige. Skemp (1987) refererer til dette som å uttrykke *konseptuelle tanker* med et *lavt støynivå*, og man uttrykker evnen ”to isolate concepts from any examples which give rise to them” (s. 15). Et eksempel kan være å fange inn begrepet ”skjæringspunkt” gjennom å tegne to linjer som skjærer hverandre (lavt støynivå), eller et abstrakt kunstverk med ett tilfeldig plassert skjæringspunkt (*høyt støynivå*).

Under billedlige representasjonsformer tilhører også analogimodeller og metaforer. Glynn og Takahashi (1998) sier at bruk av analogier i stor grad fremmer elevenes begrepsforståelse, samt at kunnskapen sitter over lengre tid. Det skal her nevnes at svake eller feilaktige analogier kan være med på å fastholde og bygge opp feiloppfattelser. Som det fremgår er det altså en glidende overgang mellom billedlige, fenomenologiske og begrepsmessige representasjonsformer.

Kinestetisk representasjon: Å uttrykke den bevegelsesmessige oppfattelse av et fenomen gjennom kroppslig handling. For eksempel kan en bølge uttrykkes ved å lage ”bølgeformer” med en flat hånd, eller kraft beskrives ved å dytte på en annen person.

Som det fremgår, finnes overlapp mellom de ulike representasjonsformene. Dette ligger i representasjonsformenes natur, da det er umulig å inndele komplekse sammenhenger i disjunkte elementer. Dette anses likevel ikke for å være et problem da det i denne oppgaven kun er behov for en pekepinn som beskriver fysikkens ulike måter å uttrykke seg på.

1.4.2 Kvalitativ og kvantitativ fysikk

Videre kan de ulike representasjonsformene grovsorteres i forhold til deres form for tilgang til fysikken; de vektlegger i ulik grad *kvalitative* og *kvantitative* aspekter ved fysikken. Dolin (2001) beskriver den fenomenologiske, den billedmessige og den kinestetiske tilgangen til fysikken som de mest kvalitative; samtidig som den deskriptive og matematisk symbolske anses for å være de mest kvantitative.

Med bakgrunn i overnevnte representasjonsformer beskriver Dolin (2001) en *læreprosess i fysikk* hvor den lærende tilegner seg et emnes representasjonsformer og beveger seg mellom dem. Desto bedre de ulike representasjonsformene er integrert hos den lærende, jo bedre er vedkommendes forståelse av emnet. Hver enkelt representasjonsform gir da uttrykk for en delforståelse. *Full forståelse* for et fysikkemne kan da beskrives som en integrasjon av de forskjellige mulige representasjonsformer av emnet, slik at man er i stand til å bevege seg fritt mellom dem. Her kommer også – sammenlignet med andre fagtradisjoner - kompleksiteten ved fysikk inn; det er et behov for å kunne mestre de fleste av de ulike representasjonsformene, ofte samtidig. Elever vet for eksempel ofte ikke poenget med å tegne en graf ut fra et helhetlig perspektiv, de forstår dog hvordan de skal tegne grafen foreskrevet i oppgaven. Men straks elevene blir bedt om å tolke grafens relasjon til et fenomen gir den først mening for mange. Det er altså et gjennomløp av alle representasjonsformer som gir mening til den enkelte, da den først da kommer i relasjon til de andre. Dolin (2001) argumenterer derfor for at det er viktig at elevene ledes ut i et læringsmessig landskap hvor de kan se hvordan ting henger sammen gjennom de ulike representasjonsformene. Som lærer vil det være nyttig å tilrettelegge undervisningen slik at alle representasjonsformene blir gjennomarbeidet flere ganger. Elevene må tvinges til å skifte mellom de forskjellige former gjennom for eksempel spørsmål, oppgaver og øvelser hvor det gjøres klart hvordan de løper ut av det aktuelle fenomenet.

1.5 Diskusjon rundt teoretisk rammeverk

I denne delen vil jeg koble opp de ulike elementene av det teoretiske rammeverket for oppgaven. Jeg kommer til å klargjøre hvordan fysikkvideoer i samspill med samarbeidslæring kan skape et undersøkende læringsmiljø hvor elevene har mulighet for å utforske fysikkens representasjonsformer, før jeg til slutt legger frem forskningsspørsmålet for den empiriske delen av oppgaven. Jeg vil begynne med å argumentere for at fysikkvideoen er et undersøkelseslandskap.

1.5.1 Videoen som et undersøkelseslandskap

Skovsmose (2001) sier at undersøkelseslandskapet inviterer til å involvere seg i prosessen av å utforske og å forklare noe. På denne måten kan man også si at fysikk er et undersøkelseslandskap hvor de ulike representasjonsformene fungerer som verktøy for utforsking og forklaring av den. Da fysikkvideoen simpelthen er et uttrykk av de ulike representasjonsformene, mener jeg derfor den har en funksjon som et undersøkelseslandskap.

Skovsmose påpeker dog at det også finnes en relasjonell faktor som spiller inn dersom noe skal betraktes som et fullverdig undersøkelseslandskap; eleven må akseptere invitasjonen for å benytte seg av det. I denne sammenhengen mener jeg bruk av YouTube-videoer som undersøkelseslandskap stiller sterkt. I foredraget "Hvordan møter vi student 2.0" hevder Krokan (2009) at det ligger et raskt utviklende teknologigap mellom lærere og studenter. Som en konsekvens av dette oppstår også et kommunikasjonsgap mellom lærere og elever, og Krokan hevder dette er fordi studenter er *digitalt innfødte*, mens lærere i stor grad er *digitale innvandrere* (se også Duffy, 2008). Dette bekreftes for eksempel gjennom at lærebøker er en fundamental komponent i skolen, og at lærere i høy grad benytter dem med hensyn til planlegging og undervisning, til tross for at andre informasjonskilder er lett tilgjengelige (Nelson, 2006). Blant annet foretrekker digitalt innfødte lyd, bilde og video før de leser en tekst relatert til emnet, mens digitale innvandrere er i motsatt situasjon. Videre trekker Krokan frem hvordan sosiale medier med ulike former for deling av informasjon (YouTube, iTunesU, Twitter, og lignende) i større og større grad utvikles til læringsinstitusjoner for brukerne. Ut fra dette kan man slutte at det er større sannsynlighet for at dagens skoleelever – som digitalt innfødte - aksepterer en invitasjon til bruk av YouTube-videoer fremfor andre typer undersøkelseslandskap; samt at bruk av YouTube-videoer vil i større og større grad rettes mot ønskede formål med hensyn til denne undervisningsmetodens hensikt.

1.5.2 Videoen som en del av et undersøkende læringsmiljø

Folke Larsen et al. (2004) påpeker hvordan undersøkelseslandskapet krever en høy elevmotivasjon, og at det oppstår en risiko for frustrasjon blant elevene dersom oppgavene tilknyttet undersøkelseslandskapet ikke er konkrete nok. Med bakgrunn i et sosiokulturelt perspektiv på læring, har jeg tidligere argumentert for nødvendigheten av å ta hensyn til sosiale aspekter når undervisningsteknikker skal vurderes og tas i bruk. Jeg vil nå argumentere for at ulempene Folke Larsen et al. fremstiller ved undersøkelseslandskapet også kan komme frem ved bruk av fysikkvideoer i en klasseromskontekst, og hvorfor det er nødvendig å gjøre fysikkvideoen til et element i et undersøkende læringsmiljø. Mayer og Moreno (2002) påpeker at studier rundt bruk av multimedia i læringsammenheng i stor grad har vært fruktløse; det har vært registrert positive resultater i enkelte kontekster, men ikke i andre. I de tilfeller hvor bruk av multimedia i en klasseromskontekst ikke hjelper, tror jeg årsaken - blant annet - kan være at de positive egenskapene oppgaveparadigmet ikke ble ivaretatt i tilstrekkelig grad. Det er nødvendig å imøtekomme elever som ikke er vant til å jobbe med et undersøkelseslandskap ved å gi de redskaper for å benytte seg av det, samt å gi

elevene faste rammer å forholde seg til. Et eksempel på et slikt redskap kan være konkrete oppgaver med problemstillinger relatert til videoen. På denne måten mener jeg det blir enklere for eleven å identifisere og abstrahere essensiell informasjon. Videre påpeker Leach og Scott (2002) at det må tas hensyn til at elevene befinner seg i en spesifikk sosial kontekst. Et element som hører hjemme i en skolekontekst, er vurdering av elevenes arbeid. Derfor mener jeg at et overordnet gruppemål kan – i tillegg til å bygge positiv gjensidig målavhengighet - fungere som kriterier for vurdering og bidra til å gi fastere rammer til undervisningsøkten, og på den måten bidra til å danne et undersøkende læringsmiljø.

Med dette mener jeg å ha klargjort at fysikkvideoer kan være et nyttig hjelpemiddel i undervisningsøkter designet innenfor rammene for samarbeidslæring og det undersøkende læringsmiljø. Til slutt vil jeg argumentere for nødvendigheten av å tilpasse fysikkvideoen til elevene dersom den skal benyttes som et undersøkelseslandskap i klasserommet.

1.5.3 Behovet for å tilpasse videoen i henhold til ønsket bruk

I sitt analytiske rammeverk rundt eksterne kognisjon, påpeker Scaife og Rogers (1996) hvordan eksterne representasjoner kan bidra til å avlaste arbeidsminnet, og beskriver et behov for klargjøring av hvilke former for eksterne representasjoner som har betydning for seerens læring. Mayer og Moreno (2002) følger opp ved å vise til konkrete teknikker som kan benyttes for å bedre samspillet mellom eksterne og interne representasjoner hos seeren gjennom deres gjennom deres syv prinsipper for bruk av animasjon i en multimediasetting. Jeg tror at årsaken til kravet om høy elevmotivasjon, samt risikoen for frustrasjon hos elevene når man benytter seg av et undersøkelseslandskap; til dels ligger i et manglende samspill i prosessen av å koble eksterne og interne representasjoner hos elevene. Et tenkt tilfelle kan være at en video bryter med samtlige prinsipper fremstilt av Mayer og Moreno, og blir en stor kognitiv belastning for elevene og dermed vanskelig å få et utbytte av. Dersom undersøkelseslandskap generelt gir en høy belastning av arbeidsminnet, er det etter mitt syn ikke vanskelig å forstå at høy elevmotivasjon er nødvendig. Det er heller ikke vanskelig å forstå at elever kan bli frustrerte dersom motivasjonen er til stede, men de ikke får utbytte av den på grunn av den høye belastningen av arbeidsminnet. Jeg har tidligere pekt på nødvendigheten ved at elevene aksepterer det fremstilte undersøkelseslandskapet. Ut fra Scaife og Rogers sitt fokus på belastning av arbeidsminnet, mener jeg det i tillegg kommer frem at elevene må ha tilstrekkelig med kognitive evner og faglig ekspertise for at de skal oppleve at undersøkelseslandskapet gir mening. Man risikerer ellers ting som overbelastning

av arbeidsminnet og misforståelser grunnet manglende grafiske restriksjoner. Da det er umulig å ta grep for å forbedre elevenes kognitive evner i undervisningsøkten, bør derfor undersøkelseslandskapet designes slik at belastningen av arbeidsminnet minimeres. Når fysikkvideoer fungerer som undersøkelseslandskap, mener jeg da Mayer og Morenos syv prinsipper er et godt verktøy for å hjelpe elevene til å være i stand til å benytte seg av undersøkelseslandskapet.

1.5.4 Konklusjon og forskningsspørsmål

Jeg har argumentert for at fysikkvideoen er et undersøkelseslandskap, behovet for sosial validering av kunnskaper, og fordelene ved å benytte elementer fra oppgaveparadigmet ved bruk av et undersøkelseslandskap. Med bakgrunn i dette mener jeg derfor at fysikkvideoen bør brukes i et samspill med samarbeidslæring i kontekst av et undersøkende læringsmiljø.

Med grunnlag i denne konklusjonen har jeg utviklet et undervisningsopplegg hvor fysikkvideoer fungerer som hovedkilden for faglig informasjon, og hvor elevene samarbeider om oppgaver relatert til den. Hensikten med undervisningsøkten er å danne et undersøkende læringsmiljø hvor elevene kan utforske fysikkens representasjonsformer. Forskningsspørsmålet for denne oppgaven blir derfor som følger:

”Kan et samspill mellom YouTube-videoer og samarbeidslæring hjelpe elever å utforske fysikkens representasjonsformer?”

Ettersom jeg anser det for å være svært vanskelig å måle eventuelle endringer i elevenes mentale representasjoner, anser jeg elevenes utforsking av fysikkens representasjonsformer for å være en langt mer målbar kvantitet ettersom de kan uttrykkes verbalt, skriftlig og fysisk av elevene. Jeg har derfor valgt å benytte dette som et instrument for å måle undervisningsmetodens effektivitet.

2 Metode

Datainnsamlingen for studien er gjennomført som følger. Tre elever ble tatt ut av fysikkundervisningen for å kunne observeres og filmes i undervisningsøkten jeg hadde konstruert. Selve undervisningsøkten besto av en videofremvisning etterfulgt av en samarbeidsøkt rundt utdelte oppgaver. Elevene ble informert om hva som skulle skje, at de fungerte som en gruppe, og at de ville få utdelt en test på slutten av undervisningsøkten. Det ble klargjort at testen skulle gjennomføres individuelt, at gruppens mål var å oppnå en gjennomsnittlig poengscore på minst 75%, og at testen ville bestå av de samme oppgavene som de hadde samarbeidet om. Dersom de klarte å nå gruppemålet, ville dette markeres ved at de fikk en belønning til neste gang (muffins, godterier, og lignende).

Før videoen ble vist fikk elevene utdelt oppgaver som var faglig relatert til den. Disse oppgavene fikk de jobbe med individuelt i fem til tolv minutter, avhengig av vanskelighetsgrad og mengde. Hensikten med denne delen var å få et grunnlag for å sammenligne deres evner til å benytte seg av fysikkens representasjonsformer før og etter undervisningsøkten. For å gjøre sammenligningen enklere, valgte jeg å gi elevene de samme oppgavene på den avsluttende testen. Fysikkvideoen ble deretter vist frem, og dette ble fulgt opp med en økt hvor elevene samarbeidet om oppgavene de hadde forsøkt å løse før videoen. Etter en omtrent 15 minutters lang samarbeidsøkt, gjennomførte elevene den avsluttende testen. Dens varighet varierte mellom fem og tolv minutter avhengig av vanskelighetsgrad og mengde.

Dette ble gjort med de samme elevene - men ulike videoer - ved tre anledninger over et tidsrom på to uker. Da den overnevnte sekvensen hadde en varighet på omtrent én skoletime, ble den ved disse tre anledningene gjennomført totalt fem ganger (én enkelttime og to dobbelttimer). Datamaterialet som ble analysert består av videoopptak fra undervisningsøktene, og elevbesvarelsene av oppgavearkene.

Den gjennomførte datainnsamlingen beskrevet over er basert på en modell jeg har utviklet for dette studiet. Modellen vil beskrives nærmere i delkapittel 2.3, og er basert på teori rundt *aksjonsforskning* og *case studies*; betydningen av *reliabilitet* og *validitet* i kvalitativ forskning; samt det teoretiske rammeverket for oppgaven. Til slutt beskrives kontekst og andre ting som er relevante for datainnsamlingen.

2.1 Forskningsdesign

Ut fra forskningsspørsmålet går det naturlig frem at jeg ønsker å evaluere hvor verdifull en spesifikk undervisningsmetode er ved å se på hvordan den kan hjelpe elever å utforske fysikkens representasjonsformer. Jeg vil nå presentere utformingen av et studie som inneholder elementer av aksjonsforskning og case studies.

2.1.1 Hvorfor elementer av aksjonsforskning?

Utover forskningens tradisjonelle hensikter – å beskrive, forstå, og forklare – kjennetegnes aksjonsforskning ved at forskeren aktivt går inn og foretar *endringer* (Robson, 2002). Sentralt for disse endringene i aksjonsforskning er *forbedring* og *involvering*. I henhold til forbedring ønsker man å forbedre en eller annen form for *praksis*; forbedre *forståelsen* av praksisen hos den praktiserende; samt forbedre *situasjonen* hvis praksis tar plass. I mitt tilfelle vil det si å forstå og finne metoder som kan forbedre en undervisningssituasjon. Det som imidlertid skiller mitt studie fra disse kjennetegnene, er at jeg ikke forsøker å endre forståelsen av praksisen hos en praktiserende (jeg forsøker ikke å belære læreren i forhold til gjennomføring av undervisningen), samt at jeg forsøker ikke å forbedre situasjonen hvis praksis tar plass (det er ikke fremstilt noe ønske om at jeg skal implementere en ny undervisningsmetode i klassen). I henhold til involvering fra forskeren har jeg det til felles at jeg går direkte inn og midlertidig endrer undervisningssituasjonen for tre av elevene. I tillegg involverer jeg meg direkte: Da læreren er opptatt med å undervise resten av klassen, er noen nødt til å innta lærerrollen i undervisningsøkten, hvilket i dette tilfellet blir undertegnede. I tillegg til at jeg er mer eller mindre tvunget til å innta lærerrollen (jeg antok det ville være en svært høy terskel for å få en lærer til å gjennomføre undervisningsmetoden med klassen sin, spesielt med hensyn til forberedelser og avbrytelser i forhold til planlagt progresjon med klassen) mener jeg det også gir fordeler i form av at jeg har bedre kontroll over implementeringen av undervisningsmetoden, samt andre faktorer som kunne påvirke datainnsamlingen (se for eksempel Robson, 2002). Denne tette relasjonen mellom forskeren og deltakerne i studiet gjør at en fiksert, kvantitativ strategi utgår, og det er nødvendig å utforme en *fleksibel, kvalitativ* strategi (Robson, 2002).

Kvalitative metoder brukes i undersøkelser som forsøker å oppnå dybdeforståelse og gi en detaljert beskrivelse av en spesiell praksis eller kontekst, hvorpå fleksibiliteten kommer til uttrykk ved at resultatene påvirker undersøkelsens datainnsamling og analyse underveis i

studien. Kjenntegn på denne type studier er ting som dybdeintervju, at forskeren er ”instrumentet” for innsamling av data, og at data er av ikke-numerisk art (Robson, 2002).

Utenom overnevnte årsaker til at elementer fra aksjonsforskning passer inn i studien, er også etiske årsaker blant dem. Ettersom jeg benytter meg av elevenes undervisningstid, må jeg påta meg en lærerrolle slik at elevene ikke blir hengende etter lærerens forventede progresjon hos elevene.

2.1.2 Case study

Robson (2002) sier at en case study kan tjene som modell for gjennomføring av aksjonsforskning grunnet dens fleksibilitet i design og fremgangsmåte, samt hvordan metoden brukes. Jeg vil i denne delen gå nærmere inn på hvorfor dette studiet kan være tjent med å utformes som en case study, gi et grunnlag for utforming av dets design, samt bygge et forslag til utforming ut fra det teoretiske rammeverk rundt samarbeidslæring.

Yin (1994) beskriver studier hvor man ønsker å besvare et ”hvordan-spørsmål” ved å se på et midlertidig fenomen i en sanntidskontekst; samt hvor forskeren har liten eller ingen kontroll over hendelsene som vil oppstå; som passende for en case study. Da jeg ønsker å se på *hvordan elevene utforsker* representasjonsformene ved å presentere samarbeidslæring og videoer inn i undervisningen, for så å observere hvordan en slik situasjon utfolder seg naturlig, er en case study et naturlig valg for utforming av design.

Yin sier også at ved utvikling av en case study skal foreløpig innsamlet teori tjene som en mal hvis karakteristikker skal kunne sammenlignes med empiriske funn. Feltet man ender opp med å undersøke skal dermed reflektere karakteristikker og problemer identifisert gjennom det underliggende teoretiske/konseptuelle rammeverk. I mitt tilfelle er hensikten å undersøke om et konsept hvor et samspill mellom samarbeidslæring og YouTube-videoer kan føre til utforsking av representasjonsformer. Studien som utvikles må dermed kunne reflektere karakteristikkene beskrevet under samarbeidslæring, samt undersøke hvorvidt elevene utforsker representasjonsformene beskrevet av Dolin.

2.2 Forskningens validitet og reliabilitet

For å kunne vurdere hvorvidt en studie er god eller dårlig, er det nødvendig å legge frem vurderingskriterier for det. For å beskrive disse vurderingskriteriene, har jeg tatt utgangspunkt i Golafshanis (2003) artikkel *Understanding Reliability and Validity in Qualitative Research*

publisert i *The Qualitative Report*. Til slutt i dette delkapittelet klargjør jeg hvordan kriteriene er forsøkt ivaretatt.

For å beskrive kriterier innad kvalitativ metode, er det mulig å ta utgangspunkt i begrepene *reliabilitet* og *validitet* beskrevet innenfor den kvantitative forskningens rammer. Reliabilitetskriteriet stiller her krav til måleinstrumentet som er brukt; dersom dets resultater er konsistente og nøyaktige over tid, samt at resultater kan replikeres ved bruk av lignende metodologi; kan forskningsinstrumentet anses for å være reliabelt (Joppe, 2000, gjengitt av Golafshani, 2003). Med andre ord anses det for å være reliabelt dersom man kan repetere studiet og gjenskape resultatene. Validiteten ved et forskningsresultat beskriver hvorvidt forskningen virkelig måler det den hadde som hensikt å måle, og hvilken grad forskerens konklusjoner kan anses for å være sanne. Med andre ord, tillater forskningsinstrumentet forskeren å finne ut av hva man ønsker å finne ut av?

Med disse definisjonene innen kvantitativ forskning påpekes to ting: Reliabilitet stiller spørsmål rundt gjentakelse, mens validitet stiller spørsmål om det som skulle måles faktisk ble målt. Tilhengere av kvalitativ forskning anser ofte reliabilitet som et lite interessant begrep innad den kvalitative tradisjon. Spørsmålet om gjentakelse blir for eksempel irrelevant da den kvalitative tradisjon ser på hvordan ting utfolder seg naturlig (Glesne & Peshkin, 1992, gjengitt av Golafshani, 2003), og Lincoln og Guba (1985, gjengitt av Golafshani) påpeker at reliabilitet er uinteressant å demonstrere dersom man kan demonstrere validitet; dersom sistnevnte kan demonstreres, *må man ha brukt et godt måleinstrument*. Med andre ord kan det være tilstrekkelig å jobbe for å maksimere eller teste validiteten for å kunne forsvare forskningsresultater, og Golafshani (2003) foreslår derfor å utarbeide strategier som reduserer trusselen mot validitet. Jeg vil senere presentere forslag til slike strategier.

Lincoln og Guba (1985, gjengitt av Robson, 2002) kategoriserer trusslene for forskningens validitet som følger: *reaktivitet* – om tilstedeværelsen av forskeren forstyrrer de naturlige omgivelsene; *respondenten fordreier data* – kan ta form i alt fra at respondenten tilbakeholder informasjon da han opplever forskeren som en trussel, til at respondenten forsøker å gi svar forskeren har gitt inntrykk av å ønske; *forskeren fordreier data* – forskeren tilrettelegger innsamlingsmetoden for data for å få ønskede svar i forhold til antagelser eller forberedt teori. Maxwell (1992) beskriver også *tolkning* av data som en trussel, i form av at man prøver å tilpasse data teorien. I tillegg påpeker han trusselen ved at man ikke betrakter *annen teori* som

kan forklare fenomenet man studerer. Sistnevnte punkt ”parerer” jeg dog ved å henvise til et konstruktivistisk element ved kvalitativ forskning: “(...) *the view that all knowledge, and therefore all meaningful reality as such, is contingent upon human practices, being constructed in and out of interaction between human beings and their world, and developed and transmitted within an essentially social context*” (Crotty, 1998, s. 42 gjengitt av Golafshani, 2003, s. 603). Ettersom all kunnskap fra kvalitativ forskning er konstruert av mennesker i relativt komplekse kontekster, mener jeg at – til tross for at annen teori kan klargjøre ens resultater – forskningen skal bidra til å gi flere perspektiver for virkelighetsbeskrivelser, da ingen teori faktisk kan påberope seg å være korrekte. Jeg anser derfor ikke annen teori for å være et problem hva angår validitet, da de konklusjoner man trekker fra resultatene sine uansett vil være et bidrag til ekstrapolering.

Padgett (1998, gjengitt etter Robson, 2002) presenterer flere strategier som kan benyttes for å senke trusselen mot validitet. *Forlenget involvering* med respondentene kan føre til nedgang i reaktivitet, da forskeren blir en naturlig del av miljøet, samt senke trusselen for at respondenten vil ha holdninger overfor forskeren som påvirker datainnsamlingen. Ved datainnsamlingen plukket derfor læreren ut tre elever som hadde sagt seg villig til å delta på en *serie* observasjoner. Jeg ønsket fortrinnsvis å bruke de samme elevene ved hver runde med datainnsamling, til dels med hensyn til å ha en forlenget involvering, til dels fordi jeg var interessert i å følge de samme elevene over tid, og til dels for å slippe å bruke tid på å forklare undervisningsøkten fra gang til gang. Ved min første ankomst fikk klassens resterende elever litt informasjon om hva som skulle foregå, og det ble også forespurt om de ønsket å delta i studien dersom det oppsto behov for det. Dette hadde som hensikt å la alle elevene få møte meg tidligst mulig, samt å lodde stemningen for deltakelse dersom noe uforutsett skulle oppstå ved senere runder med datainnsamling. Med dette håpet jeg at jeg kunne sikre en viss kontinuitet i tilfelle enkeltelever er borte fra timene de aktuelle dagene. Med hensyn til innsamlingsperiodens varighet og hyppighet spilte også andre faktorer inn, som at innsamlingen måtte tilpasses lærerens planer, og at den var begrenset av masterstudiets varighet. Robson (2002) påpeker at ved forskning – spesielt i tilfeller hvor det er mangel på tilstrekkelig teori – ønskelig å samle inn data så lenge den innbringer betydelig informasjon utover hva man allerede har. Med hensyn til begrensningen av studiets varighet ser jeg i ettertid jeg skulle hatt mer tid til datainnsamling, grunnet ønsker om endringer i undervisningsmetoden og datainnsamlingen. Disse endringene beskrives nærmere i delkapittel

5.2 og del 5.3.1.

En annen strategi for å senke trusselen mot validitet, er *triangulering*. Dette begrepet brukes når det tas i bruk flere kilder i studiet for å styrke forskningens rigoritet ("ærlighet") (se for eksempel Robson, 2002), og reduserer samtlige av truslene overfor validitet nevnt innledningsvis i dette delkapittelet. Et eksempel på dette er *datatriangulering* hvor det benyttes flere kilder for å få frem data. I dette studiet produserte for eksempel elevene svarark hvis hensikt var å blant annet kunne validere utsagn fra og tolkninger av den observerte samarbeidsøkten.

Med hensyn til utvalg av respondenter oppfordret jeg læreren til å plukke ut en gruppe elever som er vant til hverandres selskap. Dette er med hensyn til at jeg ønsker at de skal føle seg trygge i en uvant situasjon, og forhåpentligvis minke reaktivitet ovenfor meg; samt å senke faren for at elevene holder igjen eller fordreier data dersom jeg på noe vis oppleves som en trussel. Jeg håper også at trusselen om reaktivitet ble senket ved at jeg inntok rollen som lærer.

2.3 Modell for datainnsamling

I dette delkapittelet presenteres designen for innsamling av data utviklet med basis i overnevnt teori om metode, samt det teoretiske rammeverk. Det er ut fra denne modellen datainnsamlingen beskrevet i innledningen av dette kapitlet er gjennomført. Dens hensikt er å tilrettelegge for samarbeidsgrupper i et undersøkende læringsmiljø, samt å gjøre det mulig å undersøke om elevene utforsker representasjonsformer; og beskrives som følger¹⁰:

1. Det er ønskelig å observere elever som har interesse for fysikk, og det bør derfor etableres kontakt med en fysikklærer som kan hjelpe med å stille elever til disposisjon. Da læreren fungerer som en "gatekeeper", kan han bli et hinder for forskningen (Robson, 2002). Det er derfor en fordel å finne en lærer som tydelig uttrykker samarbeidsvilje og er dyktig til å planlegge, sistnevnte punkt i forhold til forskerens planlegging av datainnsamling. Da videoene fra YouTube stort sett har engelsk tekst og tale, er det også nødvendig å forsikre seg at man har elever som har tilstrekkelige engelskkunnskaper.

¹⁰ Det skal klargjøres at dette er hva jeg anser for å være en ideell modell for denne studien, men av praktiske årsaker ikke nødvendigvis ble gjennomført nøyaktig som ønsket.

2. Før datainnsamlingen må det lastes ned og redigeres videoer relatert til et emne i fysikk, i tillegg til å lage faglige oppgaver relatert til videoen. Valg og redigering av video bør gjøres med Mayer og Morenos syv prinsipper i bakhodet (se del 1.1.2).
3. Rommet møbleres slik at det er enkelt for elevene å se hverandre når de diskuterer (se del 1.2.4). Dette kan for eksempel gjøres ved å plassere elevene rundt en mindre pult eller lignende.
4. Tre fysikkelever plukkes ut til observasjon i et privat rom for å unngå forstyrrelser. Antallet kan vurderes av forskeren selv, men ha som tommelfingerregel at samarbeidsgrupper fungerer bedre desto færre medlemmer (Johnson et al., 2006). Det er også ønskelig å følge de samme elevene over tid, da utvikling av samarbeidsferdigheter er et essensielt element ved studien. Man bør også lodde interessen for deltagelse blant resten av elevene, i tilfelle sykdom eller annet uforutsett oppstår blant de utvalgte elevene.
5. Elevene får forklart hva som skal skje fremover, samt gruppens mål om å oppnå en viss sammenlagt poengsum ved en avsluttende, individuell test (se del 1.2.4). Dets hensikt er å klargjøre en felles målsetting for elevene, skape positiv gjensidighet mellom elevene gjennom positiv gjensidig målavhengighet, og understreke at de har et individuelt ansvar for gruppen. Da man også ønsker å supplere positiv gjensidig avhengighet (se del 1.2.3.a), klargjøres det også at dersom delmålet nås, vil det markeres gjennom en belønning ved neste gjensyn.
6. Elevene jobber individuelt med de utdelte oppgavene. Tid til disposisjon vurderes ut fra oppgavenes kompleksitet og oppgavemengde.
7. Elevene ser videoen.
8. Elevene samarbeider rundt oppgavene de har fått utdelt. Tid til disposisjon for samarbeid avhenger av oppgavenes kompleksitet og oppgavemengde. Som beskrevet i innledende teori, er lærerens oppgave å observere og gripe inn dersom det er behov for hjelp med fag-arbeid eller lag-arbeid (se del 1.2.4). Hensikten med denne delen er blant annet å tilrettelegge for diskusjon rundt eventuelle faglige kontroverser mellom elevene. I forhold til analyse av data er denne delen interessant å observere da det er mulig å gjenkjenne selve utforskningen av representasjonsformer.
9. Elevene jobber igjen individuelt med de samme oppgavene som før videoen, og deres mål er å oppnå en sammenlagt poengsum lik eller større enn de forhåndsgitte kriterier. I forhold til analyse av data, er hensikten blant annet å kunne sammenligne elevenes

besvarelser før og etter videoen, og avsløre hvordan de benytter de ulike representasjonsformene for å løse oppgavene.

10. Oppgavene tas inn og evalueres i forhold til poeng ved en senere anledning. Dersom de har nådd gruppens målsetting markeres dette med en form for belønning til neste møte. Dersom målet ikke er nådd, klargjøres dette for elevene.
11. Økten avsluttes med at elevene vurderer samarbeidet, og hvordan det kan bedres i fremtiden (se del 1.2.4). Emner som kan diskuteres her er hvorvidt gruppen innehar basisferdighetene, funksjonsferdighetene, formuleringsferdighetene, og fordypningsferdighetene (se del 1.2.5), om de er flinke på fag- og lagarbeid (se del 1.2.3.d), samt hvordan disse egenskapene kan utvikles. Dette er og en arena for å ta opp eventuelle hinder for samarbeidslæringen (se del 1.2.3.f). Da det ikke er usannsynlig at en slik kritikk av hverandre kan føre til interessekonflikter, er det viktig at forskeren trer inn i en lærerrolle, og fungerer som en støttespiller i denne delen. Denne delen fikk jeg dessverre ikke tid til å gjennomføre ved datainnsamlingen.

2.4 Andre elementer ved datainnsamlingen

2.4.1 Kontekst

Det ble over perioden 10. september – 24. september 2010 gjennomført tre runder med datainnsamlinger, hvor det ble totalt gjennomført fem økter av typen beskrevet i innledningen av kapitlet. Datainnsamlingen foregikk på en videregående skole med program for studiespesialisering, service og samferdsel, og idrett. Læreren hadde skaffet tre gutter han hadde i kurset FY1 som frivillige deltakere, og jeg har valgt å kalle dem Ole, Joakim og Tobias. Ved andre datainnsamling var ikke Tobias til stede, og Henning fungerte som stedfortreder. Klassen besto av i underkant 20 elever, og var jevnt fordelt mellom gutter og jenter. Tema ved datainnsamlingene var henholdsvis bevegelseslære og grunnleggende mekanikk.

a Læreren

Læreren som ble valgt ut kjennetegnes ved en svært klassisk form for undervisning ved mye bruk av tavlen, oppgaveregning, og eksperimenter. Bruk av videoer er svært lite utbredt i hans undervisning, og dette gjør sannsynligvis elevene mer åpne for deltagelse i forsøket da de får oppleve variasjon i undervisningen. Samtidig er læreren åpen for samarbeid og lett å samarbeide med da han stort sett har oversiktlige periodeplaner som strekker seg over lengre

tid. Dette gjorde det enklere for meg å gjøre langsiktig planlegging, samt gjennomføre datainnsamlingen.

b *Elevene*

Jeg vil nå gi en kort beskrivelse av elevene jeg observerte.

Ole: Var den som tok mest initiativ til å snakke, og virket både reflektert og intelligent. Virket dog noe urolig ved videofremvisning.

Joakim: Fremsto som den svakeste av elevene, og var den som sa minst under samarbeidet mellom elevene. Virket veldig urolig under videofremvisning.

Tobias: Fremsto som både reflektert og intelligent. Virket veldig konsentrert under videofremvisning

Henning: Var stedfortreder for Tobias under gjennomføringen av det andre forsøket. Virket svært intelligent, fokusert og aktiv i diskusjonene. Virket veldig konsentrert under videofremvisning.

Som samlet gruppe: I del 1.2.5 ble det beskrevet fire ulike typer ferdigheter en samarbeidsgruppe bør ha. Jeg vil her beskrive gruppens sosiale kompetanse med bakgrunn i disse.

Gruppen tilfredsstilte stort sett kriteriene for å inneha *basisferdigheter* og *formuleringsferdigheter*. Likevel ble Ole til tider svært dominerende og avbrøt de andre gruppemedlemmene når de ønsket å si noe, samt at det var noe manglende søken etter utdypning til stede blant gruppemedlemmene. I forhold til *funksjonsferdigheter* kunne jeg observere at samtlige elever var flinke til å be hverandre om hjelp, kunne dele faglige ideer og meninger, de spurte hvordan de andre tenkte, de tilbød seg å forklare hverandre dersom det var behov, de uttrykte støtte, og oppmuntret gruppen til å holde fokus på deres overordnede mål. Samtidig virket det som det var en viss frykt for å ikke støte de andre gruppemedlemmene, samt en mulig frykt for at de skulle bli ansett som en som sinket gruppen med hensyn til å nå gruppemålet. Jeg så sjelden/aldri tilfeller hvor eleven ”med svaret” ble bedt om å utdype sine svar, eller at gruppens arbeidsmåte ble nevnt. Som en direkte konsekvens av dette manglet gruppen flere *fordypningsferdigheter* som å kritisere ideer uten å kritisere personer, utdypelse av svar, etterprøving ved å stille spørsmål som fører til dypere forståelse eller analyse, og videre.

2.4.2 Gjennomføring av datainnsamling

a Utforming av video og oppgaver

Alle videoer er hentet fra nettstedet YouTube. Oppgavene elevene løste ble laget ut fra videoens innhold. En mer detaljert beskrivelse av videoene og oppgavene gis i kapittel 3.

b Utstyr

Elevene ble observert som en gruppe, og økten filmet. Videokamera ble foretrukket fremfor diktafon grunnet vanskeligheter for å skille mellom elevenes stemmer på et lydopptak.

c Hvordan gjennomføringen skilte seg fra den ideelt ønskede

Som nevnt ble det grunnet tidsmangel ikke mulighet for å gjennomføre evalueringsprosessen, og utvikling av samarbeidsferdigheter kan på denne måten ha ”gått tapt” for elevene underveis i studiet. I tillegg kunne Tobias kun delta i to av de tre rundene med datainnsamling, slik at den ønskede kontinuitet ved utvikling av samarbeidsferdigheter ble svekket. Det var også flere tilfeller hvor jeg burde grepet inn for å hjelpe elevene, men ikke gjorde det, sannsynligvis fordi jeg ikke er vant med denne type undervisning selv.

2.4.3 Fremgangsmåte for analyse av data

Videoene ble transkribert og analysert ut fra et verktøy fremstilt av Graneheim og Lundman (2004). I dette verktøyet deles innsamlet rådata inn i betydningsenheter (*meaning units*). Dette kan for eksempel være sekvenser av rådataene som anses for å være interessante, og plukkes ut til analyse. En typisk sekvens i denne studien består av utsagn fra elevene, og består i alt fra ett utsagn og oppover. I eksemplet fra figur 1 kan vi for eksempel se at det er 13 utsagn i betydningsenheten. Etter beskrivelsen av betydningsenheten, trekkes essensen av betydningsenheten ut (*condensed meaning unit*), før den analyseres (*Interpretation of condensed meaning unit*), og til slutt kategoriseres i et undertema (*sub-theme*) og overordnet tema (*theme*) (Se eksempel i fig. 1). I mitt tilfelle ble alle data sortert ut fra over- og underordnet tema i henhold til relevansen for forskningsspørsmålet. Dette var for å lettere kunne hente det frem ved selve oppgaveskrivingen.

- Min inngripen (tilfeller hvor jeg bestemte meg for å gripe inn i undervisningen)
- Min påvirkning (tilfeller hvor jeg mener dynamikken i gruppen påvirkes kunstig av min forskerrolle)
- Relatert til videoen
- Annet
 - Kulturell kapital
 - Avkoding av testen
 - Elev føler seg dum
 - Etikk
 - Lærer-elev-interaksjon

3 Beskrivelse av videoene og oppgaver

I dette kapitlet legger jeg frem en beskrivelse av de ulike videoene som ble vist. Sammen med videoene vil jeg også legge frem oppgavene relatert til videoene. Sett bort fra enkelte inngrep fra min side, var all tekst og tale i videoene på engelsk.

I forhold til utvalg av videoer, beskriver Micolich (2008) flere spennende aspekter ved bruk av YouTube. Dette innebærer blant annet demonstrasjoner av fenomener som ikke lar seg gjøre i et klasserom på grunn av faktorer som kostnader og plassmangel; videoene kan demonstrere ting som går over lengre tidsløp ved å øke avspillingshastigheten, eventuelt senke den for å demonstrere eksplisitte egenskaper ved noe som skjer fort; og som støtte for demonstrasjoner i klasserommet, ettersom de ikke alltid går som planlagt. Til tross for at det finnes mye interessant å hente fra YouTube, følte jeg meg likevel i stor grad begrenset i forhold til hva jeg kunne benytte meg av. Forholdet mellom elevenes utbytte fra undervisningsøkten og lærerens tradisjonelle undervisningsstil - hvis etter undertegnedes inntrykk har et sterkt fokus på kvantitative aspekter ved fysikken – førte til et valg om å bruke videoer med mye fokus på matematisk symbolske representasjonsformer, til erstatning for dynamikk. Dette kommer spesielt tydelig frem i undervisningsøkt 1, 2 og 5.

Ettersom jeg har benyttet meg av YouTube-videoer, er muligheten for å påvirke innholdet i enkeltvideoene forholdsvis liten. Jeg har derfor forsøkt å lete opp videoer som i størst mulig grad ivaretar Mayer og Morenos syv prinsipper (2002), for så å redigere filmene slik at kvalitative aspekter ved fysikken ble presentert før kvantitative¹¹. I forhold til innhold i videoen, hadde jeg mulighet for å redigere inn tekst og benytte stillbilder. Johnson et al. (2006) sier at voksne mennesker anslås å kunne lytte konsentrert til en forelesning i mellom 12 og 15 minutter før det er behov for å bearbeide hva de har hørt. De anbefaler derfor å avbryte forelesningsøkter, og å la tilhørerne ha kortvarige samarbeidsøkter. Jeg tror grensen for å følge konsentrert med på en video er langt mindre, da informasjonsflyten kan være langt høyere enn ved en forelesning. Inspirert av dette valgte jeg å benytte redigeringsmulighetene til å legge inn 15 sekunders pauser med tekst hvor jeg enten forbereder elevene på hva de skal se, eller skriver en kort oppsummering av hva som nettopp ble gjennomgått. For klargjøringens skyld ble disse brukt langt oftere enn hva de kommende stillbildene angir.

¹¹ Videoene ble lastet ned ved bruk av programmet YouTube Downloader 2.6.2., og redigert med programmet Power Director 7.0. Til fremvisning benyttet jeg meg av programmet VLC Media Player.

Stoffet som gjennomgås i videoene er ikke gjennomgått ved undervisning tidligere, og skal sann sett være ”nytt” for elevene. Oppgavene ble laget med utgangspunkt i videoen, og elevene kunne derfor finne mange av svarene eksplisitt i videoene. Det skal generelt sett ha vært mulig å kunne utlede svar med grunnlag i informasjonen som ble gitt.

Til slutt vil jeg påpeke at YouTube-videoer kan være lastet opp av en ulovlig tredjepart som krenker andres opphavsrettigheter. Tips for hvordan slike forhold kan håndteres kan man finne på http://www.YouTube.com/t/howto_copyright .

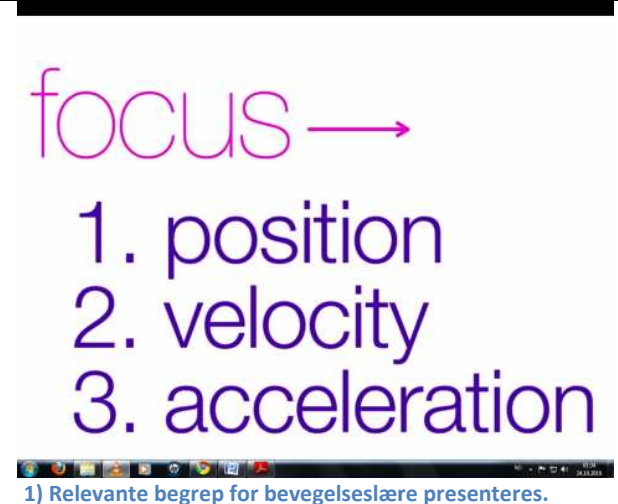
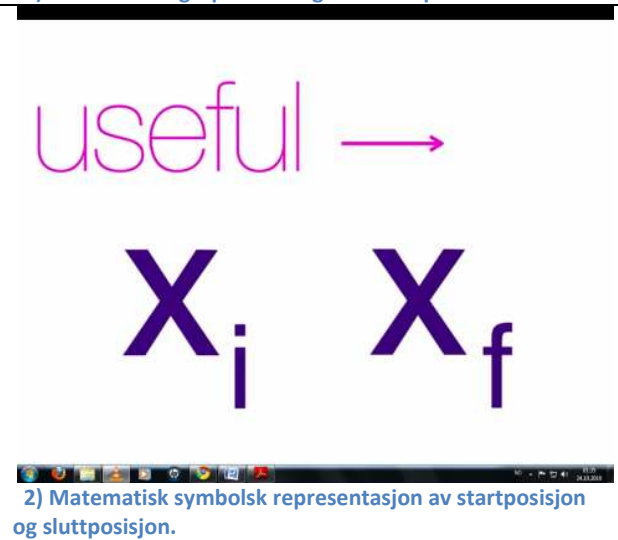
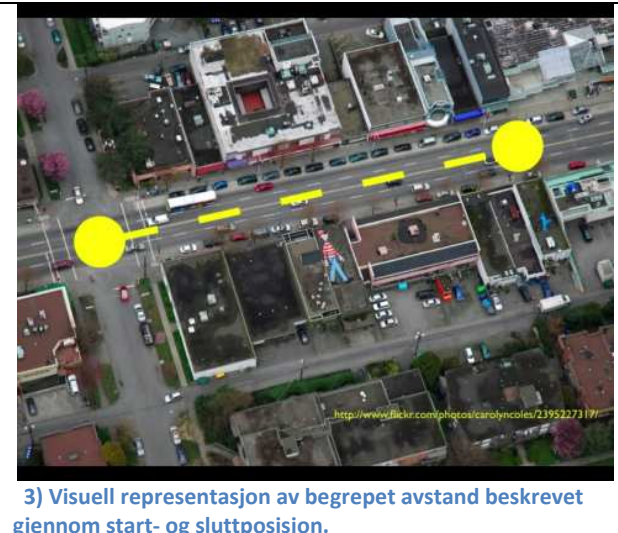
3.1 Undervisningsøkt 1: Bevegelseslære¹²

Videoens varighet var på omtrent elleve minutter, og hadde fokus på å definere begrepene posisjon, fart, og akselerasjon. Ut fra treffene på YouTube, ser det ut til å være lite fokus på fenomenologiske representasjoner av disse fenomenene. Dette kan være fordi brukerne som laster opp videoene antar at elever allerede er kjent med dem gjennom hverdagslige representasjonsformer. Videoen fokuserte derfor mest på begrepsmessige representasjonsformer, samt matematisk symbolske. Til en viss grad ble det også brukt visuelle representasjonsformer i form av animasjoner og stillbilder, hovedsakelig i sammenheng med eksempler for de to foregående.

Videoen begynner med en forteller som klargjør at grunnleggende fysikk hovedsakelig tar for seg hvordan ting beveger seg. Fortelleren klargjør så begrepene posisjon og avstand gjennom en serie stillbilder og tekst. En ny videosekvens klargjør hvorfor hvordan distanse og tid separat ikke kan fortelle oss noe om hvor fort noe har beveget seg. Om man derimot kjenner til begge deler kan man få en mer nøyaktig beskrivelse av et objekts bevegelse. Det gis deretter to regneeksempler på dette. Etter regneeksempelet gis en verbal og tekstet definisjon av gjennomsnittsfart, som følges opp med en forklaring på den vanligste betydningen av symbolet Δ i fysikken. Videre gis et eksempel med en animert bil som forflytter seg langs en x-akse, før det klargjøres hvordan endring i posisjon og hastighet både muntlig og gjennom matematisk symbolsk tekst. Videoen går så over til en ny sekvens om akselerasjon med stillbilder og verbal og tekstet forklaring igjen. Til slutt kommer en ny sekvens som klargjør at negativ akselerasjon ikke nødvendigvis betyr at noe senker farten. Dette eksemplifiseres med en bil hvis bevegelse er animert, tilknyttet regneeksempler hvor positiv retning defineres i to ulike retninger.

¹² YouTube (2008a, 2008b, 2008c, 2009b)

Tabell 1: Utklipp fra video om bevegelselære.

 <p>focus →</p> <ol style="list-style-type: none">1. position2. velocity3. acceleration <p>1) Relevante begrep for bevegelselære presenteres.</p>	<p>Videoens fokus beskrives.</p>
 <p>useful →</p> <p>X_i X_f</p> <p>2) Matematisk symbolsk representasjon av startposisjon og sluttposisjon.</p>	<p>Eksempel på hvordan matematisk symbolske representasjonsformer ble presentert.</p>
 <p>3) Visuell representasjon av begrepet avstand beskrevet gjennom start- og sluttposisjon.</p>	<p>En visuell representasjon tjener som eksempel på sammenhengen mellom posisjon og avstand.</p>

Vi skal nå se på
hvordan vi kan
kombinere tid og
distanse for å
beskrive den fysiske
størrelsen "fart"

4) Eksempel på hvordan tekst ble brukt for å forberede elevene på neste tema.

Effekten med stillbilder og tekst ble brukt foran alle presentasjoner av nye tema. Tekstene hadde en varighet på omtrent 15 sekunder hver. Hensikten var å gi elevene en "mental pause".

$$\text{Average speed} = \frac{\text{Distance travelled}}{\text{Time interval}}$$

Type: **scalar**

Unit: **m/s** or **m s⁻¹**

5) Beskrivelse av gjennomsnittsfart.

Gjennomsnittsfart beskrives sammen med begrepet skalar og dets enhet.

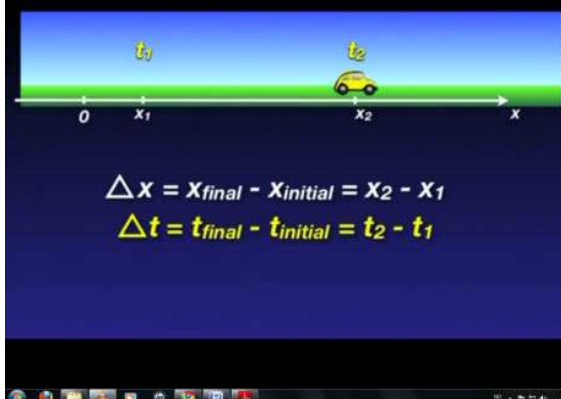
 Greek letter **delta**

Change in ...

$$\Delta A = \text{Change in } A = A_{\text{final}} - A_{\text{initial}}$$

6) Beskrivelse av hvordan symbolet Δ ofte blir brukt i fysikken.

Den generelle bruken av symbolet Δ presenteres, og tydeliggjøres gjennom et eksempel for en vilkårlig størrelse A.

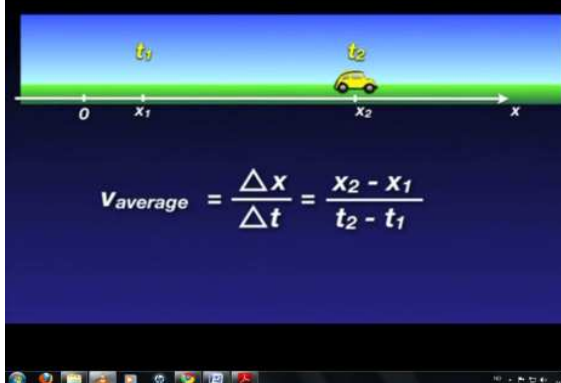


$$\Delta x = x_{final} - x_{initial} = x_2 - x_1$$

$$\Delta t = t_{final} - t_{initial} = t_2 - t_1$$

7) Eksempler på bruk av symbolet Δ i bevegelseslære.

Eksempler på bruk av symbolet Δ presenteres gjennom matematisk symbolske representasjoner og en visuell representasjon.



$$v_{average} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$$

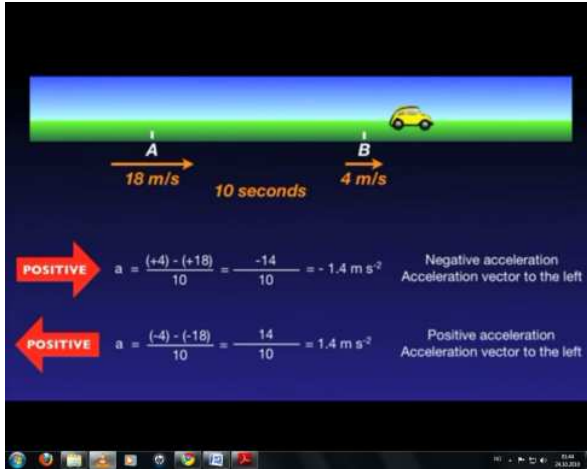
8) Matematisk symbolsk beskrivelse av hvordan man finner gjennomsnittsfart.

Viser hvordan overnevnte kan brukes for å finne gjennomsnittsfarten.

$$a_{avg} = \frac{\Delta v}{t}$$

9) Matematisk symbolsk beskrivelse av gjennomsnittsakselasjon.

Gjennomsnittsakselasjonen defineres matematisk symbolsk. Det er og gitt tydeligere begrepsmessige forklaringer tidligere i videoen.



10) Eksempel på hvordan valg av positiv retning spiller inn.

Regneeksempler med akselerasjon.

Demonstreres hvordan valg av positiv retning er av betydning for svaret.

Oppgavene relatert til videoen var som følger:

1. Hva er posisjon og avstand, og hvordan beskrives de som oftest matematisk?
2. Hva menes med vanligvis med symbolet Δ i fysikk?
3. Hvilke fysiske størrelser må til for å beskrive den fysiske størrelsen " fart " ?
4. Hva er enheten for fart?
5. Hvem er raskest av disse to? Begrunn svaret.
 - a. Den som har løpt 3000 meter på 500 sekunder
 - b. Den som har brukt 400 sekunder på 2500 meter
6. La disse fysiske størrelsene beskrive bevegelsen hos en bil. Hva er
 - a. Δx dersom $x_{\text{start}} = 300$ m og $x_{\text{slutt}} = 600$ m?
 - b. Δt dersom $t_{\text{slutt}} = 10$ s og $t_{\text{start}} = 20$ s
 - c. Hva er gjennomsnittsfarten på bilen?
7. La disse fysiske størrelsene beskrive bevegelsen hos en bil. Hva er
 - a. Δx dersom $x_{\text{start}} = 500$ m og $x_{\text{slutt}} = 400$ m?
 - b. Δt dersom $t_{\text{slutt}} = 10$ s og $t_{\text{start}} = 20$ s
 - c. Hva er gjennomsnittsfarten på bilen?
8. Hvilke fysiske størrelser trenger du for å beskrive gjennomsnittsakselasjonen?
9. Hva er enheten for akselerasjon?
10. La disse fysiske størrelsene beskrive bevegelsen hos en bil. Hva er
 - a. Δv dersom $v_{\text{start}} = 15$ m/s og $v_{\text{slutt}} = 10$ m/s?
 - b. Δt dersom $t_{\text{slutt}} = 10$ s og $t_{\text{start}} = 20$ s
 - c. Hva er gjennomsnittsakselasjonen på bilen?
 - d. Betyr dette at akselerasjonen øker eller synker, eller ingen av delene? Begrunn svaret.

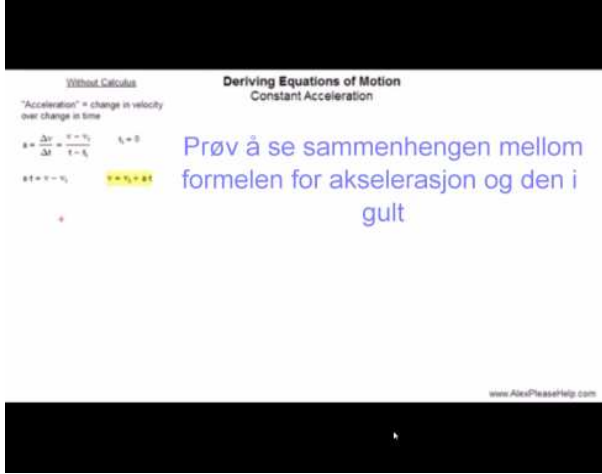
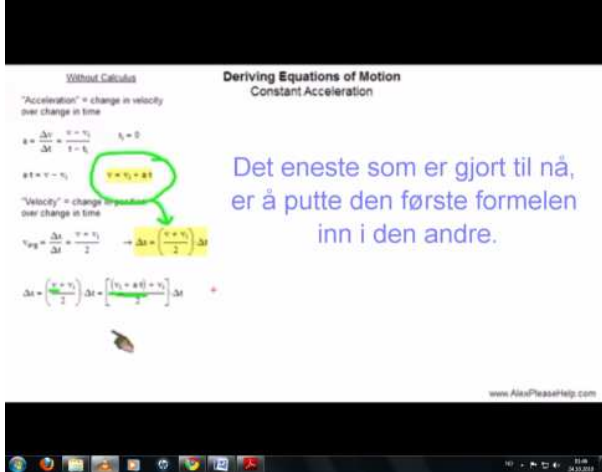
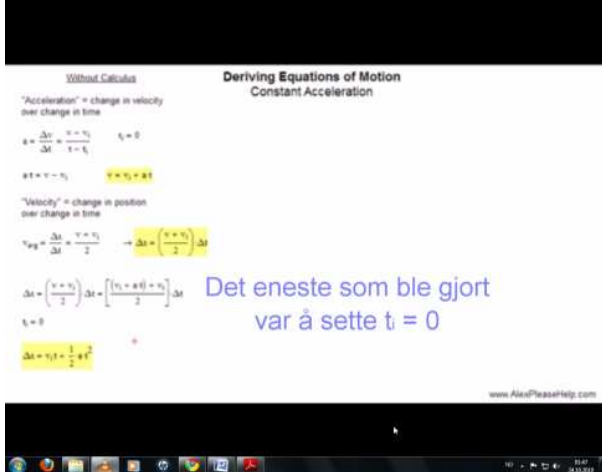
3.2 Undervisningsøkt 2: Utledning av veiformlene¹³

Videoen gir en oversikt over hvordan de fire ulike veiformlene utledes. I forhold til hver utledning ble det redigert inn norsk tekst hvis hensikt var å hjelpe elevene med å bearbeide stoffet, samt å gi de ”mentale pauser”. Videoens varighet var på omtrent seks og et halvt minutt, og hadde et tilnærmet rent kvantitativt innhold i forhold til representasjonsformer. Denne undervisningsøkten skilte seg fra de andre da det ikke gjensto tid til å gjøre en avsluttende test. De løste derfor oppgaven i samarbeidsøkten.

For nærmere beskrivelser av videoen mener jeg det er tilstrekkelig å se på stillbildene fra tabell 2, og ha i minne at det gis en verbal forklaring i tillegg.

¹³ YouTube (2009a)

Tabell 2 Utklipp fra video om utledning av veiformlene

 <p>Without Calculus Deriving Equations of Motion Constant Acceleration</p> <p>"Acceleration" = change in velocity over change in time</p> $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v - v_0}{t - t_0} \quad a_0 = 0$ $at = v - v_0 \quad v = v_0 + at$ <p>Prøv å se sammenhengen mellom formelen for akselerasjon og den i gult</p> <p>www.AlexPleasHelp.com</p> <p>1) Første veiformel.</p>	<p>Utledning av første veiformel, sammen med instruksjer.</p>
 <p>Without Calculus Deriving Equations of Motion Constant Acceleration</p> <p>"Acceleration" = change in velocity over change in time</p> $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v - v_0}{t - t_0} \quad a_0 = 0$ $at = v - v_0 \quad v = v_0 + at$ <p>Det eneste som er gjort til nå, er å putte den første formelen inn i den andre.</p> <p>"Velocity" = change in position over change in time</p> $v_{avg} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{v_0 + v}{2} \rightarrow \Delta x = \left(\frac{v_0 + v}{2}\right) \Delta t$ $\Delta x = \left(\frac{v_0 + v}{2}\right) \Delta t = \left(\frac{v_0 + (v_0 + at)}{2}\right) \Delta t$ <p>www.AlexPleasHelp.com</p> <p>2) Andre veiformel.</p>	<p>Utledning av andre veiformel, sammen med klargjørende tekst av hva som ble gjort.</p>
 <p>Without Calculus Deriving Equations of Motion Constant Acceleration</p> <p>"Acceleration" = change in velocity over change in time</p> $a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v - v_0}{t - t_0} \quad a_0 = 0$ $at = v - v_0 \quad v = v_0 + at$ <p>Det eneste som ble gjort var å sette $t_0 = 0$</p> <p>"Velocity" = change in position over change in time</p> $v_{avg} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{v_0 + v}{2} \rightarrow \Delta x = \left(\frac{v_0 + v}{2}\right) \Delta t$ $\Delta x = \left(\frac{v_0 + v}{2}\right) \Delta t = \left(\frac{v_0 + (v_0 + at)}{2}\right) \Delta t$ $\Delta x = v_0 t + \frac{1}{2} at^2$ <p>www.AlexPleasHelp.com</p> <p>3) Tredje veiformel.</p>	<p>Utledning av tredje veiformel, sammen med klargjørende tekst. Påpekes at initialtiden er satt lik 0.</p>

Without Calculus

"Acceleration" = change in velocity over change in time

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{v - v_0}{t - t_0} \quad v_0 = 0$$

$$a t = v - v_0 \quad \Rightarrow \quad v = v_0 + a t$$

"Velocity" = change in position over change in time

$$v_{avg} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{v + v_0}{2} \quad \Rightarrow \quad \Delta x = \left(\frac{v + v_0}{2}\right) \Delta t$$

$$\Delta x = \left(\frac{v + v_0}{2}\right) \Delta t = \left(\frac{v_0 + a t + v_0}{2}\right) \Delta t$$

$$\Delta x = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

Deriving Equations of Motion
Constant Acceleration

$$\Delta x = v_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

$$v = v_0 + a t \quad \Rightarrow \quad t = \frac{v - v_0}{a}$$

$$\Delta x = v_0 \left(\frac{v - v_0}{a}\right) + \frac{1}{2} a \left(\frac{v - v_0}{a}\right)^2$$

$$\Delta x = \frac{v^2 - v_0^2}{2a} \quad \Rightarrow \quad v^2 - v_0^2 = 2a \Delta x$$

"Time Independent"

Bruk tid på å forstå den siste utledningen

www.AlexPleasant.com

Utledning av fjerde veiformel, sammen med instruksjer.

4) Fjerde veiformel.

Oppgavene til videoen var som følger:

Alle spørsmålene under forutsetter konstant akselerasjon.

1. Ta utgangspunkt i formelen

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t}$$

og vis at

$$v_{slutt} = v_{start} + at$$

2. Ta utgangspunkt i formelen

$$v_{avg} = \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

og vis at

$$\Delta x = \left(\frac{v_{slutt} + v_{start}}{2} \right) \Delta t$$

Hint: Hva mer kan vi si om v_{avg} når vi har konstant akselerasjon?

3. Bruk de utledede formlene fra oppgave 1 og 2 til å vise at

$$\Delta x = v_{start}t + \frac{1}{2}at^2$$

4. Bruk formlene fra oppgave 1 og 3 til å vise at

$$v^2 = v_{start}^2 + 2a\Delta x$$


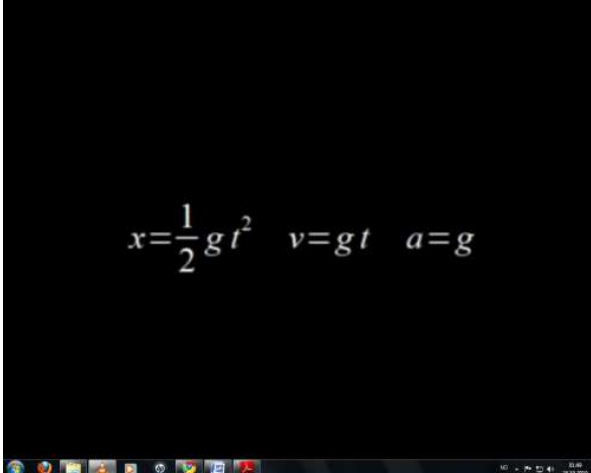

3.3 Undervisningsøkt 3: Fritt fall¹⁴

Videoens varighet var på omtrent to og et halvt minutt, og demonstrerte gravitasjonskraftens virkning gjennom eksperimentelle representasjoner. Videoen hadde et fokus på å klargjøre at gravitasjonen trekker likt på alle objekter, og hvordan luftmotstand kan virke inn.

Videoen viser et eksperiment hvor to stålkuler med ulik vekt slippes og lander samtidig. Deretter fremstilles formler for posisjon, hastighet og akselerasjonen er ved fritt fall. Med hensyn til luftmotstandens betydning, avsluttes videoen med å vise hvordan en fjær og en stålkule faller i henholdsvis normalt atmosfærisk trykk, og i et vakuumkammer.

¹⁴ YouTube (2010)

Tabell 3 Utlipp fra video om fritt fall.

 <p>1) To stålkuler slippes samtidig.</p>	<p>Det demonstreres hvordan to stålkuler av ulikt vekt faller. Da bakgrunnen og kulene i videoen har samme farge, er posisjonen deres fremhevet med gult i dette stillbildet. Hensikten er å få frem hvordan to kuler av ulik vekt faller like fort, og denne delen faller derfor inn under en eksperimentell representasjonsform.</p>
 <p>2) Forenklete veiformler for objekter i fritt fall.</p>	<p> Dette er forenklete veiformler som forutsetter fritt fall og ingen utgangshastighet.</p>
 <p>3) Fjær og stålkule slippes samtidig i normalt trykk.</p>	<p>Denne delen, sammen med stillbilde 4), demonstrerer betydningen av luftmotstand ved å slippe en stålkule og en fjær i henholdsvis normal lufttrykk på jorden, og vakuum.</p>



Fjær og stålkule slippes i vakuumkammer.

Oppgavene til videoen var som følger:

For disse spørsmålene er

1. Hva vil lande først av en fjær og en stålkule på
 - a. Jorda? Begrunn svaret
 - b. Månen? Begrunn svaret
 - c. Vakuum? Begrunn svaret

2. Bruk formelen

$$\Delta x = v_{start} t + \frac{1}{2} a t^2$$

For å finne ut hvor langt en ball vil falle dersom du slipper den fra 1000 meters høyde, og den faller i ti sekunder.

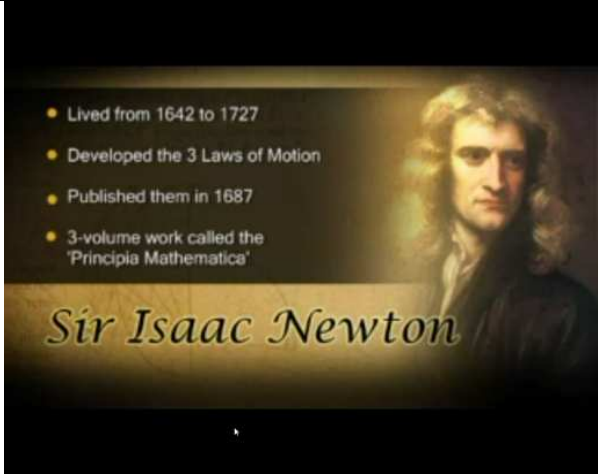
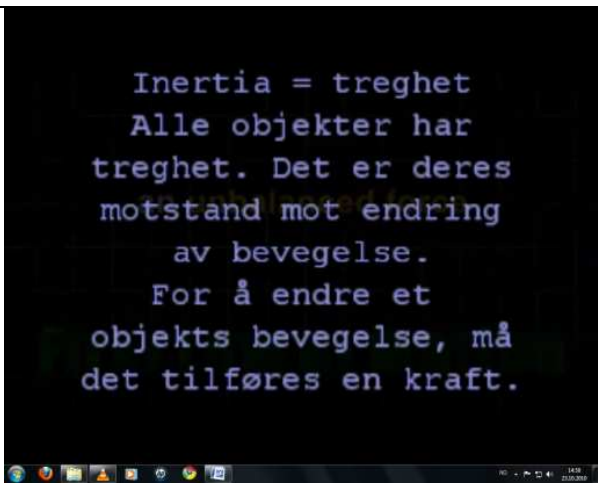
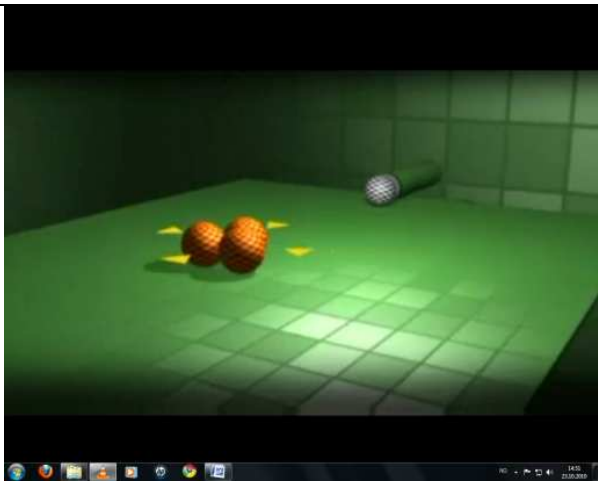
3.4 Undervisningsøkt 4: Mekanikk – kvalitativt fokus¹⁵

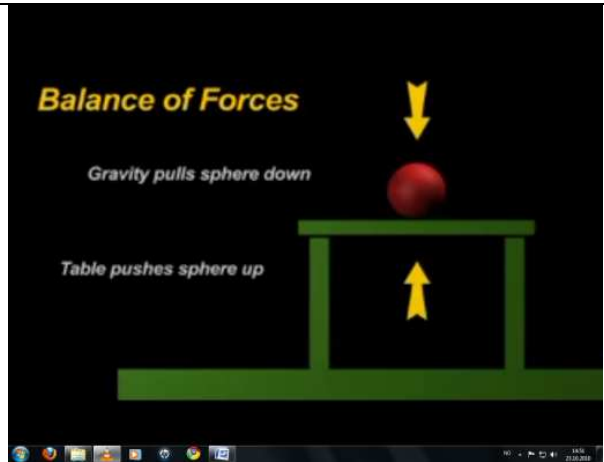
Videoen hadde en varighet i overkant av fem minutter. Dens hensikt var å klargjøre Newtons lover eksplisitt, og å gi ulike eksempler hvor de ble ansett for å være relevante.

Videoen begynner med et historisk innblikk i hvem Isaac Newton var, og hva slags betydning hans arbeid har hatt. Newtons første lov presenteres, og det gis et eksempel på tre kuler på et bord i ro, og det vises til hvordan gravitasjon og normalkraft fra bordet holder kulene i ro. Det vises så til en fjerde kule som kolliderer med de tre kulene, og fungerer som en ekstern kraft som påvirker de tre kulene i ro. Deretter forklares begrepet ”inertia” (treghet) både verbalt og med tekst, før Newtons andre lov presenteres. Som eksempel på hvordan masse og kraft påvirker akselerasjon, vises en person drar på to ulike masser med full kraft, før selve formelen presenteres. Til slutt vises et eksempel på Newtons tredje lov ved å demonstrere hvordan drivstoffet i en rakett forbrennes og skyves ned og ut av den; og motreaksjonen hvor raketten skyves oppover.

¹⁵ YouTube (2008a)

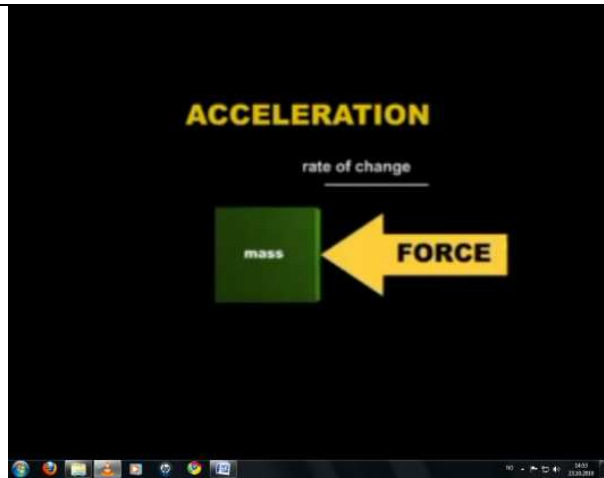
Tabell 4 Utklipp fra video om mekanikk med et kvalitativt fokus.

 <p>1) Historisk presentasjon av Isaac Newton.</p>	<p>Videoen begynner med å presentere Isaac Newton, og hvilken innvirkning hans arbeid har hatt.</p>
 <p>2) Forklarer begrepet "treghet"</p>	<p>Newtons første lov er presentert, og jeg mener begrepet "inertia" må klargjøres for elevene. Jeg legger derfor inn denne oppsummeringen.</p>
 <p>3) Demonstrasjon av Newtons første lov. De tre oransje kulene er et system i ro, den grå vil etter hvert fungere som en ekstern kraft.</p>	<p>Newtons første lov demonstreres. Den grå kula fungerer som ekstern kraft, og skytes på de tre oransje kulene som er i ro. De oransje kulene vil deretter spres.</p>



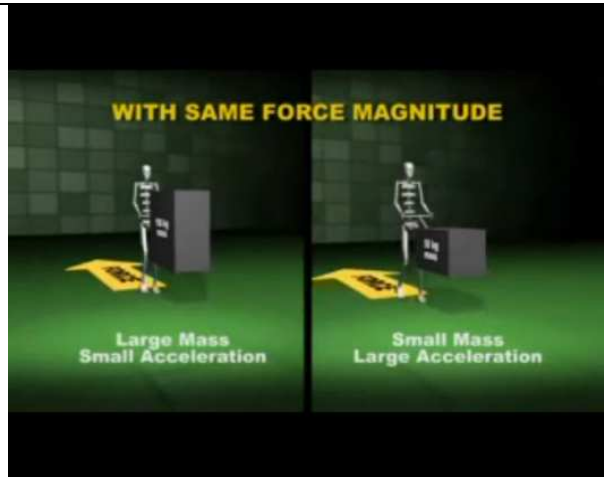
4) Forklaring på hvorfor ballen ligger i ro på bordet

Demonstrasjon på hvordan gravitasjonskraften og normalkraften fra bordet holder ballen i ro.



5) Beskrivelse av Newtons andre lov.

Demonstrasjon på Newtons andre lov ved å vise til en masse som akselereres når en konstant kraft utøves på den.



6) Demonstrasjon av Newtons andre lov ved en person som trekker to ulike masser med samme kraft.

Demonstrasjon på at tyngre elementer flyttes saktere enn lettere elementer dersom de påvirkes av krefter av samme størrelsesorden.

Merk: Kassen som ble dratt bortover akselererte ikke til en høyere fart. Hvorfor ikke?

7) Oppfølgingsspørsmål til bilde 6).

De to massene hadde konstant hastighet, til tross for at en konstant kraft på en masse skal få objektet til å akselerere. Jeg mente derfor det var nødvendig å legge inn spørsmålet for å klargjøre at dette ikke var riktig. Som påpekt i del 1.4.1 kan svake analogier føre til feiloppfattelser.

2nd Law of Motion

$$F = ma$$

force = mass x acceleration

8) Matematisk symbolsk representasjon av Newtons andre lov.

Matematisk symbolsk representasjon av Newtons andre lov.

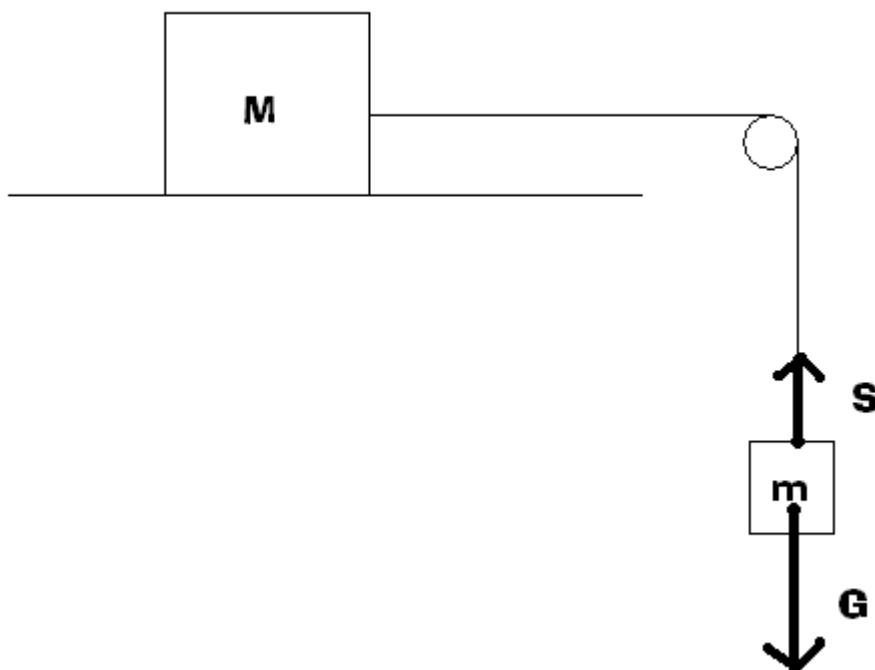


9) Demonstrasjon av Newtons tredje lov ved en rakett som skyves opp.

Her blir Newtons tredje lov demonstrert ved å se på hvordan forbrenning av drivstoff skyver en rakett opp i luften.

Oppgavene relatert til videoen var som følger:

1. Hva hjelper Newtons lover oss å forstå?
2. Hva menes med et objekts treghet (inertia)?
3. Hva er Newtons 1. lov?
4. Hva må til for å endre bevegelsen av et objekt som er i ro/konstant hastighet.
5. Hvilke to fysiske størrelser avgjør hvilken akselerasjon et objekt får?
6. Hva er Newtons 2. lov?
7. Om et objekt på 50 kg utsettes for en konstant ekstern kraft på 500 N, vil den etter ti sekunder ha økt hastigheten med cirka 100 m/s. Dersom du er i stand til å slepe en kasse med masse 50 kg med en kraft på 500 Newton, hvorfor beveger du deg ikke i 100 m/s etter ti sekunder?
8. Hva er Newtons 3. lov?
9. Hva er motreaksjonen til
 - a. En ball som trekkes mot jorda på grunn av gravitasjonskraften?
 - b. En gutt som dytter på en vegg?
10. Tegn inn alle motkreftene, og beskriv – med ord – hvordan alle fire kreftene virker på de ulike måtene (du skal ikke tegne inn gravitasjonskraften og ”bordkraften” på objekt M).



3.5 Undervisningsøkt 5: Mekanikk – kvantitativt fokus¹⁶

Videoen hadde en varighet på omtrent ti minutter, og hadde som hensikt å klargjøre enheter og bruk av vektorer i forhold til Newtons andre lov. I tillegg ble det gitt flere regneeksempler på oppgavene. Stillbildene som vises ble tegnet opp gradvis i videoen, og viser kun hva som står før alt fjernes foran neste regneeksempel. Utover teksten forklaring ble det også gitt verbal forklaring, og jeg mener det er tilstrekkelig å se på stillbildene i tabell 5 for å forstå innholdet i videoen.

¹⁶ YouTube (2008e)

Tabell 5 Utlipp fra video om mekanikk med et kvantitativt fokus.

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a}$$

$$= 1 \text{ kg} \cdot 9.8 \text{ m/s}^2 = 9.8 \left(\frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2} \right)$$

$$1 \text{ N} = 1 \frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2}$$

$$9.8 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot 9.8 \text{ m/s}^2$$

$$9.8 \text{ N} \downarrow = 1 \text{ kg} \cdot 9.8 \text{ m/s}^2 \downarrow$$

1) Newtons andre lov sammen med skalare eksempler.

Klargjøring av at vektorer har betydning i forhold til bruk av Newtons andre lov, samt beskrivelse av enheten newton ut fra SI-enheter. Innholdet i videoen skrives opp etter hvert som tiden går, og kan på sett og vis minne om vanlig tavleundervisning.

$$\text{mass} = 50 \text{ kg}$$

$$\vec{F} = 100 \text{ N to the right}$$

$$\frac{100 \text{ N}}{50 \text{ kg}} = \vec{a}$$

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a}$$

$$100 \text{ N} = 50 \text{ kg} \cdot \vec{a}$$

$$\vec{a} = 2 \text{ m/s}^2 \text{ to the right}$$

2) Newtons andre lov med vektorielle eksempler

Eksempler på regning med vektorer.

$$\vec{a} = 3 \text{ m/s}^2 \text{ to left}$$

$$\vec{F} = 30 \text{ N to left}$$

$$30 \text{ N} = m \cdot 3 \text{ m/s}^2$$

$$\frac{30 \text{ N}}{3 \text{ m/s}^2} = m$$

$$10 \text{ kg} = m$$

3) Newtons andre lov med regneeksempler.

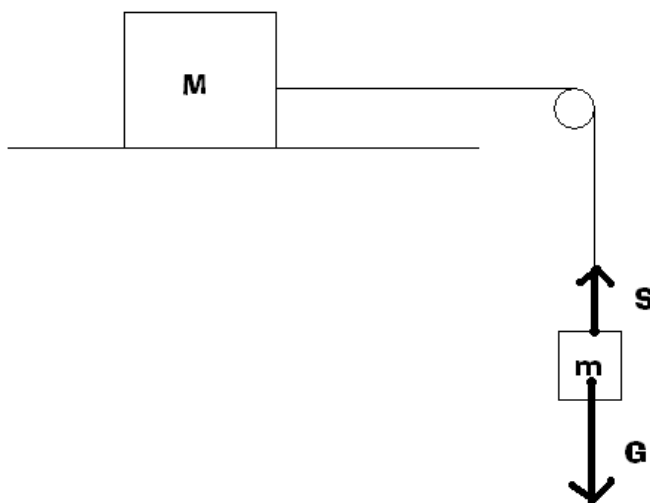
Flere regneeksempler

Oppgavene relatert til videoen var som følger:

1. Hva er enheten for N beskrevet ved SI-enheter?
SI-enheter: meter, sekund, kilogram, ampere, kelvin, candela og mol
2. Dersom et objekt med masse 10 kg faller mot jorden, hvor store krefter virker da på den (se bort fra luftmotstand)?
3. Hva er enheten for vekt og masse? Hvorfor?
4. Vis at $\frac{N}{kg} = m/s^2$
5. Vis at $\frac{N}{m/s^2} = kg$
6. Hva er Newtons 2. lov?
7. I formelen $F = ma$, hvilke(n) er vektor og skalar?
8. Du har en kasse på 10 kg Hva er akselerasjonen dersom den dras av
 - a. 1 person mot høyre med en kraft på 10N?
 - b. 2 personer mot venstre med kraft på 5 N?
 - c. 2 personer mot venstre med en kraft på 5 N hver, og 1 person mot høyre med en kraft på 10N?
 - d. 2 personer mot høyre på 10 N hver, 1 mot venstre på 5 N, og en friksjonskraft på 10 N?
9. Hvor fort akselererer objekt M?

$$M = 10 \text{ kg} \quad g = 10 \text{ m/s}^2$$

$$m = 5 \text{ kg}$$



4 Resultater og diskusjon

I dette kapittelet vil jeg presentere resultater fra datainnsamlingen, samt diskutere dem. I forhold til forskningsspørsmålet er det i hovedsak tre ting jeg mener har vært interessante:

- (i) Tilfeller hvor utforsking av fysikkens representasjonsformer utforskes på grunn av *samspeillet* mellom samarbeidslæring og video,
- (ii) tilfeller hvor utforsking av fysikkens representasjonsformer kommer frem på grunn av samarbeidslæring *alene*,
- (iii) tilfeller hvor elevenes evne til å benytte representasjonsformer synes å være endret

I tillegg har jeg også sett etter tilfeller hvor elevene - til tross for eksplisitt/implisitt informasjon i videoen - ikke klarte oppgaven. Hensikten med dette var å finne svakheter ved undervisningen. Jeg ser i ettertid at dette var vanskelig, og i del 5.3.4 diskuterer jeg derfor potensielle endringer av studiets design i forhold til dette punktet.

Til slutt diskuterer jeg også hvordan og hvorfor ulike representasjonsformer ble utforsket av elevene under samarbeidsøkten.

4.1 Fysikkens representasjonsformer og samspeillet mellom samarbeidslæring og video

Over fem samarbeidsøker med en varighet på mellom fem og 15 minutter hver, fant jeg i alt 17 tilfeller hvor det ble tydelig henvist til videoen i diskusjonen mellom elevene¹⁷. Ved analyse av disse tilfellene er mine konklusjoner som følger: (i) Desto mer nærliggende videoens representasjoner av fysikken var til de som var nødvendig for å løse oppgaven, (ii) jo større sannsynlighet var det for at elevene refererte til videoen under samarbeidsøkten; videoen ble i samspill med oppgavene enten en plattform for diskusjon, eller et verktøy for å besvare oppgaven og avslutte diskusjonen; og at (iii) videoen ble ofte benyttet som et verktøy for å forklare medelever oppgaven. Jeg vil nå presentere disse konklusjonene nærmere, samt gi eksempler på samsvarende tilfeller.

4.1.1 Nærliggende representasjonsformer i video og oppgave

Hensikten med å bygge opp et undersøkende læringsmiljø er flerfoldig, og blant dem er å gi en ”mykere overgang” til undersøkelseslandskapet. Oppgavene ble derfor forsøkt knyttet nært til videoen. Likevel ble det både observert tilfeller hvor videoen ble nevnt, og tilfeller hvor

¹⁷ Dette betyr ikke nødvendigvis at videoen ikke ble benyttet oftere, men denne type tilfeller har jeg oversett med hensikt, da de ikke er annet enn gjenstand for spekulasjoner fra min side. Det er dog gjort ett unntak i delkapittel 4.1.3.a.

videoen ikke ble nevnt i det hele tatt ved problemløsning. Førstnevnte tilfelle så ut til å bunne i hvorvidt de kunne finne noe konkret gjenkjennelig i videoen som kunne bindes opp mot oppgaven de jobbet med. Dette kunne være konkrete matematiske symboler, konkrete objekter, eller konkrete fenomener.

a *"Hva lander først av en ball og en fjær?"*

Et eksempel på hvordan konkrete kjennetegn mellom video og oppgave førte til at de henviste til videoen under samarbeidsøkten, var da oppførselen til en fjær og en stålkule i fritt fall i vakuum ble koblet opp mot oppgaven *"Hva vil lande først av en fjær og en stålkule på jorda, månen og i vakuum?"*:

"Henning: Ja, jeg skrev at de ville lande cirka samtidig (i vakuum og på månen), fordi det kan være at det er noen variabler der som vi ikke vet helt om da. Sånn, ut fra videoen vi så i stad var det i alle fall sånn at... Det var ikke nødvendigvis helt nøyaktig. Men det er jo også veldig forskjellig gravitasjon da, men..."

Vi ser her hvordan Henning påpeker det nærliggende forholdet mellom kula og fjæren som var i fritt fall i vakuum, og oppgaven.

b *"Hva menes med et objekts treghet?"*

Et annet eksempel er når både Ole og Tobias prøver å forklare hva treghet er ut fra oppgaven *"Hva menes med et objekts treghet (inertia)?"*:

"O: Ja, den skjønnte jeg ikke, det var et eller annet med

T: Det var noe med motstand, skal vi se...

(...)

T: Det sto på skjermen,

O: Det sto på skjermen, jeg leste setningen et par ganger, men skjønnte liksom ikke greia med den likevel, og da klarer jeg ikke å huske det. Hvis jeg ikke skjønnte det."

Til tross for at Ole og Tobias ikke klarer å definere det eksplisitt, ser vi at de klarer å koble begrepet "treghet" opp mot en konkret sekvens av videoen.

Den økte sannsynligheten for at elevene refererte til videoen dersom det var en konkret kobling mellom video og oppgave, kan ligge i at oppgaven førte til grafiske restriksjoner i

videoen (se delkapittel 1.1). Med dette mener jeg at den konkrete sammenhengen begrenser informasjon fra videoen til å måtte kobles opp mot oppgaven, og dermed gjør det enklere for elevene å gripe tak i den. Slik mener jeg også at denne type restriksjoner kan redusere faren for feiltolkninger av videoen.

Tilfeller hvor jeg mener informasjon fra videoen kunne blitt trukket inn i diskusjonen uten å bli det, så enten ut til å bunne i at koblingen mellom oppgave og video ikke var konkret nok, eller at de var i stand til å besvare oppgaven ut fra tidligere kunnskap. Sistnevnte tilfelle vil jeg diskutere nærmere i del 4.2.1.

4.1.2 Videoen som grunnlag for diskusjon

Jeg vil nå beskrive hvordan samspillet mellom videoen og samarbeidet rundt oppgaven kunne gi opphav til faglig kontrovers blant elevene. Da den faglige informasjonen elevene behøvde kom fra videoen, var det naturlig for dem at den fungerte som et utgangspunkt i diskusjoner rundt oppgaven. Informasjonen så ut til å bli forsøkt ”ekstrahert” fra videoen, for så å – sammen med den aktuelle oppgaveteksten - fungere som et kommunikasjonsgrunnlag mellom gruppemedlemmene for å utforske relevante representasjonsformer i forhold til problemstillingen.

a ”Hva er enheten for akselerasjon?”

Et eksempel på at videoen danner et grunnlag for diskusjon er i forbindelse med en diskusjon rundt oppgaven ”Hva er enheten for akselerasjon?”. I videoen ble både symbolet, enheten og de nødvendige fysiske størrelsene eksplisitt klargjort.

T: Ja, hva med spørsmål a? Eller, det med akselerasjonen

O: Ja, det... De [videoen] sa noe om... med liten a.

J: På hva da?

T: Ja, det var formelen. Enheten for akselerasjonen er jo delt på...

O: Hva heter det? matematiske symboler?

J: Var det ikke a da? At enheten for akselerasjon er a?

O: Jo... Enhet... Jeg vet ikke jeg.

Ø: Ja, enhet er type... meter er en enhet, sekunder er en enhet

O: Mhm. Mens a det er symbolet det da?

Ø: Ja, a er et symbol, symbolet for...

O: Ok, da er a symbolet for akselerasjon, mens enheten er meter per sekund... i andre. Sånn... er det noe mer vi lurer på da?"

Vi ser her hvordan Ole forsøker å trekke inn informasjon fra videoen for å finne ut av enheten, og de forsøker å ha en faglig diskusjon på grunnlag av det. Det kommer tydelig frem at de ikke forstår forskjellen på enhet og symbol, og jeg griper inn for å gi noen hint om forskjellen på enheter og symboler.

b "Hva menes vanligvis med symbolet Δ i fysikk?"

Et annet eksempel på at videoen gir et grunnlag for faglig kontrovers, er fra diskusjonen rundt oppgaven "Hva menes vanligvis med symbolet Δ i fysikk?". I videoen ble det gitt forklaring på symbolets generelle betydning, eksempler på bruk av det, samt at det ble vist frem ved flere tilfeller. Med andre ord ble dens generelle betydning forklart eksplisitt, samt at symbolet ble beskrevet omfattende og implisitt gjennom eksempler. I følgende eksempel ser vi hvordan Tobias forsøker å innlede diskusjon rundt problemstillingen, før Ole og Joakim forsøker å finne ut hva som ble sagt i videoen før de bygger videre på det i diskusjonen:

"Tobias: Det er jo avstand. Fra en plass til en annen plass (...)

Ole: Hva var det han sa i videoen igjen?

Joakim: Han brukte jo det der med delta x delt på delta t.

(...)"

Vi ser her hvordan elevene har problemer med å klargjøre symbolets betydning, og Joakim forsøker å trekke inn elementer fra videoen for å gi en forklaring. Diskusjonen dør raskt ut etter dette, men gjenopptas senere i samarbeidsøkten. Den baserer seg fortsatt på forskjeller i tid og strekning. Som demonstrert ved Joakims utsagn, var det også i sammenheng med tid og strekning symbolet som oftest ble brukt. Derimot blir tilfellet hvor den generelle bruken av Δ beskrives i videoen – representert ved endring i den vilkårlige størrelsen A - trukket opp mot *avstand* før diskusjonen dør ut umiddelbart:

”Ole: Så var det der med A til slutt, den posisjonen der, minus den posisjonen der er lik avstand

Joakim: Ja...”.

Årsaken til at diskusjonen døde ut så raskt, kan være at de var usikre på om det var en sammenheng mellom videoen og oppgaven. I del 5.2.6 gir jeg forslag på hvordan slike situasjoner kan unngås.

Slik jeg ser det, er årsaken til at videoen fungerer som et grunnlag for diskusjon, at diskusjonen er av faglig art. Dermed må det finnes en kilde for informasjon å ta utgangspunkt i. Som vi skal se i del 4.2.1, trenger likevel ikke videoen å *nødvendigvis* være grunnlaget for den faglige kontroversen.

4.1.3 Videoen som et verktøy for å besvare oppgaven

Informasjonen fra videoen så ut til å bli brukt på to ulike måter. (i) Ved tilfeller hvor informasjonen elevene behøvde var av kvalitativ art, ble oppgaven besvart raskt, diskusjonen avsluttet, og de gikk videre til neste oppgave. Således ble det lite diskusjon rundt representasjonsformene som var aktuelle for oppgaven. (ii) Ved behov for å benytte kvantitative representasjonsformer så derimot videoen ut til å bli en kilde for å verifisere – og nærmest en forutsetning for – deres progresjon i problemløsingen.

a Kvalitativ representasjonsform: ”Hva hjelper Newtons lover oss å forstå?”

Et eksempel på tilfelle (i), er når Ole tar opp oppgaven *”Hva hjelper Newtons lover oss å forstå?”*:

”Ole: Okay, hva hjelper Newtons lover oss å forstå?”

Tobias: Hvordan det... Hvordan det fysiske... Det fysiske...

Ole: Jeg vet ikke jeg, det var noe med solsystemet, det var sånn gul...

Tobias: Ja, den hjelper oss å forstå den fysiske verdenen.

Joakim: Hvordan ting beveger seg i forhold til hverandre (...)”

Vi ser her hvordan Joakim kommer med et eksplisitt svar på spørsmålet, og det oppstår ingen diskusjon rundt betydningen av det. Utsagnet Joakim kommer med, er sannsynligvis inspirert av utsagnet *”Newtons discoveries (...) lead to the fundamental understanding of how bodies*

move.” som ble presentert sammen med en animasjon av solsystemet (YouTube, 2008a, 0:25 – 0:34). Dette støttes også opp av at svaret Joakim oppga før videoen var ”*Newtons lover hjelper oss med å forstå at massen til en gjenstand henger sammen med andre fysiske begreper til en gjenstand*”. Med andre ord ser det ut til at denne oppgaven ble besvart ut fra et eksplisitt utsagn fra videoen, og utsagnets betydning ble ikke diskutert nærmere.

b ***Kvantitativ representasjonsform: Utledning av veiformlene***

Et eksempel på hvordan de brukte videoen for å verifisere fremgangen (tilfelle (ii)), var da elevene jobbet med å utlede de ulike veiformlene. Oppgavene det vises til, er henholdsvis oppgave 3 og 4 fra undervisningsøkten om utledning av veiformlene (se delkapittel 3.2).

”O: Okay får vi... Nei, det var det jeg gjorde feil kanskje. Okay... Hvis vi trikser litt rundt på denne, og flytter v start over dit og v slutt over ditt, da kan vi si at v start og v slutt er det samme som... Nei glem det...”

H: Prøv det da

O: Nei, glem det. Hvis vi bare setter inn... v for v slutt

H: Mhm for da får vi... Vi prøver det...

O: Det var det han sa, det ble bare så mye. Det er fortsatt mye rot her.”

Vi ser her hvordan Ole virker usikker på fremgangsmåten da han opplever at utledningen blir svært rotete. Det ser ut som om han jobber rundt oppgaven, finner noe gjenkjennelig fra videoen som verifiserer fremgangsmåten hans, og Ole og Henning klarer til slutt oppgaven.

Vi ser det samme skjer når Ole og Henning jobber med neste oppgave hvor de skal utlede den tidløse veiformelen $v^2 = v_{start}^2 + 2a\Delta x$.

”O: Dette blir jo så rotete.

H: Ja, men han sa jo det i filmen at det ble rotete, disse klumpene¹⁸ her. Men det ligner i alle fall.”

Elevene er på dette tidspunktet kommet opp i en komplisert utregningsprosess, og virker usikre. En årsak til dette kan være at de er vant til enklere og ”penere” regnestykker. Henning

¹⁸ Refererer til de to parentesene i ligningen $\Delta x = v_{start} \left(\frac{v-v_{start}}{a} \right) + \frac{1}{2} a \left(\frac{v-v_{start}}{a} \right)^2$. Setter man leddene på felles brøkstrek, løser opp parentesene, og flytter om på leddene, ender man opp med den tidløse veiformelen.

ser ut til å føle seg tryggere på å prøve videre etter å ha brukt videoen til å verifisere at de kan ha rett til tross for at det ser ”rotete” ut. Elevene kommer seg litt videre med oppgaven, men grunnet tidsbegrensninger ender det opp med at jeg viser dem resten av utledningen.

I del 1.2.3.f ble elementer som hindrer samarbeidslæring fremstilt, og blant dem var medlemmer som ukritisk ga sine svar. I forhold til det kvantitative aspektet ved oppgavene så ikke dette ut til å bli noe problem. Etter all sannsynlighet var årsaken at oppgaven var for kompleks og omfattende til at elevene kunne huske hele besvarelsen, og avgi det helt ukritisk. I det kvalitative tilfellet så dette derimot ut til å bli et større problem. Svaret avgitt i eksempelet fra del 4.1.3.a ble ikke diskutert nærmere, og elevene skrev tilnærmet ordene som ble uttalt i besvarelsen sin. Det så derfor ikke ut til å gi noen utforskning av representasjonsformer, for eksempel gjennom et spørsmål som ”Hva menes med hvordan ting beveger seg i forhold til hverandre?”. Årsaken til denne løsningsstrategien hos elevene, kan være at det overordnede gruppemålet – å få nok poeng under testen - blir prioritert fremfor utforskingen av representasjonsformer. De ønsker derfor å finne den mest effektive måten å besvare oppgavene på, da det også foreligger et tidspress for å skaffe nok informasjon til de individuelle testene. Det overordnede gruppemålet kan derfor ha blitt et hinder for utforskning av representasjonsformer og utvikling av gruppens fordypningsferdigheter.

4.1.4 Videoen som verktøy for å forklare medelever

En siste måte elevene kunne observeres å bruke videoen på, var som et verktøy for å forklare de andre gruppemedlemmene.

a ”Husker du ikke da (...)?”

Vi ser her et eksempel hvor Ole og Henning forsøker å hjelpe Joakim med oppgave 1 fra undervisningsøkten om veiformler.

O: (...) Så fikk jeg a ganger t, så flyttet jeg over v_{start} .

H: Husker du ikke da de gjennomgikk v_1 minus v_0

J: Ja, det var den jeg tenkte på, men jeg fikk det ikke til”

Som vi ser forsøker Ole å hjelpe Joakim, før Henning viser til et eksempel fra videoen. Ut fra dette eksemplet, ser det ut til at elevene ser på henvisning til videoen som en potensiell strategi for å hjelpe medelevene dersom de ikke føler bruk av egne ord og forklaringsmetoder er tilstrekkelige. Årsaken til dette kan være at de kognitive skjema (Piaget, se for eksempel

Woolfolk, 2004) til den forklarende eleven ikke er tilpasset den andres kognitive skjema. Ettersom alle har sett den samme videoen, kan det være enklere å gripe tak i de skjema som er utviklet ut fra den da de kan antas å ha noen fellestrekk.

I delkapittel 4.1 har vi sett på tilfeller hvor videoen så ut til å ha betydning for elevenes utforsking av representasjonsformer. I delkapittel 4.2 skal vi se på tilfeller hvor det ser ut som om samarbeidsøkten alene er ansvarlig for elevenes utforsking av representasjonsformer.

4.2 Fysikkens representasjonsformer og samarbeidslæring

4.2.1 Samarbeidets effekt

Da oppgavene ble laget basert på videoen elevene fikk se, skulle det være mulig for å ta utgangspunkt i den for å besvare oppgavene. Det ble likevel observert flere tilfeller hvor det – til tross for at elevene utforsket representasjonsformer - ikke var mulig å spore noe av elevenes diskusjon tilbake til videoen. Årsaken kan være at elevene valgte å ta i bruk tidligere kognitive skjema de opplevde som lettere tilgjengelig enn å avkode sammenhengen mellom oppgaven og videoen. Dette så igjen ut til å få utslag i to ulike former; (i) en lengre diskusjon dersom det oppstod faglig kontrovers rundt oppgaven, eller (ii) en forklaringssekvens mellom elevene dersom kun enkelte av dem fikk til oppgaven.

a Lengre diskusjoner dersom det oppsto faglig kontrovers

Et eksempel på tilfelle (i) kom blant annet tydelig frem da samtlige elever fikk ulike svar på oppgaven ”Bruk formelen $\Delta x = v_{start}t + \frac{1}{2}at^2$ for å finne ut hvor langt en ball vil falle dersom du slipper den fra 1000 meters høyde, og den faller i ti sekunder”. Dette førte til en lengre diskusjon rundt hvordan man skulle benytte formelen, og hvorvidt det betydde noe at ballen ble sluppet fra 1000 meters høyde.

”O: Da sier vi det... Her ja, jeg bare satte inn gravitasjonen. 9.8 for a, også regnet jeg ut.

H: Svaret mitt ble 49 meter

O: 49 meter?! Etter ti sekunder?

H: Ja. (Ler)

O: Det kan sikkert stemme det, jeg vet ikke. Jeg fikk 900.

J: Jeg fikk 11 000 jeg, så det er nå greit

O: (Ler)

Ø: Jeg tror du gikk i fella jeg ville at du skulle gå i (ler)

J: Ja, jeg vet

H: Delta x er jo endringen i posisjonen, og... så det er jo da strekningen du finner ut

O: Åååh... Må kanskje ta 1000 minus den der delta x

(diskusjonen pågår i tre minutter til) ”

Vi ser her hvordan samtlige elever har kommet frem til ulike svar, og det følger en lengre diskusjon rundt denne oppgaven. Med andre ord ser det ut til å ha oppstått en faglig kontrovers mellom elevene, og de tvinges til å gå dypere inn i utforskingen av den matematiske symbolske representasjonsformen.

b *Forklaringssekvenser mellom elevene*

Et eksempel på at det oppsto en forklaringssekvens mellom elevene (tilfelle (ii)), er når Joakim spør hva enheten for fart er:

”Joakim: Hva er den enheten på fart? Hva tror dere? Meter per sekund?”

Ole: Meter per sekund, ja. Og da må du ha de fysiske størrelsene avstand og tid.

Joakim: Avstand og tid.

Ole: Ja, eller meter og sekund (...)”

Dolin (2001) sier at dersom elevene føler de har god kontroll på representasjonsformene, snakker de friere rundt dem. Jeg mener vi her ser et eksempel på dette, da Ole ikke bare klarer å besvare spørsmålet, men også kan fordype seg i det faglige stoffet. Med andre ord er sannsynligvis denne kunnskapen lettere tilgjengelig ut fra tidligere kunnskaper, og det er derfor ikke nødvendig å benytte videoen.

4.2.2 Møbleringens betydning for utforsking av representasjonsformer

Johnson et al. (2006) påpeker at riktig møblering er svært viktig for samarbeidslæring, da elevene skal kunne se og diskutere med hverandre ansikt til ansikt. Møblering ved samarbeidslæring i fysikkundervisningen så ut til å være spesielt viktig i tilfeller hvor elevene benyttet seg av symbolsk matematiske, deskriptive og visuelle (ved tegning)

representasjonsformer. Da matematisk symbolsk og deskriptive representasjonsformer også er de mest komplekse da de må bygges på en solid kvalitativ forståelse (Dolin, 2001), henvender gjerne de sterkeste elevene seg til hverandre, og de svakeste havner utenfor. Denne situasjonen oppsto flere ganger; ettersom elevene satt på samme side av bordet, og Ole og Tobias var de mest aktive ved oppgaver som krevde denne type representasjonsformer, havnet Joakim fort utenfor da arket de skrev på var utenfor hans synsrekkevidde. Hva angår visuell representasjonsform uttrykt gjennom tegning, ser det ut til å være avhengig av om man ønsker å forklare en svakere elev, eller å utforske et nytt begrep; i forhold til hvordan elevene henvender seg til hverandre. Dette så likevel ikke ut til å være et like stort problem ved utforsking av andre representasjonsformer, da diskusjonene foregikk muntlig.

4.2.3 Gruppens overordnede målsettings betydning for utforsking av representasjonsformer

Det var også flere tilfeller hvor gruppens målsetting om å få 75 % av maksimalt antall poeng så ut til å motivere elevene til å gå nøye gjennom oppgavene, og sørge for at alle elevene var med.

a "Men hva sliter dere med da?"

Et eksempel på dette var da Tobias – som ut fra de individuelle besvarelsene utviste seg for å være den som hadde best kontroll på emnet – mot slutten av samarbeidsøkten spurte de to andre gruppemedlemmene om hvilke oppgaver de sliter med.

Ø: Ikke heng dere opp i hva dere fikk feil på i stad, dere skal se på hva dere klarer nå

O: Ja

T: Ja... men hva sliter dere med da?

J: Hva er den enheten på fart? Hva tror dere? Meter per sekund?

(...)"

Johnson et al. (2006) sier at en viktig egenskap ved en samarbeidsgruppe er at medlemmene tar hensyn til og viser omsorg ovenfor hverandre. Jeg tror Tobias, grunnet positiv gjensidig målavhengighet, føler seg oppfordret til å ta hensyn til svakere elever og hjelpe dem i dette tilfellet.

b *”Jeg orker ikke å være den som ødelegger (...)”*

Ved et tilfelle tok også Joakim ansvar for å ta opp noe han følte seg usikker på fordi han ikke ønsket å ødelegge for gruppens mål:

”Øystein: Delta, det føler dere dere har kontroll på? (henviser til oppgaven ”Hva menes med vanligvis med symbolet Δ i fysikk?”)

Ole: Nja... Litt så.

Øystein: Ja... Altså, alle sammen? Husk at det er det dere får til til sammen som er av betydning.

Joakim: Jeg orker ikke å være den som ødelegger jeg, så jeg må...

Ole: Jeg skrev bare en bit av noe.

Tobias: (...)”

Vi ser her at Joakim får gruppen til å fokusere diskusjonen mot noe han føler seg usikker på, tett påfulgt av at Ole og Tobias forsøker å hjelpe.

Disse to tilfellene kom frem under første runde med datainnsamling, og det virket ikke som om elevene hadde store problemer med å ta opp ting de følte seg usikre på etter disse episodene. Det så altså ut til å danne seg et trygt miljø for å ta opp ting man føler seg usikker på, ettersom man i stor grad forventet at de andre ønsket å hjelpe.

4.3 Fysikkens representasjonsformer og bruk av dem

For å få et inntrykk av hvorvidt elevenes evne til å benytte seg av fysikkens representasjonsformer hadde endret seg, fikk elevene besvare oppgaver før og etter undervisningsøkten. Ved sammenligning av besvarelsene før og etter kan man se at elevene har (i) avgitt mer utfyllende og flere svar etter videoen, samt at (ii) besvarelsene som oftest ble mer konsise. Utover dette var det vanskelig å få informasjon om hvilke representasjonsformer som var blitt utforsket av elevene¹⁹.

¹⁹ I delkapittel 5.3 har jeg derfor foreslått å sammenligne samarbeidet mellom elevene før og etter videoen fremfor å sammenligne besvarelsene deres.

a *Et mer konsist svar*

Et eksempel på et mer konsist svar er hvordan Oles besvarelse av oppgaven ”Hvilke fysiske størrelser må til for å beskrive fart?” gikk fra å være

$$„ \frac{\text{Avstand}}{\text{tid}} = \text{fart}, \frac{m}{s} = \text{fart} ”$$

til

”For å beskrive fart trengs: Avstand og tid.”

Vi ser her at han har gått fra å sette opp formler, samt å trekke inn enheten for fart, til å nevne kun de to størrelsene som må til.

b *Et mer utfyllende svar*

Et annet eksempel er når Ole besvarer spørsmålet ”Hva hjelper Newtons lover oss å forstå?”, hvor svaret gikk fra

”Hjelper oss å forstå bevegelse.”

til

”Newtons lover hjelper oss å forstå hvordan objekter beveger seg i forhold til hverandre.”

Vi ser her hvordan det første svaret – i motsetning til det siste - ikke sier noe om hva som beveger seg, og hvordan det beveger seg i rommet; og det ser ut til at forståelsen av begrepet ”Newtons lover” har endret seg etter video- og samarbeidsøkten.

Det kan samtidig påpekes at det ikke ble registrert tilfeller hvor elever gikk fra ”rett til gal” bruk av representasjonsformer relevante for oppgavene. Videoene ser derfor ikke ut til å bygd opp feilaktige eller svake analogier hvis fare ble påpekt i del 1.4.1.

4.4 Tilfeller hvor verken samarbeidslæring eller video var til hjelp for problemløsning

Det var flere tilfeller hvor elevene verken var i stand til å benytte informasjonen fra videoen eller samarbeidet mellom hverandre for å løse oppgavens problemstilling. Det er svært vanskelig å hente ut data om ting de ikke får til ved å observere en samarbeidsøkt, da det verken er særlig diskusjon til stede, eller endringer i elevenes besvarelser. Inntrykket mitt er likevel at informasjonen fra videoen i disse tilfellene ble for generell, eventuelt ikke konkret nok koblet opp til oppgaven; sammen med at tidligere kunnskaper ikke var tilstrekkelige.

Dette er likevel ikke annet enn spekulasjoner, og basert på at indikasjoner om at konkret og eksplisitt informasjon fra videoen ofte ble koblet opp mot oppgavene. Som nevnt innledningsvis vil jeg gå nærmere inn på hvordan studiets design kan endres i forhold til dette punktet i del 5.3.4.

4.5 Hvordan kom de ulike representasjonsformene frem gjennom den observerte samarbeidslæringen?

Jeg vil nå klargjøre hvilke representasjonsformer som ble observert under samarbeidet mellom elevene, og hvilke som ikke gjorde det.

Begrepsmessig representasjon: Over samarbeidsøktene ble det observert 14 tilfeller hvor elevene utforsket den begrepsmessige representasjonsformen. I samtlige tilfeller kunne man observere at minst én annen representasjonsform ble utforsket samtidig. Det så ut til at elevene hadde behov for å benytte seg av andre typer tilganger til fysikken for å tilnærme seg denne representasjonsformen. Årsaken kan ligge i at elevene ofte ikke er vant med denne tilgangen til fysikken (Dolin, 2001). I åtte av disse tilfellene kunne man også detektere utforsking av matematisk symbolsk representasjon. Dette står i samsvar med at det er en glidende overgang mellom den begrepsmessige og matematisk symbolske representasjonsformen (Dolin, 2001).

Matematisk symbolsk og deskriptiv representasjon: Over samarbeidsøktene ble det observert 19 tilfeller hvor elevene utforsket den matematisk symbolske representasjonsformen. Etter all sannsynlighet speiler den høye frekvensen av matematisk symbolsk representasjon i større grad at mitt utvalg av videoer er gjort med hensyn til lærerens fokus fremfor hva som befinner seg av YouTube-videoer på internett. Samtidig ble det ikke observert tilfeller hvor den deskriptive representasjonsformen ble uttrykt gjennom videoer, til tross for dens glidende overgang med den matematisk symbolske representasjonsformen (Dolin, 2001). Da oppgavenes problemstilling i hovedsak tok utgangspunkt i videoen, ble det naturlig nok ikke observert tilfeller hvor den deskriptive representasjonsformen ble utforsket blant elevene.

Fenomenologisk representasjon: Det ble observert fire tilfeller hvor elevene ga uttrykk for å utforske den fenomenologiske representasjonsformen. I tre av dem ble eksempler fra videoen trukket frem, og felles for alle tilfeller var spørsmål rundt hvorfor ting er som de er, eventuelt ved å fremstille oppgavene som paradokser. Det ser dermed ut til at videoen kan få en betydningsfull rolle i diskusjoner dersom elevene blir stilt ovenfor oppgaver som krever utforsking av fenomenologiske representasjonsformer.

Eksperimentell og kinestetisk representasjon: En praksisorientert tilnærming ble ikke observert i noen tilfeller under samarbeidslæringen, dette til tross for at det ved flere tilfeller ble fremvist eksperimenter i videoen. Dette kan være grunnet en tradisjon for få frihetsgrader²⁰ (se for eksempel Angell et al., 2010) ved eksperimentering, da elevene er vant til å motta instruksjoner for fremgangsmåte ved eksperimentering. Samtidig ble det observert ett tilfelle hvor begrepet akselerasjon ble forklart gjennom bruk av håndbevegelse.

Billedlig representasjon: Fysikkens uttrykk gjennom mentale avbildninger blir vanskelig å avsløre. Det er derfor undersøkt hvorvidt elevene uttrykte seg gjennom tegning, ansett som et mulig tegn på en mental avbildning. De eneste tilfellene hvor det ble observert tegning, var ved tegning av hvordan krefter virker på gjenstander. Dette samsvarer med at det er en glidende overgang mellom billedlig, fenomenologisk og begrepsmessig representasjonsformer som nevnt tidligere.

4.6 Oppsummering av resultater

Ut fra observasjonene er følgende resultater kommet frem:

(i) Jo mer konkret forholdet mellom video og oppgave er, desto mer sannsynlig er det at elevene benytter videoen som grunnlag for diskusjon under samarbeidsøkten. Årsaken til dette kan ligge i de grafiske restriksjonene den nødvendige sammenhengen mellom video og oppgaver medfører.

(ii) Videoen fungerer som et grunnlag for diskusjon. Dette er sannsynligvis fordi at diskusjonen er av faglig art, og dersom denne ikke foreligger i tidligere kunnskap, blir videoen et naturlig utgangspunkt for elevene.

(iii) Dersom oppgavene stiller krav om bruk av kvalitativ kunnskap, samt at svaret blir gitt eksplisitt i videoen, blir oppgaven besvart uten særlig diskusjon i gruppen. Det ser ut til at elevene ønsker å finne den mest effektive måten å nå det overordnede gruppemålet på, hvilket kan ha blitt et hinder for utforskning av representasjonsformer og utvikling av fordypningsferdigheter.

²⁰ Ringnes & Hannisdal (2000) undersøkte for eksempel et utvalg kjemiaktiviteter i læreverker for grunnskole og videregående, og fant at de aller fleste aktivitetene hadde null eller én frihetsgrad.

(iv) Dersom oppgavene stiller krav om bruk av kvantitativ kunnskap, samt at svaret blir gitt eksplisitt i videoen, blir videoen brukt for å verifisere selve prosessen av å løse oppgaven. I disse tilfellene får eksplisitte svar effekten av å være veiledende for elevene, og kan være en forutsetning for progresjon i oppgaven. Effekten ser dermed ut til å være motsatt av tilfellet med kvalitativ kunnskap.

(v) Videoen kan brukes som et verktøy for å forklare medelever. Dersom elevene ikke føler at deres egne ord er tilstrekkelige for å forklare, ser de ut til å trekke inn videoen.

(vi) Dersom elevene finner det mindre kognitivt krevende å benytte tidligere kunnskap fremfor videoen, vil den utelates i diskusjonen mellom elevene.

(vii) Dersom enkelte elever har tidligere kunnskaper, blir disse brukt for å forklare medelever ved behov.

(viii) Dersom elevene benytter seg av matematisk symbolsk, deskriptive eller visuelle representasjonsformer, er det viktig at det møbleres slik at samtlige har mulighet for å se hva de andre skriver.

(ix) Gruppens overordnede mål blir en motivasjonsfaktor for å utforske representasjonsformer gjennom ekstra innsats for å løse oppgavene. Som påpekt i punkt (iii) er ikke denne effekten ensidig positiv.

(x) Elevene gir mer utfyllende og mer konsise svar etter undervisningsøkten enn før.

(xi) For generell faglig informasjon fra videoen, og mangel på tidligere kunnskaper gjør at elevene verken får gjort oppgavene eller finner noe grunnlag å diskutere ut fra.

(xii) Ved denne studien var det matematisk symbolske og begrepsmessige representasjonsformer som oftest kom frem. Årsaken til dette kan være oppgavenes fokus.

I kapittel 4 har vi sett på resultater fra datainnsamlingen. I kapittel 5 skal jeg diskutere resultatene, rammene for studiet, og undervisningsmetoden nærmere.

5 Avsluttende diskusjon rundt resultater

5.1 Diskusjon rundt gjennomføring av metoden

5.1.1 Mine erfaringer med bruk av YouTube

Dette studiet tok utgangspunkt i å forstå hvordan YouTube-videoer kunne implementeres i fysikkundervisningen. Da læreren er en naturlig del av undervisningen, samt at undertegnede påtok seg en lærerrolle i dette studiet, mener jeg det er naturlig å legge frem mine erfaringer *som lærer*. Som påpekt i kapittel 2 er jeg det viktigste instrumentet i forhold til måling av data, og sånn sett er mange av mine erfaringer likevel kommet frem gjennom resultatene. Jeg har likevel ikke beskrevet mine erfaringer som lærer *utenfor* undervisningssituasjonen, altså i forhold til forberedelsene av undervisningsøkten. Jeg vil derfor nå beskrive mine erfaringer rundt bruk av YouTube-videoer.

Bruk av YouTube-videoer i undervisningen ga både restriksjoner og fordeler for meg som lærer. Samtidig som videoene kunne gi inspirasjon til utvikling av undervisningsøktene, følte jeg meg også bundet da jeg var nødt til å forholde meg til det som faktisk eksisterer på internett, eventuelt hva jeg er i stand til å lete opp. Ved bruk av denne metoden tror jeg derfor YouTube-videoenes innhold vil være noe som i stor grad former undervisningen. Likevel anser jeg ikke dette som et stort problem av tre årsaker. For det første antar jeg antallet fysikkvideoer – sammen med forbedrede søkefunksjoner - på internett vil øke over tid, og på denne måten gi læreren større utvalg og frihet til å forme undervisningen. Det kan derfor være interessant for læreren å følge med på hva som legges ut av videoer, både som inspirasjon til undervisningen, og som et verktøy for å holde seg oppdatert på hva som er aktuelt innen forskning. For det andre kan enkle redigeringsprogram klippe og lime inn enkeltsekvenser av YouTube-videoer ut fra lærerens ønske, og man får dermed frihet til å vise de enkelte delene man selv er interessert i. I tillegg kan innholdet også påvirkes ved å legge inn tekst og pauser dersom det er ønskelig. For det tredje tror jeg ikke bruk av YouTube-videoer krever enormt mye forberedelse, og er en ”lett gjenbrukbar” metode. Jeg tror derfor at læreren med tiden kan få mulighet til å fokusere på mye annet i forhold til klassen, som for eksempel å spesialtilpasse opplegg for enkeltelever.

5.1.2 Videoens eller samarbeidslæringens innvirkning?

Ettersom besvarelsene etter undervisningsøkten var mer utfyllende og generelt sett av høyere kvalitet, indikerer dette at representasjonsformer relevante for oppgavene ble utforsket gjennom denne metoden. Med andre ord ser det ut som om undervisningsmetoden til en viss

grad fungerer etter sin hensikt; å danne et undersøkende læringsmiljø hvor elevene kan utforske fysikkens representasjonsformer. Det er likevel svært vanskelig å vurdere hvilken verdi *videoen* hadde med hensyn til elevenes utforsking, da utforskingen av representasjonsformer kun kom til syne i form av data *under samarbeidsøkten*. Videoen fungerte naturligvis som en kilde til faglig informasjon, men det er godt mulig at bruk av en fagbok eller bruk av en lærerstyrt undervisningsøkt kunne hatt den samme effekten²¹. Jeg mener likevel at man kan anta at videoen hadde en effekt for elevenes utforsking av representasjonsformer. Sett i forhold til andre læringsmedier, tror jeg bruk av YouTube-videoer i undervisningen gir større innholdsmessige variasjon, og - som jeg argumenterte for i delkapittel 1.5 - fungerer de godt som et undersøkelseslandskap. Jeg mener også en annen positiv effekt er mulig. I forhold til bruk av bilder og diagrammer, påpeker Scaife og Rogers (1996) at man får et større utbytte dersom man har hatt en del erfaringer med mediet, samt ekspertise innen det aktuelle emnet det er relatert til. Jeg tror dette også gjelder bruken av fysikkvideoer; de vil få en sterkere effekt dersom elevene får trening i å bruke dem, samt at deres kunnskaper innen fysikken forbedrer seg. Med andre ord anser jeg dette for å være en positiv selvforsterkende prosess, da bruk av denne undervisningsøkten gir trening i bruk av videoer, samt at elevene ser ut til å få et faglig utbytte av det.

5.1.3 Samarbeidslæringen som undersøkelseslandskap

Da denne undervisningsmetoden ble designet var jeg overbevist om at videoen ville fungere som et undersøkelseslandskap alene, og at elevene gjennom samarbeidslæring skulle utforske det. Ut fra dataene ser videoen ut til å få en tilleggseffekt gjennom samarbeidet, nemlig å fungere som en plattform for diskusjon *mellom* elevene. På denne måten mener jeg at samarbeidet ikke bare ble brukt for å utforske videoen som undersøkelseslandskap, men også ble et undersøkelseslandskap *i seg selv*. Ulikt videoen var dette et undersøkelseslandskap som var toveis kommuniserende og dynamisk, samtidig som det ga elevene et faglig utbytte. I tillegg mener jeg at undersøkelseslandskapet gjennom samarbeid oppstod når videoen ikke ble benyttet. I disse tilfellene virket det som om det var på grunn av elevenes tidligere og komplementerende kunnskaper, eller at sterkere elever ønsket å hjelpe de svakere. Sistnevnte ble sannsynligvis også forsterket grunnet positiv gjensidig avhengighet.

²¹ I del 5.3.1 foreslår jeg en annen strategi for datainnsamling hvor videoens effekt i større grad kan isoleres.

Ovenfor gikk jeg inn på hvordan bruk av video i undervisningen kunne få en selvforsterkende positiv effekt. Jeg mener at dette kan også skje gjennom samarbeidslæring. Dolin (2001) sier at ved trening i bruk av fysikkens representasjonsformer, vil elevene etter hvert være i stand til ha flere representasjonsformer i spill samtidig, og dermed snakke friere og i høyere grad benytte egne ord. Jeg tror derfor ikke denne undervisningsmetoden bare vil ha en effekt på elevenes evne til å benytte seg av videoen som et undersøkelseslandskap, men også gjøre dem flinkere til å benytte seg av hverandre som undersøkelseslandskap.

Jeg vil også trekke inn hvordan positiv gjensidig avhengighet førte til at elevene handlet for å utforske representasjonsformer. Skovsmose (2001) sier at elevene må akseptere undersøkelseslandskapet, men jeg mener litt mer spesifikt at elevene må *aktivt* akseptere det gjennom å faktisk benytte seg av det. Johnson et al. (2006) påpeker hvordan elevene kan føle seg redd for å ta initiativ til diskusjon for eksempel grunnet frykt for å anses som dum, og jeg mener med andre ord at dette kan hindre elevene i å utforske representasjonsformer. Ved å gi gruppen et overordnet mål hvor alle må bidra for at målet skal nås, tvinges de svakeste elevene til å ta opp diskusjoner fremfor å gjemme seg unna. Joakim - som var den faglig svakeste eleven blant de som ble observert - så ut til å bekymre seg for å ta opp ting han ikke forsto i begynnelsen, og uttalte blant annet at han ikke ville være en som ødela for gruppen før han tok opp noe han følte seg usikker på. Etter dette virket han dog langt tryggere, og tok ofte initiativ til å ta rette fokus mot oppgaver han ikke følte seg trygg på. Ett etisk punkt tvinger seg imidlertid frem ut fra denne observasjonen. Det ser ut til at Joakim følte seg utsatt for et sosialt press grunnet det gjensidige aspektet ved gruppens målavhengighet, og på denne måten fryktet for å bli utstøtt fra gruppen. Jeg mener dette likevel ikke er relevant argument mot bruk av gjensidig målavhengighet. For det første skal elevene være inneforstått med at dersom gruppen ”synker” betyr det at de ikke har samarbeidet godt nok, og det ikke kan pekes alene mot enkeltmedlemmers faglige prestasjoner. For det andre har læreren en rolle å observere gruppens aktivitet, og gripe inn dersom det oppstår interessekonflikter av denne typen. Samtidig mener jeg dette understreker at dersom læreren ikke er kompetent nok til å gjenkjenne og gripe inn i interessekonflikter, er det ikke etisk forsvarlig å benytte seg av gjensidig målavhengighet. For råd rundt håndtering av interessekonflikter anbefaler jeg boken *Samarbeid i skolen* skrevet av Johnson et al. (2006).

I del 4.1.3.b påpekte jeg også hvordan gjensidig målavhengighet kunne være til hinder for elevenes utforskning av representasjonsformer. I del 5.2.3 diskuterer jeg derfor eventuelle endringer i undervisningen som kan hindre dette.

5.1.4 Oppgavens innvirkning

Oppgavens hensikt var å gi undersøkelseslandskapet mer strukturerte rammer, og så ut til å fungere som ønsket. De så ut til å hjelpe elevene å holde et faglig fokus under samarbeidet, de ble et grunnlag for deres gjensidige målavhengighet, og var til hjelp med å utforske fysikkens representasjonsformer.

5.1.5 Innvirkning på studiets validitet ved å bruke tre elever fremfor en hel klasse

En klar svakhet ved denne studien, er at sosiale aspekter fra en klasseromssetting ble mer eller mindre eliminert da denne ”klassen” besto av tre elever. I tillegg har dette sannsynligvis har en betydning for lærerens rolle, og det kan stilles spørsmål rundt studiets validitet. I en undervisningssituasjon i et klasserom, ville det for eksempel vært vanskeligere for læreren å fungere som en faglig støtte for alle gruppene under samarbeidsøkten, og det kan oppstå et forstyrrende element av støy dersom flere grupper i et klasserom skal diskutere samtidig. I del 5.3.2 har jeg derfor lagt frem forslag til elementer som kan være med i en mer virkelighetsnær design.

5.2 Hvilke grep kan tas i forhold til endring av undervisningsøkten?

5.2.1 Tilrettelegge for mer samarbeid

Hva angår rammene for denne undervisningsøkten, ville jeg gitt elevene mulighet for å samarbeide om oppgavene før visning av videoen. Dette kunne klargjort eventuelle misforståelser rundt oppgavene for elevene, og det kunne blitt enklere å forstå hva som er relevant informasjon for å løse problemstillingene. På denne måten tror jeg det ville blitt enklere for elevene å hente ut relevant informasjon i videoen. Argumentasjonen for dette er den samme som i del 4.1.1.b hvor jeg hevdet at oppgavene kunne gi opphav til grafiske restriksjoner dersom elevene opplevde koblingen mellom video og oppgaver som konkret nok. En ytterligere klargjøring av oppgavene på forhånd tror dermed vil føre til en ytterligere restriktiv effekt. Når man i tillegg har i bakhodet at en del av læreren sin oppgave er å observere elevenes diskusjoner, og gripe inn dersom det oppstår misoppfattelser; mener jeg den restriktive effekten er svært sterk ved bruk av samarbeidslæring når videoer fungerer som det faglige grunnlaget.

Med hensyn til den restriktive effekten, mener jeg man kan sørge for en ytterligere begrensning for feiltolkninger av videoen ved å sette av tid til gjennomgang av oppgavene etter den avsluttende testen er levert. På denne måten ville de også fått bearbeidet og utforsket representasjonsformene ytterligere mens de ennå var friskt i minne.

5.2.2 Endringer i undervisningsøktens struktur

Med hensyn til organisering av undervisningsøkten, er én mulighet å dele ut datamaskiner til hver gruppe/elev, slik at de kan spole tilbake og pause videoen etter eget ønske²². Min skepsis til dette er at dersom hver gruppe får en datamaskin hver, vil det bli mye støy i klassen (ikke bare i form av høy lyd, men videoer som ”snakker i munnen” på hverandre). Støyproblemet kunne vært løst ved at hver elev får utdelt hver sin datamaskin og høretelefoner. Jeg ville likevel ikke anbefalt denne løsningen, da gruppe medlemmene risikerer å bli ferdig på ulike tidspunkt, og samarbeidsøkten kan ikke komme i gang før den siste er ferdig med å se på videoen. I tillegg utgjør utdeling, inntak, og oppstart av datamaskiner potensielt tidkrevende element. Den teknisk enkleste løsningen for å gjennomføre undervisningsøkten, og samtidig gi elevene mulighet for å bruke tiden de ønsker på videoen, mener jeg da er å legge den ut på ett nettsted i forveien av undervisningsøkten, som for eksempel YouTube. Dette kan være en interessant løsning for læreren, da disse videoene blir liggende samlet på nettstedet så lenge man ønsker det, samt at man kan få karakterer og kommentarer på videoens kvalitet fra brukerne.

Et annet interessant aspekt, er at utdeling av datamaskiner – til tross for de negative aspektene påpekt over - åpner for en mindre diskret inndeling av undervisningsøkten. På denne måten kan samarbeid og videofremvisning veksles på avhengig av gruppen selv ønsker å gjøre, samt at det i større grad frigjør læreren til å kunne gå rundt og hjelpe gruppene.

Med hensyn til hvordan datainnsamlingen er gjennomført, vil jeg likevel ta utgangspunkt i en lærerstyrt videofremvisning i resten av oppgaven.

5.2.3 Påskjønnelse av oppnådd gruppemål

Johnson et al. (2006) sier at fremgang og oppnåelse av gruppemål skal påskjønnnes. I denne studien var det begrenset med måter jeg kunne påskjønne elevene på, og i tilfelle måloppnåelse valgte jeg derfor å gi elevene en overraskelse i belønning til neste gang.

²² Ferris og Hardaway (1994) påpeker for eksempel at vanlig undervisning ikke har muligheten til å spole tilbake dersom noe oppleves som uklart for eleven (*rewind-and-review*).

En av årsakene til at elevene er på skolen, er å kunne opparbeide seg kulturell kapital i form av karakterer for å få tilgang til andre institusjoner ved endt grunnskole og videregående utdanning. Mellin-Olsen (1987, gjengitt av Wedege, 2007) identifiserer dette som elevenes *instrumentelle fornuftsgrunnlag*, og kan være en basis for motivasjon hos elevene. Jeg tror derfor en påskjønnelse i form av for eksempel bonuspoeng ved neste prøve, eller lignende, kunne vært en ytterligere motivasjonsfaktor for elevene. I en klasseromssetting mener jeg det også åpnes for å bygge positiv gjensidig målavhengighet gjennom et overordnet klassemål, for eksempel ved påskjønnning for at alle gruppene når deres gruppemål. Hvis man benytter en strategi som bygger på et slikt instrumentelt fornuftsgrunnlag, mener jeg det kan være en fordel å sørge for at elevene får god tid til å forberede seg til den individuelle testen. Jeg tror tidsmangel kan føre til stress hos elevene, og de svakeste elevene kan bli hengende etter. Jeg merket for eksempel at Ole ofte tok ledelsen på slutten av samarbeidsøktene, og antok at de andre gruppe medlemmene hadde kontroll på oppgavene dersom han selv hadde kontroll. Ved gjennomgang av oppgaver, stoppet han kun opp for å diskutere de han selv hadde problemer med. Som påpekt i del 4.1.3.b fikk jeg også inntrykk av at tidspress kombinert med gruppens overordnede målsetting skapte et slags ”tabu” mot å stille krav om å utdype faglige elementer, og dermed ble et hinder for å utvikle fordypningsferdigheter. Jeg tror noe av løsningen på dette problemet ligger i å tilrettelegge for at elevene føler seg trygge på at de har tilstrekkelige med muligheter for å nå gruppemålet. Dette mener jeg enten kan gjøres ved at elevene får mulighet for å gjøre seg faglig forberedt ved å legge ut videoen på internett, eller noe så enkelt som at det settes av mer tid til samarbeidsøkten.

5.2.4 Videoen

Som tidligere nevnt er det mulig å redigere inn egen tekst og ta pauser i videoene. Jeg har også gått inn på hvordan undersøkelseslandskap kan oppleves frustrerende for elevene dersom de ikke klarer å gripe fatt i relevant informasjon, samt at jeg i innledningen til kapittel 3 klargjorde seerens behov for mentale pauser til å oppsummere og å kunne bearbeide hva som er gjennomgått. Som et ledd i å ta hensyn til overnevnte punkter, foreslår jeg å bruke pauser og tekst for å presentere og oppsummere hva som er gjennomgått. Et eksempel på dette kunne vært å vise teksten ”Vi skal nå se et eksempel på praktisk bruk av Newtons tredje lov gjennom oppskyting av raketter” før den relevante delen av videoen viser en rakett som skytes opp med tilhørende kommentarer. Etter videoen kan man legge inn en oppsummerende tekst, eksempelvis ”Vi har nå sett hvordan drivstoff forbrennes og ”skyves” ut av en romferge, og hvordan drivstoffet som forbrennes igjen skyver på romfergen.”, før presentasjon av neste del

av videoen kommer. Oppsummert foreslår jeg altså følgende konstruksjon av videoen: Presentasjon, videosekvens, og til slutt en oppsummering av videosekvensens innhold; før det hele gjentar seg.

a *Tekstens innhold*

Jeg vil også foreslå to måter å utforme innholdet i redigert tekst på. I videoen ble det vist en person som trakk på to ulike masser med samme kraft, og demonstrert hvordan hastigheten på de to massene ble forskjellige (se tabell 4, rad 6). For å klargjøre at dette er et spesielt tilfelle, og at en generell konstant kraft på disse to objektene ville ført til at den letteste massen *akselererte* raskere enn den andre, forsøkte jeg å legge inn en klargjørende tekst. Da elevene likevel hadde store problemer med den relaterte oppgaven, er mitt inntrykk at ettersom teksten var i spørrende form, og stilte krav om å sette modellen inn i en komplisert og virkelighetsnær kontekst (se tabell 4, rad 7), ble det en ytterligere kognitiv belastning som elevene ikke klarte å ta fatt i. Dersom teksten har som hensikt å være klargjørende i forhold til potensielle misforståelser, tror jeg den simpelthen bør være svært eksplisitt. Et eksempel i denne sammenhengen kunne vært ”I et generelt tilfelle ville den minste massen akselerere *dobbelt så fort* som den tyngste. Her begrenses akselerasjonen dog av friksjon og menneskelig maksimalhastighet.”.

En siste måte jeg mener man kan benytte seg av tekstingen på, er å benytte seg av Mayer og Moreno sitt personliggjøringsprinsipp (2002) ved å for eksempel trekke frem eksempler de kan relatere til. Eksempelvis kunne jeg i forhold til Newtons tredje lov skrevet inn teksten ”Har du forsøkt å skyve på en bil? Har du tenkt over at bilen også ”skyver” på deg?”, og på denne måten hjulpet elevene å koble loven opp med deres egne erfaringer.

Dersom læreren ikke ønsker å benytte seg av redigering på denne måten, er det også mulighet for å stoppe opp videoen i klasserommet for eventuelle kommentarer (for eksempel gi presentasjon og oppsummering av tema i henhold til overnevnte foreslåtte metastruktur), eller slå av lyden for å kommentere den selv (Duffy, 2008). På disse måtene gis elevene også muligheter til å stille spørsmål underveis dersom noe oppleves som uklart.

b *Redigere lyd*

Som påpekt innledningsvis i kapittel 3, er alt innhold i videoene – sett bort fra undertegnedes innsetting av diverse tekst – på engelsk. Årsaken til dette er at det meste av innhold på YouTube ser ut til å være på engelsk. Søker man for eksempel opp ordet ”fysikk” gis 105

treff²³. Behovet for å avkode språk kan derfor ha bidratt til ekstra belastning av arbeidsminnet for elevene. Jeg ser i ettertid at det også var mulighet for å redigere inn lyder i videofilen. Dersom avkoding av språk blir et problem, og man ikke ser behov for de opprinnelige bakgrunnslydene, kan læreren vurdere å spille inn fortellerstemmen på norsk.

Redigering av lydinnhold åpner imidlertid for flere redigeringsmuligheter. Dersom læreren ikke er fornøyd med den opprinnelige fortellerstemmen – eventuelt at det ikke er noen – kan han legge inn en ny ut fra egne ønsker.

5.2.5 Læreren

Lærerens rolle er beskrevet i del 1.2.4, men ved utforskning av fysikkens representasjonsformer er det uunngåelig med et høyt fokus på matematisk symbolske, deskriptive og visuelle representasjonsformer. Møbleringen kan derfor ikke bare være tilpasset å kunne snakke ansikt til ansikt, men det må også tas hensyn til at samtlige elever skal kunne se hva de andre skriver og tegner. I henhold til møblering bør det samtidig tas hensyn til tilgjengeligheten for å følge med på videoen, samt annen undervisning. Ellers bør det være mulig å kommunisere uten å forstyrre andre samarbeidsgrupper, og gruppene må være lett tilgjengelig for læreren. Da jeg ikke ser noen mulighet for en fast formasjon av pulten slik at overnevnte punkter ivaretas, tror jeg det er bedre å lære opp elevene til å organisere pultene etter hvert som ulike deler av undervisningsøkten settes i gang.

5.2.6 Oppgavene

Bruk av oppgaver i undervisningsopplegget begrunnet jeg med at de ville gi undersøkelseslandskapet mer *strukturerte rammer*. Dette ble likevel gjort uten å understreke *hvordan* de kunne gi undersøkelseslandskapet mer strukturerte rammer.

Innsamlet data viste at oppgavene hjalp elevene å holde et faglig fokus, som igjen hjalp dem å utforske fysikkens representasjonsformer. Videoene dannet ofte et grunnlag for denne utforskningen, men dette var under forutsetning av at de kunne huske dens innhold, og koble oppgavens problemstilling opp mot den. Jeg mener derfor at oppgavens strukturmessige egenskaper i forhold til bruk av videoen som undersøkelseslandskap, var av en instruksjonsmessig art: De antydte hvilke deler av undersøkelseslandskapet som var relevant for å løse problemstillingen. Dersom dette stemmer, mener jeg at oppgavene eksplisitt bør klargjøre hvilke deler av videoen som er relevant, slik at elevene slipper å bruke tid og energi

²³ Søkt opp 23. november 2010.

på å lete frem informasjonen som skal fungere som et grunnlag for videre utforskning av representasjonsformer. I forhold til diskusjonen rundt hva symbolet Δ vanligvis betydde innen fysikk (se del 4.1.2.b), kunne vi se hvordan oppgavens sammenheng med videoen kunne bli utydelig dersom den var for generell, og det ble vanskelig for elevene å diskutere oppgavens problemstilling uten dersom de ikke hadde kunnskaper fra tidligere av. Ved å hjelpe elevene å huske deler av videoen som er relevant, mener jeg dette ikke lengre blir et problem, samtidig som det gir læreren ytterligere frihet til å forme oppgavene i henhold til de representasjonsformer han ønsker elevene skal utforske. På denne måten får også elevene et grunnlag for å utforske mer kompliserte utgaver av representasjonsformene gjennom videoen, og man gir mulighet for et større undersøkelseslandskap gjennom oppgavene.

En mulig negativ effekt av dette er at det stilles mindre krav til elevenes selvstendig tenkning. Dette mener jeg likevel ikke vil være noe problem, da dette veies opp gjennom kravene som stilles ved samarbeidslæring, og de individuelle kravene ved den avsluttende testen.

Jeg foreslår her to metoder for å hjelpe elevene med å benytte videoen som grunnlag for utforskning av representasjonsformer, *eksplisitt/implisitt henvisning* og *stillbilder*.

a *Eksplisitt/implisitt henvisning*

Hver enkelt oppgave kan henvisse eksplisitt til hvilke deler av videoen som er relevant gjennom å beskrive tidspunkt i videoen, sammen med en beskrivelse av videosekvensen. Eventuelt kunne man henvist på en mer indirekte måte. I delkapittel 4.6, punkt (i) påpeker jeg at det er enklere for elevene å se sammenhenger mellom videoen og oppgaven dersom det finnes noe konkret gjenkjennelig i begge deler. Eksempelvis kunne oppgaven hvor elevene ble bedt om å forklare hva symbolet Δ oftest betydde innen fysikk, vært endret slik at elevene ble bedt om å klargjøre hva ΔA ville betydd for den vilkårlige størrelsen A , ettersom ΔA ble brukt konkret i videoen.

b *Stillbilder*

For å gjøre det lettere for elevene å gripe tak i ulike deler av videoen, kan det tas stillbilder av videoens innhold. Disse kan igjen deles ut sammen med plass for å ta notater underveis i videoen, eller sammen med deres relevante oppgaver. Ved bruk av stillbilder tror jeg førstnevnte metode er mest interessant, dette med hensyn til hvordan elevene kan tilegne seg unike og komplementerende ressurser gjennom ulike notater, og på denne måten bygge en positiv gjensidig avhengighet for å utforske representasjonsformer.

5.3 Studien, og hvilke grep som kan gjøres rundt dets design

5.3.1 Ikke sammenlign oppgaveark, sammenlign samarbeid før og etter

Som påpekt i delkapittel 4.3, var utbytte fra å sammenligne besvarelser før og etter undervisningsøkten heller begrenset. I forhold til undervisningen har jeg foreslått at elevene får en samarbeidsøkt også før videoen. Jeg tror også studien vil være best tjent med en slik tilnærming, da det kan bli enklere å undersøke hvilken verdi bruk av YouTube-videoer har for elevenes læring. I stedet for å observere endring i hvordan de benytter seg av representasjonsformene – som kan ha oppstått både på grunn av videoen og samarbeidet – kan man observere endringer i *selve prosessen* av å utforske representasjonsformene, hvis årsak etter all sannsynlighet må ligge i videoens innvirkning. I tillegg er det implisitt gått frem av denne studien har jeg fått et større utbytte av data fra observasjonene fremfor data fra elevenes besvarelser.

5.3.2 Forslag til en mer virkelighetsnær studie

a Se en hel klasse samarbeide

Leach og Scott (2003) påpeker hvordan klasserommets sosiale rammer er av betydning for individets ervervelse av kunnskap. Det kunne derfor vært interessant å se denne undervisningsmetoden utfolde seg i et større klassemiljø, da elevene hadde hatt mulighet for å samarbeide på tvers av grupper ved behov. Da informasjonen fra videoen sannsynligvis vil manifestere seg hos elevene på ulike måter, kan klassen på denne måten bli et større undersøkelseslandskap i seg selv for elevene. I tillegg øker det sjansen for å skape positiv gjensidig avhengighet gjennom komplementerende kunnskaper dersom man i tillegg iscenesetter et overordnet mål for klassen som helhet. Etersom undersøkelseslandskapet nå er utvidet i form av en "samarbeidsklasse", er det mulig at man kan ha mer kompliserte oppgaver enn de som relateres direkte til videoen, ettersom sannsynligheten for at de utforsker de relevante representasjonsformene er større. I tillegg tror jeg en slik kontekst tydeligere kan få frem hvordan lærerens rolle blir ved bruk av denne undervisningsøkten.

b Gi elevene mulighet for å oppnå bedre karakterer

Argumentasjonen for å gi elevene muligheter for å bedre karakterene sine dersom de når gruppemålene, er den samme som i del 5.2.2. I tillegg tror jeg det for studiet sin del minker muligheten for reaktivitet hos elevene dersom de i utgangspunktet i stor grad er ytre motivert for å arbeide med fysikk.

c *Vurdering*

Jeg har så langt i denne oppgaven ikke diskutert vurderingsprosessen av elevens besvarelser. Da jeg anser tilbakemeldinger til elevene som et viktig ledd i undervisningsmetoden, mener jeg dette bør diskuteres. I denne forbindelse, skilles det mellom to ulike typer vurdering: *formativ* og *summativ vurdering* (se for eksempel Eng, Dobson og Høihilder, 2007).

Formativ vurdering peker fremover, og har som hensikt å hjelpe elevene å få innsikt i og utvikle deres egne læringsstrategier. Ettersom oppgavene i denne undervisningsøkten skal løses gjennom selvstendig bruk av video og samarbeid, mener jeg det er naturlig å fokusere på en formativ vurdering. I del 5.1.2 argumenterte jeg for at effekten av videoen vil være avhengig av trening og seerens faglige ekspertise. I sammenheng med denne vurderingsformen mener jeg derfor det er nok at læreren minner elevene på å bruke videoen underveis i samarbeidsøkten. I forhold til samarbeidet mener jeg dog læreren må hjelpe elevene å utvikle sin sosiale kompetanse i tråd med beskrivelsene i del 1.2.5.

Summativ vurdering skal være et mål på hvor mye læring som har skjedd til nå. I denne sammenhengen vil det være et spørsmål om i hvilken grad de har nådd gruppemålet eller ikke. En mer detaljert beskrivelse av hvilke faglige mål som er oppnådd, mener jeg kan gis indirekte ved en gjennomgang av oppgavene rett etter testen.

d *Følge elevene over tid*

I del 5.1.2 har jeg argumentert for at både utbytte av videoene og samarbeidslæringen vil øke etter hvert som elevene har fått trening i å benytte dem, og etter hvert som evnen til å bruke representasjonsformene bedrer seg. Jeg tror derfor det kunne vært interessant å følge elevene over lengre tid, og se om de benytter undervisningsmetoden til å utforske fysikkens representasjonsformer mer effektivt. En ytterligere positiv effekt tror jeg kan være at forskeren/læreren over tid vil bli flinkere til å plukke ut gode undervisningsvideoer, samt å bli bedre på å redigere dem.

5.3.3 Tilrettelegge undervisningsøkten til utforsking av spesifikke representasjonsformer

Det var vanskelig å kunne se om bruk av metoden tilrettela for utforsking av enkelte representasjonsformer fremfor andre, da oppgavene – og da indirekte videoenes fokus – i stor grad styrte kravet til hvilke representasjonsformer som var relevante til problemstillingen. Det kunne likevel vært interessant å prøve ut ulike undervisningsøkter – med YouTube-video i grunn – hvis hensikt var å tilpasse utforsking av enkelte representasjonsformer fremfor andre.

Eksempelvis kunne det vært å lage en undervisningsøkt med et ensidig fokus på utforsking av fenomenologiske representasjonsformer. I delkapittel 4.5 beskrev jeg for eksempel hvordan spørsmål rundt hvorfor ting er som de er, og tilsynelatende paradokser førte til utforsking av fenomenologiske representasjonsformer. En idé kunne derfor vært å vise videoer som tar opp filosofiske naturvitenskapelige spørsmål, og tilsynelatende paradokser. For utforsking av eksperimentelle representasjonsformer finnes også videoer som kan fungere som inspirasjon gjennom demonstrasjon av ulike forsøk. Sammenlignende studier av ulike undervisningsøker med YouTube-videoer og samarbeidslæring i grunn, kunne for eksempel avslørt hvorfor begrepsmessige og matematisk symbolske representasjonsformer fremkommer oftere enn andre i denne studien. En annen måte å gjennomføre en slik økt på, kunne for eksempel vært et større fokus på bruk av videoer med en praksisorientert tilnærming til fysikken (for eksempel demonstrasjon av et forsøk), og utdeling av oppgaver som krever innsikt i og benyttelse av eksperimentelle representasjonsformer.

5.3.4 Tilfeller hvor verken samarbeidslæring eller video var til hjelp

I delkapittel 4.4 påpekte jeg vanskeligheten ved å hente ut data om årsaken til at verken video eller samarbeid. Dette problemet mener jeg til dels kunne vært løst ved å innimellom gå fra lærerrollen, og innta en forskerrolle hvor man forsøker å få elevene til å peke på hva det er som gjør oppgaven for vanskelig å løse. Dette kunne for eksempel vært gjort ved å spørre ”Klarer dere å forklare hva som er vanskelig med oppgaven?” og/eller ”Er det noe fra videoen som dere tror kunne hjulpet dere, men ikke får til å bruke?”

5.3.5 Database med YouTube-videoer

Dersom det er av interesse å gjøre en større studie på dette, mener jeg det kunne vært fordelaktig å bygge en database av YouTube-videoer hvor de ble kategorisert ut fra ulike egenskaper, eventuelt i samsvar med læreplanen. Dette med hensikt å gjøre det enklere for forskeren å vurdere hvilke videoer som er gode, og hvilke som er mindre gode.

5.4 Anbefalt bruk i klasserommet

Basert på resultater og drøfting har det kommet frem flere råd for hvordan man kan implementere YouTube-videoer i undervisningen. Før konklusjonen vil jeg nå oppsummere disse punktvis:

5.4.1 Lærerens rolle

- Møbler med hensyn til at elevene skal kunne bruke matematisk symbolske, deskriptive, og visuelle representasjonsformer (se del 5.2.5).

- Sørg for å forutse og kunne gripe inn i potensielle interessekonflikter med hensyn til at enkelte elever kan oppleve gruppepress (se del 5.1.3).
- Minn elevene på å bruke videoen under samarbeidsøkten, både når de har behov for faglig informasjon og forsøker å forklare andre faglig stoff (se del 4.1.4).
- Ha fokus på formative aspekter ved vurdering (se del 5.3.2c).
- Legg ut videoene på et nettsted slik at de er tilgjengelig for elevene utenom undervisningstiden (se del 5.2.2).

5.4.2 Videoen

- Oppgaver som krever bruk av kvantitativ kunnskap bør fremstilles eksplisitt i videoen (se del 4.1.3).
- Del videoen opp i sekvenser, og benytt teksting for å presentere og oppsummere dem (se del 5.2.4).
- Ved bruk av teksting for å kommentere videoen, sørg for at den er klargjørende, og ikke spørrende (se del 5.2.4).
- Ved bruk av teksting, utnytt personliggjøringsprinsippet (se del 5.2.4).
- Om man ikke vil redigere inn tekst, ta pauser i videoen og ta ting muntlig (Obs: dette kan bli et problem dersom man ønsker å legge det ut på nettet) (se del 5.2.4).
- Dersom læreren ikke ønsker en engelskspråklig forteller, eventuelt ønsker å legge inn en ny fortellerstemme, kan man spille inn lyden til videoen selv (se del 5.2.4.a).

5.4.3 Oppgavene

- Konkretiser sammenhengen mellom videoen og oppgavene eksplisitt i oppgaven eller ved å gi muligheter for å ta notater på et ark med stillbilder fra videoen (se del 5.2.6).
- Hva angår utforskning av kvalitative representasjonsformer, vær bevisst på hvor dypt man ønsker at elevene skal gå inn i stoffet. Dersom man ønsker at elevene skal diskutere emnet nøye, ikke formuler oppgaven slik at svaret kan finnes eksplisitt i videoen (se del 4.1.3).

5.4.4 Tekniske elementer ved metoden

- Tilrettelegg for samarbeid før fremvisning av videoen, da det gir en restriktiv effekt for tolkning av videoen (se del 5.2.1).
- Eksperimenter med å la elevene/gruppene ha hver sin datamaskin, og la de gjennomføre undervisningsøkten ”som de vil” (se del 5.2.2).

- Sett av tid til gjennomgang av oppgaver på slutten av timen. På denne måten gis ytterligere begrensning av feiltolkninger, samt at det gir elevene mulighet for mer bearbeiding og utforsking av representasjonsformene (se del 5.2.1).
- Bruk undervisningsøkten ofte, da den er en positiv selvforsterkende prosess. Jo oftere den brukes, desto større utbytte får elevene fra den (se del 5.1.2).
- Gi elevene mulighet for å få ”bonuspoeng” til neste prøve dersom de når det overordnede gruppemålet. Sørg dog for at elevene får god nok tid under samarbeidsøkten, da de lett kan haste seg gjennom oppgavene for å nå gruppens mål (se delkapittel 4.6 punkt (iii) og (ix), samt del 5.2.3).
- Gi et overordnet *klasse mål* (se del 5.2.3).

6 Konklusjon

Forskningsspørsmålet for denne oppaven er ”*Kan et samspill mellom YouTube-videoer og samarbeidslæring hjelpe elever å utforske fysikkens representasjonsformer?*”. Jeg har argumentert for at videoen er et undersøkelseslandskap i seg selv, og hvordan samarbeidslæring også kan fungere som et undersøkelseslandskap gjennom diskusjon; enten med grunnlag i videoen, eller med grunnlag i tidligere kunnskaper blant gruppemedlemmene. Jeg har også argumentert for hvordan tydelige målsettinger for samarbeidsgruppen og instruksjoner for bruk av videoen/undersøkelseslandskapet kan ivareta de positive egenskapene ved oppgaveparadigmet, og danne et undersøkende læringsmiljø for elevene. Ved å følge metoden for den gjennomførte undervisningsøkten, samt vurdere de foreslåtte endringene, vil man tilnærme seg et undersøkende læringsmiljø. Ut fra denne studien ser jeg likevel ingen grunn til å anta at bruk av YouTube-videoer er en nødvendig del, da det er uvisst hvorvidt bruk av andre kilder for faglig informasjon kunne vært like gode løsninger. Spørsmålet blir da om elevene vil akseptere de andre kildene for faglig informasjon som et undersøkelseslandskap i samme grad som de aksepterer videoen.

Som påpekt i delkapittel 5.1 er også læreren en del av undervisningen. Dersom man ønsker å benytte YouTube-videoer, er det nødvendig å trene på å gjøre videoene så lite kognitivt belastende og så grafisk restriktive som mulig. Dette kan gjøres ved å vurdere videoer ut fra Mayer og Moreno sine syv prinsipper. Jeg tror også læreren kan være tjent med å aktivt lete etter nye og bedre videoer relatert til de ulike fysikkemnene.

Ut fra det empiriske materialet så undervisningsøkten ut til å hjelpe elevene med å utforske fysikkens representasjonsformer, dog med en overrepresentasjon av begrepsmessige og matematisk symbolske representasjoner. Hvorvidt det er metoden som tilrettelegger for utforsking av denne type representasjonsformer, om det er tilfeldig grunnet utformingen av disse undervisningsøktene, eller på grunn av at fysikkens representasjonsformer i stor grad består av de begrepsmessige og matematisk symbolske; er det vanskelig å kunne si noe om. For å besvare disse spørsmålene, mener jeg det er nødvendig med videre forskning med utgangspunkt i forslag fra delkapittel 5.3.

7 Kilder

Angell, C.; Bungum, B.; Henriksen, E.K.; Kolstø, S.D.; Persson, J. og Renstrøm, R. (2010). Fysikkdidaktikk. *Upublisert manus for Høgskoleforlaget*.

Broady, D. & Palme, M. (1989). Pierre Bourdieus utdanningsociologi. *Kompendium i pedagogikk*. [Trondheim]: PPU, PLU/NTNU

Brown, J.S. (2002). Growing up digital – How the Web Changes Work, Education, and the Ways People Learn. *USDLA Journal*, Vol. 16, No. 2; 2002. Artikkelen ble opprinnelig publisert i *Change Mars*/April 2000, pp 10-20.

Burke, S.C., Snyder, S.L. (2008). YouTube: An Innovative Learning Resource for College Health Education Courses. *Electronic Journal of Health Education*, 2008; 11:39-46.

Burke, S.C., Snyder, S.L., Rager, RC. An assessment of faculty usage of YouTube as a teaching resource. *The Internet Journal of Allied Health Sciences and Practice*. Jan 2009, Volume 7 Number 1.

Cobb, P. & Yackel, E. (1998). A Constructivist Perspective on the Culture of the Mathematics Classroom, i Seeger, F., Voigt, J. & Waschescio, U. (eds.) (1998). *The Culture of the Mathematics Classroom*, Cambridge University Press, Cambridge, 158-190.

Cotton, T. (1998). Towards a Mathematics Education for Social Justice. *Unpublished Ph.D thesis*.

Crotty, M (1998). *The Foundations of Social Research: Meaning and Perspective in the Research Process*. London: Sage.

Deutch, M (1949a). An experimental study of the effects of cooperation and competition upon groups. *Human Relations*, 2, 199-232.

Deutch, M (1949b). A theory of cooperation and competition. *Human Relations*, 2, 129-152.

Dolin, J. (2001). Repræsentationsformer i fysik. Undervisningsministeriet. Lokalisert 6. Februar 2010 på verdensveven: <http://pub.uvm.dk/2001/fysik/7.htm>

Duffy, P. "Engaging the YouTube Google-Eyed Generation: Strategies for Using Web 2.0 in Teaching and Learning." *The Electronic Journal of e-Learning* Volume 6 Issue 2, pp 119 - 130, tilgjengelig online på www.ejel.org

Engh, R.; Dobson, S. og Høihilder, E.K. (2007). Vurdering for læring. *Høyskoleforlaget AS – Norwegian Academic Press*.

Ferris, M. & Hardaway, D. (1994). Teacher 2000: A New Tool For Multimedia Teaching of Introductory Business Statistics. *Journal of Statistics Education* v. 2, n.1 (1994).

Folke Larsen, A.; Hein, M.; Wedege, T. (2006). Undersøgende læringsmiljø i matematik: Kritisk refleksion efter skoleperioden. MONA 2006 - 4.

Glesne, C., & Peshkin, P. (1992). Becoming qualitative researches: An introduction. New York, NY: *Longman*.

Glynn, S. M. & Takahashi, T. (1998). Learning from Analogy-Enhanced Science Text. *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 35, Iss. 10.

Golafshani, N (2003). *Understanding Reliability and Validity in Qualitative Research*. Publisert i tidsskriftet *The Qualitative Report* Volum 8. Lokalisert 3. oktober 2010 på verdensveven: <http://www.nova.edu/ssss/QR/QR8-4/golafshani.pdf>

Graneheim, U.H., Lundman, B. (2004), Qualitative content analysis in nursing research: concepts, procedures and measures to achieve trustworthiness. *Nurse Education Today* (2004) 24, 105-122.

Johnson, D.; Johnson, R.; Haugaløkken, O. og Aakervik, A. (2006). Samarbeid i skolen: pedagogisk utviklingsarbeid, samspill mellom mennesker. *David W. Johnson og Pedagogisk Psykologisk Forlag AS* (Første utgave 1986).

Joppe, M. (2000). The Research Process. Retrieved February 25, 1998, from <http://www.ryerson.ca/~mjoppe/rp.htm>

Karlsen, G. (2004). Sårbarhetens mulighet – Om utfordringer i den personlige lærerrolle. *Kompendium i pedagogikk*. [Trondheim]: PPU, PLU/NTNU

Karlsen, G. (2006). Stilt overfor det som ennå ikke er – Om undervisningens improvisatoriske nødvendighet. *Kompendium i pedagogikk*. [Trondheim]: PPU, PLU/NTNU

Kranzberg, M. (1997). Technology and History: "Kranzberg's Laws", i Reynolds, T.S. & Cutcliffe, S. H. (eds): *Technology and the West: A Historical Anthology from Technology and Culture*, *University of Chicago Press*, Chicago, 5-20.

- Krokan, A. (2009) Hvordan møter vi student 2.0?. Foredrag. Lokalisert 3. februar 2010 på iTunesUniversity
- Leach, J. & Scott, P. (2003). Individual and Sociocultural Views of Learning in Science Education. *Kluwer Academic Publishers. Science & Education* 12: 91-113, 2003.
- Lincoln, Y.S. & Guba, E.G. (1985). Naturalistic inquiry. Beverly Hills, CA: *Sage*.
- Maxwell, J. A. (1992). Understanding and Validity in Qualitative Research. *Harvard Educational Review*; Fall 1992; 62, 3; Research Library Core pg. 279
- Mayer, R.E. & Moreno, R. (2002). Animation as an Aid to Multimedia Learning. *Educational Psychology Review* 14 (1), 87 – 99.
- Mellin-Olsen, S. (1987). The politics of mathematics education. Dordrecht: *Kluwer Academic Publisher*.
- Micolich, A (2008). The latent potential of YouTube – Will it become the 21st Century Lecturer's Film Archive? *CAL-laborate*, 2008.
- Nelson, J. (2006). Hur användas lärboken av lärare och elever? *NorDiNa*. Publisert 4. august 2006.
- O'Reilly, T (2007). What Is Web 2.0: Design Patterns and Business Models for the Next Generation of Software. *Communications & Strategies*, no. 65, 1st quarter 2007, p. 17.
- Ringnes, V. & Hannisdal, M. (2000). *Kjemi i skolen - undervisning og læring*. Kristiansand: Høyskoleforlaget.
- Padgett, D. K. (1998). Qualitative Methods in Social Work Research: Challenges and Rewards. Thousand Oaks, Calif.:*Sage*.
- Robson, C. (2002). Real World Research, 2. Edition. *Blackwell Publishing* (Første utgave 1993).
- Scaife, M. & Rogers, Y. (1996). External cognition: how do graphical representations work?. *International Journal of Human-Computer Studies* 45(2), 185 – 213.
- Skemp, R. R. (1987). The Psychology of Learning Mathematics – Expanded American Edition. *Lawrence Erlbaum Associates, Inc*.

- Skovsmose, O. (2001). Landscapes of Investigation. – *ZDM*, 2001 Vol. 33 (4).
- Stensaasen, S & Sletta, O (1989). Gruppeprosesser. Læring og samarbeid i grupper (2. utg). *Oslo: Universitetsforlaget*.
- Woolfolk, A. (2004). Pedagogisk psykologi. *Tapir Akademisk Forlag*, Trondheim 2004.
- Wæge, K. (2007). Elevenes motivasjon for å lære matematikk og undersøkende matematikkundervisning. *Doktoravhandling for graden philosophiae doctor*, Trondheim, desember 2007
- Yin, R.K. (1994). Case Study Research. Design and Methods. Lokalisert på verdensveven 14. april 2010:
http://www.soberit.hut.fi/~mmantyla/work/Research_Methods/Case_Study/Case%20Study%20Research.doc
- YouTube (2008a). *Newton's Laws of Motion illustrated with 3D animations and motion graphics*. Lokalisert på verdensveven 2. september 2010 på
<http://www.youtube.com/watch?v=iH48Lc7wq0U>
- YouTube (2008b). *IB Physics Help Video Podcast Ep3 - Part 1 of 3*. Lokalisert på verdensveven 2. september 2010 på <http://www.youtube.com/watch?v=reAKFlbdhGY>
- YouTube (2008c). *IB Physics Help Video Podcast Ep3 - Part 2 of 3*. Lokalisert på verdensveven 2. september 2010 på:
<http://www.youtube.com/watch?v=YdOtFf80JGU&feature=related>
- YouTube (2008d). *IB Physics Help Video Podcast Ep3 – Part 3 of 3*. Lokalisert på verdensveven 2. september 2010 på:
<http://www.youtube.com/watch?v=Tigi58hK5yk&feature=related>
- YouTube (2008e). *Newton's Second Law of Motion*. Lokalisert på verdensveven 2. september 2010 på <http://www.youtube.com/watch?v=3FQ58IVtbCg>
- YouTube (2009a). *How to Derive Equations of motion – With and Without Calculus*. Lokalisert på verdensveven 2. september 2010 på
<http://www.youtube.com/watch?v=N6NPDoIoJWY>

YouTube (2009b). *mike's physics: position, velocity, and acceleration (part 1)*. Lokalisert på verdensveven 2. september 2010 på <http://www.youtube.com/watch?v=O6Onfqt-Vzw>

YouTube (2010). *Physics 101: Free fall*. Lokalisert på verdensveven 2. september 2010 på <http://www.youtube.com/watch?v=68uoC8cRLvA>