

# **Elever sin bruk av forkunnskaper i faglige diskusjoner under praktisk arbeid i naturfag**

**Ørjan Augedal**



**Masteroppgave i fysikkdidaktikk  
Institutt for fysikk og teknologi  
Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet  
Universitetet i Bergen  
1. juni 2016**



## Abstrakt

Forskning viser at elever mangler både kunnskaper og forkunnskaper. Forskning har også sett at elever har forkunnskaper, og at disse er nødvendige for videre kunnskapsbygging. For at elever skal kunne drøfte fysikk kvalitativt, kreves det at elevene er i besittelse av forkunnskaper som er aktuelle for temaet som skal drøftes (Lemke, 1990; Angell et al., 2011). Elever bruker forkunnskaper for å svare på, eller resonnerer rundt, fenomen som oppstår i forsøk. Selv om elever ikke kommer med korrekte resonnement og svar, uttrykker de forkunnskaper som læreren kan ha nytte av for å kunne kartlegge, og bedre tilrettelegge undervisningen. Jeg ønsket å finne kjennetegn på situasjoner som kan beskrive hvordan en kan se forkunnskaper komme i bruk hos elevene, hvordan forkunnskapene kommer til uttrykk i faglige diskusjoner, og hvilke situasjoner som fikk elevene til å bruke forkunnskapene, og hvordan de ble brukt. Studiet ble gjennomført med en kvalitativ metode på videomaterialet av ni elever, fordelt på tre grupper, som utførte ni elevøvinger. På hver av gruppene var det en elev som hadde kamera på seg. Veiledningsamtalene i forbindelse øvelsene bestod av en lærer og en forsker.

Gjennom analysen ble det identifisert tre element som trigger elevene til å uttrykke sine forkunnskaper: spørsmål, påstander og observasjoner. Forkunnskapene, eller mangelen på disse, kommer til uttrykk gjennom elever sine resonnement for å forklare observasjoner eller fenomen på en naturvitenskapelig måte. Når elevene besvarer læreren og/eller medelevene med et, eller få, ord (faktum), gir det ikke så god innsikt i elevene sine forkunnskaper, eller mangelen på disse.

Analysen viste at de gangene elevene resonnerer, skjedde dette på en letende, avklarende eller konkluderende måte. Når elevene resonnerer konkluderende, ble denne resonneringen trigget av at læreren eller forskeren kom med en (faglig korrekt) påstand.

Det er foreslått i slutten av diskusjonskapittelet at videre forskning kan med fordel se om typen resonnering avhenger av om læreren stiller spørsmål, kommer med en påstand, eller inntar en rolle hvor det argumenteres mot eleven, slik at eleven må argumentere for den naturvitenskapelige oppfatningen han har.

## Innholdsliste

Abstrakt.....	3
Innholdsliste.....	4
Forord.....	6
1 Introduksjon.....	8
1.1 Forskningsspørsmål.....	9
1.2 Leserveiledning.....	11
1.3 Begrepsavklaring.....	11
2 Teori.....	12
2.1 Kvalitativ og kvantitativ drøfting av problemstillinger i naturvitenskapen.....	12
2.1.1 Mekanisk og reflektiv problemløsning.....	12
2.1.2 TIMSS 2011-funnene.....	14
2.1.3 Pugg-and-play.....	16
2.2 Forkunnskap.....	17
2.2.1 Kunnskapsbegrepet.....	17
2.3 Læring.....	18
2.3.1 Behavioristisk læringssyn.....	19
2.3.2 Kognitivistisk læringssyn.....	19
2.3.3 Sosiokulturelt læringssyn.....	20
2.3.4 Mitt læringssyn.....	20
2.3.5 Sosialkonstruktivisme som syn på læring.....	21
2.4 Tredjerom.....	25
3 Metode.....	33
3.1 Kvalitativ metode.....	33
3.2 Illustrasjon av metodeprosessen og forklaringen til den.....	35
3.3 Eksempel på identifisering av koder og kategorier.....	39
4 Resultat.....	41
4.1 Tabellfremstilling av kategorier og koder.....	41
4.2 Triggere.....	42

4.2.1 Spørsmål.....	42
4.2.2 Påstand.....	45
4.2.3 Observasjon.....	47
4.3 Forkunnskaper i kategoriene.....	48
4.3.1 Mangel på forkunnskap.....	48
4.3.2 Present forkunnskap.....	50
4.4 To eksempler på dialogutdrag med kategorisering med fem av kategoriene.....	53
5 Diskusjon.....	55
5.1 Forskningsdeltakerne.....	57
5.2 Videomaterialet.....	57
5.3 Transkripsjonen.....	58
5.4 Kodingen og kategoriseringen.....	58
Referanser.....	59
Vedlegg.....	61

## Forord

Først, og størst, vil jeg takke professor Stein Dankert Kolstø for alle tilbakemeldinger og synspunkt jeg har fått i forbindelse med utarbeidingen av denne masteroppgaven. At du har delt din kompetanse, er noe jeg verdsetter høyt – og kommer til å være takknemlig for resten av livet!

Sommeren før jeg begynte på den integrerte lektorutdanningen, for snart fem år siden, var jeg nysgjerrig på hva de som lærte opp mine lærere hadde fortalt dem om hvordan de skulle opptre som lærere, og hvordan de skulle undervise. Interessen for å bli en underviser i realfagene matematikk og fysikk er jeg derimot ikke helt sikker på hvor kom i fra. Det er en hendelse fra mine yngre dager jeg vet har sådd naturvitenskapelige nysgjerrighetsspor i meg. Det var mens jeg gikk på barneskolen; og vi hadde besøk av besteforeldre og onkler og tanter fra andre kanter av landet. På fjernsynet gikk *The Heroes of Telemark*. Dette var en film med dokumentarpreg, så denne “voksenfilmen” fulgte jeg ikke så godt med på. Det jeg derimot bet meg merke i, var dette tungtvannet de snakket om. Jeg spurte de voksne, som visste svaret på alt: etter min oppfatning i den alderen jeg da var, hvorfor de kalte det tungtvann. Jeg spurte også om forskjellen på tungtvann og vanlig vann, og hvor mye tungtvann var verdt siden det var så strengt bevoktet. Svaret jeg fikk har jeg ikke glemt: “Det er et biprodukt av vanlig vann. Spør læreren din neste gang du er på skolen”. Barneskolelærerne mine visste heller ikke svaret. Et frø i meg var sådd.

Hvorfor dette fikk meg til å begynne på en integrert lektorutdanning istedenfor en rein faglig bachelor, og så master, er jeg usikker på. Mine tanker de seinere årene har vært at det muligens var fordi jeg ønsket at dette var noe alle måtte få oppleve gleden av å forstå; forskjellen på vanlig vann og tungtvann.

Viss du nå ble nysgjerrig på hva som skiller tungtvann fra vanlig vann, har du blitt et offer for Piaget sin tenkning om at mennesket fra naturen sin side er grunnleggende nysgjerrig. Jeg skal ikke holde deg på pinebenken lenger; her følger forklaringen i tre punkt:

1. Den kjemiske formelen for vann er  $H_2O$ . Det vil si to hydrogenatom bundet til et oksygenatom.

2. Hydrogenatomet har tre isotoper: protium, deuterium og tritium. En isotop kan ses på som en utgave av et atom. Av disse tre utgavene av hydrogenatomet, er protium den som forekommer mest, og det er to av protiumisotopene som er bunnet til oksygenatomet i vanlig vann. I tungtvann er det to av deuteriumisotopene som er bunnet til oksygenatomet. Kjemikere skriver gjerne  $D_2O$  når de snakker om tungtvann, og ikke  $H_2O$ .
3. Forskjellen på de tre isotopene protium, deuterium og tritium er hvordan sammensetningen i kjernen er. I protium består kjernen av et proton, og navnet protium spiller på nettopp dette. I deuterium består kjernen av et proton og et nøytron; deuterium er utledet fra det greske ordet *deuteros* som betyr *annen* eller *nummer to*, dette peker på de to kjernepartiklene. I tritium består kjernen av et proton og to nøytron. Tritium er utledet fra det greske ordet *tritios* som betyr *tredje* eller *nummer tre*. Ikke overraskende peker det på de tre kjernepartiklene.

Hvorfor jeg endte opp med en didaktisk master, er nok utenom det vanlige. I løper av mine fem studieår har jeg hatt minst et pedagogikk- eller didaktikkemne hvert år. Første semesteret på studiet hadde vi pedagogikk, og jeg mislikte det fra dag en. Vi var ute i observasjonspraksis allerede etter noen få uker, og jeg fikk bekreftet min oppfatning: praksis og teori var så fjernt fra hverandre at det å forene dem virket som en umulig oppgave.

Årene gikk og vi hadde etterhvert både realfagsdidaktikk og naturfagsdidaktikk. Realfagsdidaktikken opplevdes som praksisfjernt og naturfagsdidaktikken inneholdt etter min mening bare biologididaktikk. På høsten i fjerdeåret hadde vi matematikkdiraktikk - et emne jeg hadde gledet meg til(!). Matematikk er et vakkert fag. Det har evnen til å være abstrakt og håndfast på samme tid. Matematikk er en disiplin med definisjoner, bevis og teorem - uforanderlig og endelig. Den eneste faggrenen som kan bevise noe er matematikk, det betyr at matematikk fremstår som urokkelig med to streker under svaret. Skuffelsen ble derfor stor når matematikkdiraktikken snakket om undersøkelseslandskap, og en nærmest filosofisk tilnærming til det reneste av realfagene. Matematikk er jo ikke et naturvitenskapelig fag, så hvordan kunne vi da undersøke og utforske.

På dette punktet var matematikk for meg ødelagt gjennom matematikdidaktikken. Det førte til at jeg deltok på masterforberedende møter på den fysikkmedisinske forskningsgruppa, og stilte meg inn på å gå seks år på studiet. Jeg søkte til og med utvidet studierett som ble innvilget. Vårsemesteret på fjerdeåret skulle jeg oppleve noe som kom helt uventet. Vi skulle ha fysikdidaktikk, og jeg husker hvor negativt innstilt jeg var i forkant av emnet og hvordan jeg gledet meg til å bli ferdig med didaktikk.

Jul og nyttår 2014/2015 var jeg på en ferietur til varmere strøk, med på reisen hadde jeg pensumboken i fysikdidaktikk: første seminar var dagen etter hjemkomsten til Norge, og jeg ville møte forberedt. Før lønsj på dag en av sydenturen skulle jeg lese meg opp til første fysikdidaktikkseminar, for å bli ferdig med det. Slik ble det ikke. Jeg ble sittende å lese frem til lønsj, etter lønsj og hele kvelden. Jeg satt og nikket meg gjennom boken den kommende uken. Ideene i boken var jeg grunnleggende enig i. Fysikdidaktikk skilte seg fra all didaktikk jeg har hatt tidligere ved at forskningen ble presentert oversiktlig, nyansene var lette å oppdage og en benektet ikke elementære ting som vi på lærersiden opplever; for eksempel at fysikkelever generelt har for dårlige matematikkunnskaper. I løpet av den ferien bestemte jeg meg for at master i fysikdidaktikk - det skal jeg ta!

Jeg vil nytte muligheten til å takke mine foreldre for all støtte gjennom mine leveår, og spesielt de sju siste. Jeg vil også takke min samboer, Tuva, for at hun har vært der for meg hver dag gjennom hele masterhalvåret. Og takk til hennes oppofrende far, Torbjørn, for korrekturlesingen.

## **1 Introduksjon**

Innledningsvis er det tre element jeg vil redegjøre for. Det første er utgreiingen av forskningsspørsmålet. Det andre er leserveiledningen, som sier hvordan disposisjonen til oppgaven ser ut, og hvordan en *leser seg gjennom* den, og det tredje er en begrepsavklaring som er nyttig for å vise hvordan jeg bruker uttrykkene i de gitte sammenhengene i denne oppgaven.



## 1.1 Forskningsspørsmål

At de fleste elever mangler kunnskaper og forkunnskaper (i fysikk) vet vi. Samtidig vet vi at forkunnskaper er avgjørende viktig for videre kunnskapsbygging, spesielt siden naturvitenskap er et byggesteinsfag. Undervisningen bør ta utgangspunkt i eleven sine forkunnskaper, fordi induksjonsfasen eleven går gjennom, i Dewey (1909) sin ide om dobbelrefleksjon, bygger på nettopp eleven sine forkunnskaper. Dette støttes opp med Piaget sin ide om kognitive nettverk og strukturer, og Vygotsky sin ide om en proksimal utviklingszone (Säljö, 2013). Nye naturvitenskapelige ideer må derfor være knyttet til egne naturvitenskapelige forkunnskaper for å kunne utvikles til en faglig og helhetlig forståelse av naturvitenskapens språk og tenkemåte. Kvantitativ forskning viser at de færreste scorer full pott på eksamener, nasjonale prøver og undersøkelser. Se for eksempel Lie et al. (2010). Kvalitativ forskning viser også at elever mangler både kunnskaper og forkunnskaper. Men er det sånn at når elever får et spørsmål og svarer feil på det, at eleven ikke kan noe; han svarte jo feil! Er det da sånn at eleven ikke prøvde å besvare dette spørsmålet i hodet, eller i det minste prøvde å forstå hva som ble spurt om, før han svarte: “vet ikke”? Om elever skal utføre øvelser i naturfag, og ikke vet hva de skal gjøre, selv om det står på forsøksbeskrivelsen, betyr det da at de ikke har forstått noe så helst av hva forsøket handler om? Klaassen & Lijnse (1996) viser blant annet et eksempel med eleven *Jane* som ikke klarer å besvare læreren sine spørsmål korrekt, men vise hvordan *Jane* likevel har en begynnende forståelse av essensen til fagstoffet. Forskning har også sett at elever har forkunnskaper, og at disse er nødvendige for videre kunnskapsbygging. Se for eksempel Giljer & de Jong (2005) og NCR (2007). Forskningsspørsmålet som da vokser frem er:

*Hva kjennetegner en situasjon som trigger bruk av forkunnskaper hos elevene?*

Det elleve ord lange forskningsspørsmålet krever en presisering. For at elever skal kunne drøfte fysikk kvalitativt, kreves det at elevene er i besittelse av forkunnskaper som er aktuelle for temaet som skal drøftes (Lemke, 1990; Angell et al., 2011). Forkunnskapene kan enten være vitenskapelige/faglige og/eller hverdagslige. Siden de fleste av oss er født uten å kunne morsmålet vårt, og da heller ikke fysikkspråket, må dette læres gjennom prøving, trening og

feiling. For å få elevene til å “snakke fysikk” - altså for å få i gang et faglig elevsnakk - må en tillate elevene å begynne på deres nivå - med deres hverdagspråk (som etter all fornuft er krydret med vitenskapelige terminologi) (Dewey, 1909; Lemke, 1990; Dysthe, 1995; Dysthe, 2001; Angell et al., 2011).

Hvorfor er det interessant å se på hvilken type situasjon, eller hva som kjennetegner situasjonen, hvor elevene sine forkunnskaper kommer til uttrykk?

Om en skal tilrettelegge for læring i fysikkfaget og -undervisningen for elevene, kan en med fordel få elevene til å drøfte fysiske fenomen kvalitativt: resonnere, analysere fysiske problemstillinger, forklare observasjoner og/eller besvare spørsmål og oppgaver fra læreren og skriftlig materiale som lærebok, forsøksbeskrivelse, tavle eller dokument. Til dette bruker elever forkunnskaper (Dewey, 1909; NCR, 2007). En lærer har nytte av elevenes forkunnskaper for å kunne kartlegge, og bedre kunne tilrettelegge undervisningen (Munthe, 2013; Kopfenbeck & Lillejord, 2013). Lærere trenger innsikt i hva som får elever til å ta frem og aktivere/bruke forkunnskaper i forsøk på å utvikle ny kunnskap. Lærere trenger da også innsikt i hvordan elevene i praksis bruker forkunnskaper i læringsarbeidet for å kunne tilrettelegge og veilede i lys av slik innsikt. Som forskningsspørsmålet viser, fokuserer jeg på hvilke situasjoner forkunnskapene kommer til uttrykk i. Det er gjerne i slike situasjoner at læring i større grad skjer, da forkunnskapene har en tendens til å komme til uttrykk i forbindelse med besvaring av muntlige og skriftlige spørsmål og oppgaver, og i forklaring av fenomen og observasjoner. Dette følger av Dewey (1909) sin teori om at nye ideer til tolkning bygger på blant annet forkunnskaper.

Med utgangspunkt i forskningsspørsmålet ønsker jeg for det første å finne ulike type situasjoner som kan gi innsikt hvordan forkunnskap kan bli trigget hos elevene. For det andre ønsket jeg å finne hvordan forkunnskapene kommer til uttrykk i faglige diskusjoner. Slik detaljert kunnskap om forkunnskaper synes forskning å mangle, og denne mangelen vil denne masteroppgaven bidra til å minske.

## 1.2 Leserveiledning

Oppgaven følger nesten den tradisjonelle IMRoD-modellen. Det står for Introduksjon, Metode, Resultat og Diskusjon. Avviket fra IMRoD i denne oppgaven, er at mellom introduksjonen og metoden er et teorikapittel. Tradisjonelt inneholder introduksjonen teoridelen, men her er det nødvendig å ha et eget teorikapittel for å teoriforankre min innfallsvinkel i metoden.

I begynnelsen av hvert kapittel kommer en kort introduksjon om hva kapittelet inneholder, og på hvilken måte det er relevant, og nødvendig, for oppgaven. I slutten av hvert kapittel kommer en oppsummering av kapittelet, og hvilke hovedpunkt en burde ha i bakhodet ved videre lesing.

## 1.3 Begrepsavklaring

Begrepsavklaringen viser hvordan jeg bruker ulike begrep og termer i denne masteroppgaven.

**Tredjerom** slik det er brukt i denne oppgaven er min tolkning av Wallace (2004), som sier at tredjerom et rom hvor personer med ulike kunnskaper, språk og tenkemåter møter og går inn i en prosess hvor de (to eller flere parter) forhandler hvordan definisjoner, begrep og prinsipp anvendes og fungerer.

**Observasjon** er et sanseinntrykk eleven bevisst gjør.

**Analysere** et problem betyr reflektere problemet gjennom å se på enkeltideer og enkeltelement som inngår i den naturvitenskapelige problemstillingen som foreligger.

**Utfordrende spørsmål** er spørsmål eleven må resonnerer for å besvare.

**Sekvenser** bruker jeg om en strategisk utplukket serie med etterfølgende utsagn fra transkripsjonen.

**Kunnskap**, slik det brukes i denne oppgaven er et synspunkt, med tilhørende begrep, en deler med fler, siden det er noe et felleskap er enige om at er kunnskap (Angell et al., 2011).

**Forkunnskap** er den kunnskapen en stiller med i møte med et forsøk på å tolke inntrykk, informasjon og/eller en observasjon

**Forstå fysikk** vil si å være i stand til å analysere et problem.

## 2 Teori

I dette kapittelet skal vi se på teorigrunnlaget for mine analyser og resultat. Det betyr ikke at mine funn er hentet direkte, eller indirekte, fra teorien. Jeg skal greie ut hvilke teorier mine resultat støtter seg på, og spiller ball med. Teorien kan ses på som bakgrunnshistorien for mine funn, og gir de pilarene som vil være nødvendig for at funnene skal få den troverdigheten som forventes.

### 2.1 Kvalitativ og kvantitativ drøfting av problemstillinger i natuvitenskapen

Det første vi skal se er at det er en fare ved fysikkfaget som kan indusere en fasitholdning hos elevene, og hvordan denne kan hindre en utforskende lyst og en naturlig nysgjerrighet hos elevene. Først skal vi se at oppgaver i fysikk kan ha to løsningstilnærminger, hvor den ene nok er blitt til gjennom årene til fordel for karakterene. For det andre skal vi se en indikasjon fra ungdomsskolenivå, i matematikk, på at norske elever er bedre kvalitative problemløsere enn kvantitative.

#### 2.1.1 Mekanisk og refleksiv problemløsning

Det å få en god karakter i fysikkfaget, og en god karakter på fysikkprøven(e), betyr ikke at en har forstått fysikken. En kan ikke la tallkarakteren alene være avgjørende om eleven har forstått fysikk (diSessa, 1993). I fysikk kan en del problem i hovedsak løses på to måter: *mekanisk* eller *refleksivt*. Å løse et problem *mekanisk* kan gjøres på to måter:

1. “Pugg-and-play”: Finn opplysningene i oppgaven. Slå opp formelen i formelsamlingen som inneholder alle opplysningene i oppgaven (inkludert den opplysningen du skal finne). “Putt inn” opplysningene i formelen. Regn ut (på kalkulator).
2. Dimensjonsanalyse: Finn uttrykket som skal settes opp ved hjelp av å se på enhetene til opplysningene i oppgaven, og tast det inn på kalkulatoren.

Ved å benytte “pugg-and-play”-metoden til å løse oppgaver: å finne formelen i formelsamlingen og “putte inn” opplysningene som er gitt i oppgaven, kan en få rett svar på prøven og en god

karakter på den, uten at fysikkforståelsesverdien er til stede (Angell et al., 2011). Dimensjonsanalyse krever i større grad evnen til forståelse av de fysiske elementene som influerer problemstillingen (dimensjonsanalyse, 2009).

Å løse et problem *refleksivt* vil si å analysere fysikkproblemet: forstå hvilke prinsipp og begrep som er i sving. For så videre å forstå hvilken formel, eller definisjon, en må bruke for å finne dimensjonen oppgaven etterspør.

Dewey (1909) var, for over hundre år siden, inne på faren med at enkelte oppgaver kunne løses reint *mekanisk*:

In manipulating symbols so as to recite well, to get and give correct answers, to follow prescribed formulae of analyses, the pupil's attitude becomes mechanical, rather than thoughtful; verbal memorizing is substituted for inquiry into the meaning of thing. This danger is perhaps the one uppermost in mind when verbal methods of education are attacked (Dewey, 1909, s. 178).

Han sier videre: "The principle applies, however, to ordinary words, as well as to algebraic signs" (Dewey, 1909, s. 178). Dewey (1909) peker på det faremomentet ved læring og oppgaveløsning som jeg ønsker å peke på i fysikkfaget: Prinsippet om at en del oppgaver kan løses reint mekanisk, uten egentlig å forstå hva som skjer og hvorfor. Det at en oppgave har et *mekanisk preg* betyr at oppgaven er stilt opp reint algebraisk, og kan løses med en kokebokoppskrift. Når det gjelder den matematiske delen av en fysikkoppgave leser jeg Dewey (1909) sin *prescribed formulae* som at en følger en kokebokoppskrift læreren skrev på tavlen, eller har gitt ut på regelark, og som har blitt skrevet ned i regelboken. Enten så pugger en regelboken, eller så slår en opp i den hver gang en møter en oppgave med et mekanisk preg. Med å pugge menes her å bare lese regelboken om igjen nok ganger til den sitter, og det å huske bruken av den - ikke forstå den, noe diSessa (1993) også peker på. Det er altså slik jeg overfører Dewey (1909) sine generelle ideer til fysikkfaget.

Som nevnt tidligere vil en også ha en annen mulig løsningstilnærming. Oppgaver kan også løses refleksivt. Det vil si å gjennomføre en kvalitativ analyse av problemet, og forstå hvilke prinsipper og begreper som anvendes i problemfremstillingen, og hvilke prinsipper og begreper som brukes for å løse det. For å løse en oppgave refleksivt kreves en dybdeforståelse av fysikken, og gjennom å prøve å løse en oppgave refleksivt, utvikles denne naturvitenskapelige dybdeforståelsen. På den annen side er det ikke gitt at eleven sin dybdeforståelse er til stede fra første fysikkoppgave som skal løses. Som Angell et al. (2011) sier: "...kan være at de [elevene] ofte ikke er i stand til å gjennomføre en *kvalitativ* analyse av problemstillingene i oppgaven før de løser den" (Angell et al., 2011, s. 252). Det betyr at en ikke kan forvente at elevene har dybdeforståelsen som kreves for å gå frem refleksivt, i første møte med den naturvitenskapelige tenkemåten. Dette støttes også ved at det er tilfeller der fysikklærere ikke har fått dybdeforståelse for Newton sine lover, før de selv har undervist mekanikk i mange år (Angell et al., 2011).

Oppsummerende kan en si at alle oppgaver kan løses refleksivt, mens bare en del kan løses reint mekanisk. Som beskrevet er faren i oppgaveløsningen i fysikkfaget forbundet med KUN å løse en oppgave mekanisk, uten intensjoner om et refleksivt element. En typisk oppgave som ikke kan løses reint mekanisk, men som krever at eleven bruker en reflektiv tilnærming, er tekstopp-gaver hentet fra *den virkelige verden*. Hvor oppgaveopplysningene ikke er gitt matematisk-symbolsk, men gjerne må finnes gjennom at en må kombinere begreper, prinsipper og definisjoner for å komme frem til elementene som skal nyttes i løsningsprosessen av oppgaven. Eksempler på dette følger i kapittel 2.1.2.

### **2.1.2 TIMSS 2011-funnene**

I perioden 2011-2012 gjorde Grønmo et al. (2012) et interessant funn. De gjorde funn som kunne tyde på at norske elever på åttende trinn hadde manglende formelle kunnskaper i algebra. Dette viste seg da spesielt for oppgaver som stilte høye krav til algebraisk formalkompetanse. Det interessante funnet gikk på besvarelsen av to oppgaver som begge stilte høye krav til nevnte kompetanse: Den ene oppgaven hadde et *mekanisk* preg - den andre burde løses med en *refleksiv* tilnærming. For enda bedre å få innblikk i hvordan jeg leser Dewey sine sitat i kapittel 2.1.1, og

hva som gjorde funnet til Grønmo et al. (2012) ekstraordinært, skal vi se på følgende to oppgaver fra TIMSS 2011:

### Oppgave 3, Algebra

Bruk formelen  $y = 100 - \frac{100}{1+t}$  til å finne verdien av  $y$  når  $t = 9$ .

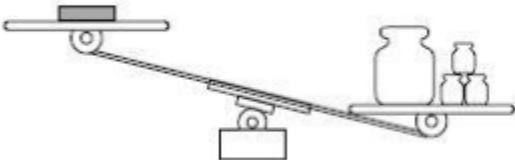
Svar: \_\_\_\_\_

Norge	24
Finland	54
Sverige	
Australia	47
Italia	54
Japan	69
Slovenia	53
Int. gj.snitt	43

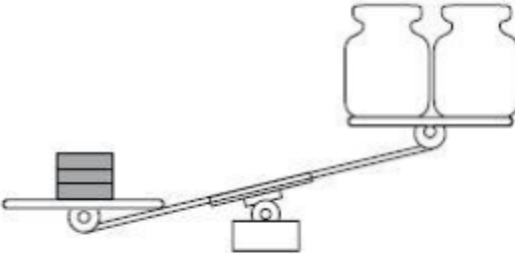
Figur 1.0 er hentet fra boka etter TIMSS2011 (Grønmo et al., 2012, s. 43)

### Oppgave 4, Algebra

Julle har tre metallstykker. Alle stykkene veier det samme. Da hun balanserte ett stykke mot 8 gram, skjedde dette:



Da hun balanserte alle de tre stykkene mot 20 gram, skjedde dette:



Hvilket av alternativene nedenfor kan være vekten til ett metallstykke?

(A) 5 g  
 (B) 6 g  
 (C) 7 g  
 (D) 8 g

Norge	55
Finland	74
Sverige	62
Australia	62
Italia	51
Japan	76
Slovenia	58
Int. gj.snitt	47

Figur 1.1 er hentet fra boka etter TIMSS2011 (Grønmo et al., 2012, s. 44)

Oppgave 4 på figur 1.1 må løses med en refleksiv tilnærming. Mens oppgave 4 (Figur 1.1) gir rom for en gjennomtenkt, deduktiv, kvalitativ-analytisk løsningsmetode for å komme fram til riktig svaralternativ, gir oppgave 3 (Figur 1.1) rom for det jeg har valgt å kalle en pugg-and-play-løsning. En kommentar om oppgave 4, er at en her refleksivt må spille ball med svaralternativene, da verdien på disse er avgjørende for løsningsprosessen av oppgaven.

### 2.1.3 Pugg-and-play

*Pugg-and-play* er et ordspill (dog ikke i humoristisk retning) på *plug-and-play*. Plug-and-play kjenner vi igjen fra den elektroniske hardware-verdenen, både fra datamaskiner og annet elektronisk hardware. I Oxford Dictionary (2016) leser vi: “Denoting or relating to software or devices that are intended to work perfectly when first used or connected, without reconfiguration or adjustment by the user”. Det betyr at slik jeg metaforisk bruker *pugg-and-play* som en løsningsmetode, er å hente de rette faktorene fra oppgaveteksten og *plugge* de inn i formelen hentet fra formelsamlingen eller *puggedatabasen*. Trykk tallverdiene fra oppgaven inn på kalkulatoren - vipps så kan svaret skrives ned med den “påhuskede” (puggede) enheten bak. En slik oppgaveløsningsmetode gir ikke noe læringsutbytte utover det at svaret er rett i samsvar med fasiten (Angell et al., 2011). En bemerkelse som jeg var inne på i kapittel 2.1.1 er at pugg-and-play-løsningsmetoden ikke må forveksles med å utføre en dimensjonsanalyse.

Nå over til sammenhengen mellom pugg-and-play og algebraoppgavene fra TIMSS 2011. Som nevnte oppgaver illustrerer, gjør norske elever det dårligere enn det internasjonale gjennomsnittet når oppgavene stiller krav til formelle algebrakunnskaper. På oppgaver som derimot kan løses *refleksivt*, scorer norske elever betydelig over gjennomsnittet. Dette peker i retning av at norske elever gjør det bedre i fysikk enn det internasjonale gjennomsnittet, fordi i fysikk vil en gjennomført analyse av problemstillingen kunne gi godt grunnlag for et fruktbart resonnement - så vel kvalitativt som kvantitativt. Dette er noe forskning også viser (se for eksempel Lie et al., 1995; Lie et al., 2010).



Oppsummerende fra kapittel 2.1.1, 2.1.2 og 2.1.3 kan en si at forskning fra videregående trinnet viser at norske elever er gode (sammenlignet med det internasjonale gjennomsnittet) til å løse oppgaver som ikke stiller krav til formelle algebrakunnskaper. Dette indikerer at norske elever har en evne til refleksjon (og diskusjon), noe som er en forutsetning for forskningen jeg har gjort i denne oppgaven. Om alle norske elever i stor grad hadde nyttet pugg-and-play som løsningsmetode, er sannsynligheten til stede for at de hadde inntatt en fasitholdning til naturfaget, og dermed ikke hadde evnen til å resonnerer verbalt med lærere og medelever (og seg selv!). Som nevnt tidligere skal jeg se på hvordan forkunnskapene til elevene kommer frem gjennom dialogen, og hva som kjennetegner en situasjon der slikt skjer. Da er det viktig at elever våger å ytre sine tanker og refleksjoner, selv om de er usikre på om det er det som er “fasiten”. Vi har sett at forutsetningene for det er gode.

Siden kategoriene (resultatene) mine ser på situasjoner som bringer forkunnskapene til elevene på banen, har jeg i teorikapittelet valgt å ta med et teoretisk fundament for forkunnskaper, læring og ideen om et *tredjerom* (en prosess der forståelse fremforhandles).

## **2.2 Forkunnskap**

Forkunnskap er den kunnskapen, det tankesettet og de erfaringene du stiller med i møte med et forsøk på å tolke inntrykk, informasjon og/eller en observasjon. Som vi skal se i kapittel 2.3 vil hvordan et inntrykk bearbeides, og hvordan en observasjon tolkes, avhenge av kunnskapene og erfaringene en har i møte med det. Forkunnskaper er da de kunnskapene eleven stiller med når de blir utsatt for slike observasjoner og/eller inntrykk som starter *dobbelrefleksjonen*. Det er derfor kunnskapsbegrepet som må undersøkes nærmere, for å få klarhet i hva som menes med forkunnskaper.

### **2.2.1 Kunnskapsbegrepet**

Diskusjonen om kunnskapsbegrepet, og om kunnskap i seg selv eksisterer, uavhengig av språket, kan fort bli veldig filosofisk. Den skal det ikke gås nærmere inn på her. Jeg har et syn som innebærer at kunnskap ikke eksisterer utenfor mennesket og språket, og at det nettopp er tankene

og refleksjon via språket som gir opphavet til kunnskap. Kunnskap ser jeg derfor på som en enighet mellom flere parter, hvor enigheten har blitt til gjennom dialog og utvikling av språket. Jeg sikter ikke her til språkbruken, det at et fenomen kan ha flere navn. Det som på engelsk heter *angular momentum*, oversettes ofte på norsk til *spinn*, men termen *angulært moment* brukes også. Det betyr ikke uten videre at spinn og angulært moment er to forskjellige ting, og det er derfor ikke forskjellen i språkbruken som avgjør hvilket prinsipp ordet beskriver. Det som er poenget her, er at det er gjennom språket og dialogen at kunnskapen kommer til uttrykk og skapes. Slik vil individet kunne ta del i det som betraktes som kunnskap. I tillegg til ovenfornevnte formulering av mitt kunnskapssyn, gir dette sitatet en grei oppsummering:

Når vi betegner noe som kunnskap, innebærer det at det er et synspunkt, med tilhørende begreper, som man deler med flere (Angell et al., 2011, s. 223).

Kunnskap eksisterer da i dialogen til eleven, og konstrueres av hver enkelt gjennom denne. Dette skal vi se nærmere på i kapittel 2.3.

Oppsummerende kan en si at forkunnskapen vil være alle verktøy eleven er i besittelse av, som bidrar til å gjennomføre og oppklare refleksjonen som eleven går inn i, i møte med inntrykk og/eller observasjoner.

## 2.3 Læring

Det finnes mange læringssyn. De deles inn i tre retninger: behavioristisk, kognitivistisk og sosiokulturell retning. Det de tre læringssynene har til felles, er at de alle har et perspektiv på hvordan kunnskapsbygging hos individer eller grupper av individer skjer. Når jeg videre snakker om kunnskapsbygging, sikter jeg til *vitenskapelig kunnskapsutvikling*. Nedenfor følger en kort (oppsummerende) innføring av de tre hovedretningene. Gjennom dette kapittelet bruker jeg ordene *individ* og *elev* om hverandre. *Individ* brukes når jeg snakker generelt om læringsteoriene, siden disse også gjelder utenfor skolen. *Elev* brukes hvor jeg eksemplifiserer teorien, eller viser

til relevante tilfeller fra skolen og klasserommet. Filosofisk sett kan en hevde at alle individ er elever, men slik jeg bruker ordet elev her, sikter jeg til en elev i den norske skolen.

### **2.3.1 Behavioristisk læringssyn**

Kunnskapen er objektiv og kvantitativ, og sentralt står begrepet *forsterkning*. Om en utfører en handling, og mottar ros eller materielle goder for handlingen, øker det sannsynligheten for at handlinga vil gjenta seg. Dette kalles forsterkning. I klasserommet betyr det at om en elev får ros fra læreren for å svare riktig på et IRE-spørsmål, øker sannsynligheten for at denne eleven vil forsøke å svare neste gang læreren stiller et spørsmål eleven vet svaret på. Det motsatte av forsterkning er *straff*, også kalt *negativ ros*. Det vil si at responsen som etterfølger en handling kan av den som utøvet handlingen enten oppfattes som forsterkning eller straff. Når det kommer til kunnskapssynet er kunnskapen objektiv og kvantitativ, noe som betyr at kunnskap eksisterer som en selvstendig ting, utenfor mennesket og språket. Et velkjent eksempel på betinget respons er Pavlovs hunder: Ved å ringe i en bjelle (*stimuli*, en respons i forkant) da han skulle gi hundene mat, oppdaget han at hundene etterhvert ikke bare reagerte med å sikle på stimulien mat, men også på stimulien bjelleringing.

### **2.3.2 Kognitivistisk læringssyn**

Til forskjell fra behavioristisk læringssyn er det i et kognitivistisk læringssyn den mentale aktiviteten til individet som står i sentrum. I skolesammenheng vil det si at det er en forutsetning at eleven er den aktive parten i sin egen læring. Noe som vil si at kognitiv aktivitet hos eleven er en forutsetning for at eleven aktivt skal konstruere sin egen kunnskap. Det er under dette læringssynet at Piaget er kjent. Han sier at mennesket er i besittelse av skjemaer (våre erfaringer og vårt tankesett), og assimilerer (utvider skjemaet) eller akkommoderer (lage nytt skjema) input vi får. Kognitivistisk læringssyn hevder at mennesket er nysgjerrig fra naturen sin side (som nevnt i forordet), og at indre motivasjon er en nøkkelfaktor for læring.

### 2.3.3 Sosiokulturelt læringssyn

All læring foregår i en sosial kontekst. Det er gjennom ord, gester, språk, kultur og sosialt felleskap at kunnskapsbygging skjer. Kunnskapen er noe som utvikles i interaksjonen mennesker imellom og mellom mennesker og artefakter. Thorsheim et al. (2016, s. 207) sier: “Dette [sosiokulturelle] synet innebærer at kunnskaper ikke bare betraktes som ideer vi kan lagre i minnet eller i databaser. Kunnskaper er knyttet til praksiser”.

Sentrale personer innen den sosiokulturelle retningen er Vygotskij, Dewey og Bakhtin. Dewey er nok mest kjent gjennom uttrykket “learning by doing”. Vi skal se i kap. 2.2.5 at han antagelig ble, og blir, misforstått for det uttrykket. Dewey (1909) sin ide om *dobbelrefleksjon* er mye brukt for å beskrive elevs reaksjon i møte med ny (overraskende) kunnskap - dette skal vi også se nærmere på i kap. 2.2.5.

### 2.3.4 Mitt læringssyn

I møte med vitenskapelige teorier på læring kan det hele virke uoversiktelig. Det er ikke sånn at det finnes kun tre perspektiv på hvordan kunnskapsbygging skjer. Det finnes mange. Derimot finnes det tre hovedretninger disse perspektivene kan ha: behavioristisk, kognitivistisk og sosiokulturelt. Vi sier at behavioristisk, kognitivistisk og sosiokulturelt læringssyn alle er retninger for ulike perspektiv på hvordan læring skjer. Dermed finnes det mange perspektiv, men “bare” tre hovedretninger.

Innledningsvis i dette kapittelet så vi at det er en sammenheng mellom læringssynene. Denne sammenhengen ligger i at læringssynene har kunnskapsbygging som fellesnevner. Det er ikke alltid lett å helt avgrense en læringsprosess innenfor en av de tre hovedretningene. For å eksemplifisere: En kan føle selv at en har forstått integrasjon og trigonometri, men det er muligens ikke før en utfører integralet:

$\int_{-1}^1 \sin(x) dx$  at en forstår hvorfor  $f(x) = \sin(x)$  kalles en jamn funksjon, når en ser at integrasjonen

gir svaret 0 (null). En har da fått mer kunnskap; vært gjennom en kunnskapsbyggende prosess.

Det er derimot vanskeligere å si hvilken retning av læringsperspektivene dette eksempelet tilhører. Det er mulig å hevde alle tre(!).

En bemerkning er at jeg sier ikke at dette er den eneste måten det kan gå opp for en at  $f(x) = \sin(x)$  er en jamn funksjon, og eventuelt hva en jamn funksjon er. Det jeg sier er at dette er potensielt en av situasjonene hvor en slik åpenbaring kan skje.

Mitt læringssyn er sosialkonstruktivistisk: Kunnskapen utvikles gjennom språket og tankene.

### **2.3.5 Sosialkonstruktivisme som syn på læring**

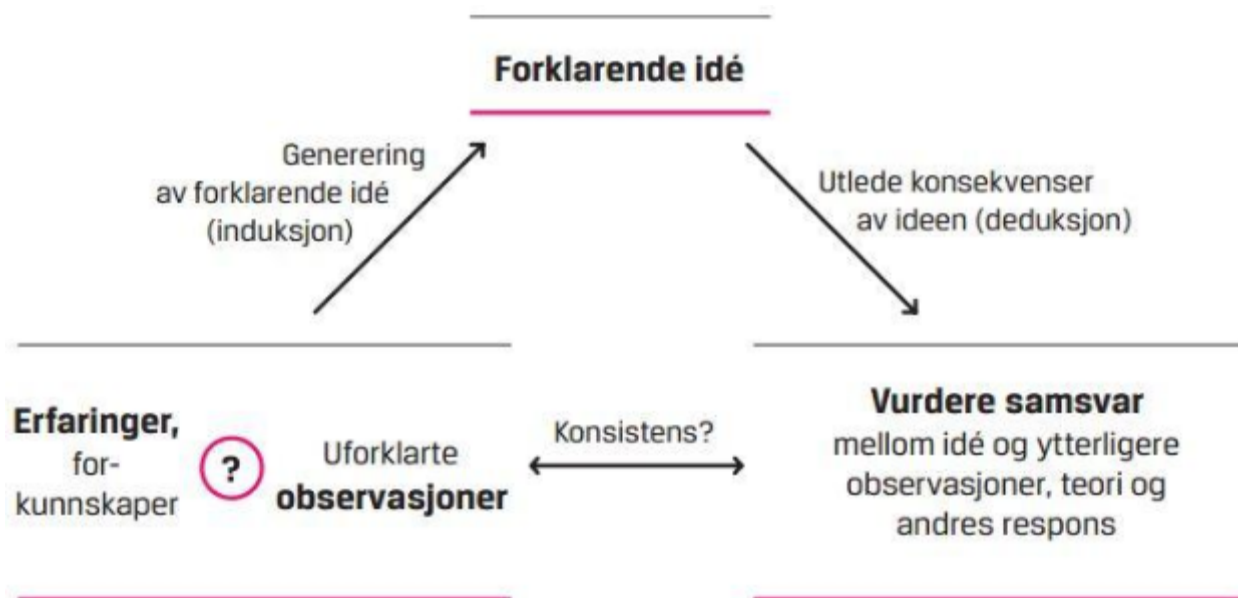
Et sosialkonstruktivistisk læringssyn utspiller seg fra et perspektiv hentet fra et sosiokulturelt og kognitivistisk læringssyn. En del sitter nok med inntrykk av at konstruktivisme er en egen retning, men den hører til under den kognitivistiske retningen. Sosial konstruktivisme sier at læring og kunnskap hører felleskapet til. Slik sitatet i kapittel 2.2.1 sier, er kunnskap et syn en deler med fler, et felleskap. Læringen skjer i et slikt felleskap gjennom språk og handlinger. Det å tenke, resonnere og reflektere, “tenke seg om”, ses på som en dialog med seg selv - og er derfor kunnskap gjennom språk (Dysthe, 1995). Det trenger altså ikke å være i en fokusgruppekontekst for at det skal regnes som sosialt (sosiokulturelt).

Dewey (1909) er nok allment kjent for uttrykket *learning by doing*. Det Dewey (1909) mente med dette var: “...å legitimere ulike varianter av aktivitetsbasert læring” (Angell et al., 2011). Dette kommer også fram av Dewey-sitatene i kapittel 2.1.1. Jeg nevnte også at Dewey (1909) legger fram ideen om en dobbelrefleksjon for å beskrive elevers læringsprosess i møte med (uventede) observasjoner, og hvordan denne videre gjør at individet bearbeider inntrykk med omgivelsene, den sosiale konteksten og dens egne erfaringer.

Dobbelrefleksjonen til Dewey (1909) går på at når en elev blir bevisst på en observasjon av interesse han gjør (mottar et inntrykk via sansene), sjekker eleven (underbevisst) om dette er konsistent med det eleven forventet (erfaringer). På grunnlag av erfaringene genererer eleven en

tentativ forklaring til observasjonen. Dette er den første refleksjonsfasen. Den andre refleksjonsfasen (derav *dobbelrefleksjon*) går på at eleven utleder (deduktivt) hvilke følger denne genererte ideen får for andre observasjoner og teorier. Om ideen som ble til i den første refleksjonsfasen viser seg å være konsistent med andre observasjoner og teorier, anses ideen som en forklaring. Viss ikke, går eleven gjennom dobbelrefleksjonen på nytt.

Thorsheim et al. (2016, s. 206) har på en illustrativ måte fremstilt dobbelrefleksjonen til Dewey:



**Figur 8.1** Vår visualisering av læring gjennom dobbel refleksjonsbevegelse. Læringsprosessen starter med observasjoner som er interessevekkende (spørsmålstegnet) ved at de står i kontrast til tidligere erfaringer og kunnskaper (nederst til venstre). Første refleksjonsbevegelse er induktiv utvikling av forklarende idé (oppover fra venstre), inspirert av tidligere erfaringer og kunnskaper. Andre refleksjonsbevegelse (nedover mot høyre) er kritisk vurdering opp mot gamle og nye observasjoner, erfaringer og kunnskaper basert på deduktiv utledning av mulige konsekvenser av ideen. Hvis konklusjonen blir at den forklarende ideen er konsistent med nye og gamle observasjoner og kunnskaper, vurderes forklaringen som avklart (horisontal pil). Hvis ikke må eleven gå gjennom refleksjonsprosessen på ny.

Figur 2.2.5: Dobbelfleksjonen til Dewey illustrert i Thorsheim et al. (2016, s. 206)

Når det kommer til den konstruktivistiske delen av sosialkonstruktivisme, illustreres det best med et eksempel: Læreren går igjennom bevegelseslikningene på tavlen (i klassisk forelesningsstil). Etter timen så er det få som vil hevde at eleven sitter igjen med en eksakt kopi av læreren sin forståelse av bevegelseslikningene. Om eleven mot formodning skulle ha en god forståelse av bevegelseslikningene etter timen, har eleven konstruert dette selv. Kunnskapen og forståelsen eleven sitter igjen med etter timen, interagerte med forkunnskapene eleven hadde da læreren tavleunderviste bevegelseslikningene. Eleven har konstruert den nye kunnskapen selv, med utgangspunkt i informasjonen fra læreren som ble tolket i lys av elevens forkunnskaper. På den måten er ikke eleven et blankt ark eller et tomt kar som skal fylles (Dysthe, 1995; NCR, 2007). Da kunne kunnskapsoverføring fra lærer til elev vært en effektiv læringsmetode (Dysthe, 1995).

Kunnskapsbygging (av en definisjon, et prinsipp eller et fenomen) krever i tillegg prøving, feiling, utforskning og å jobbes med før det forventes forstått og en får en forståelse for anvendelsen og konsekvensen definisjonen får. Dette ser vi av Lemke (1990), som sier at en definisjon ikke er nok for eleven til å konstruere sin egen kunnskap om den:

If you have ever studied a foreign language, you will know that reading definitions in a dictionary is not enough to tell you how to use those words properly in combination with other words. Even apart from correct grammar (endings, tenses, cases, articles, etc.), you need to learn the “semantics” of words: how their meanings fit together in different contexts (Lemke, 1990, s. 27).

En må altså lære betydningen av ordene opp mot konteksten(e) de benyttes i. Det er her den sosiale delen av *sosial konstruktivisme* kommer inn. Siden kunnskap utvikles gjennom dialogen, altså språket, vil det være det sosiale som bidrar til å *konstruere* kunnskapen når læring skjer. Det sosiale peker på at eleven tilhører en kultur og et felleskap som påvirker måten vi tenker og handler på (Dysthe, 2001). Det sosiale peker også på at eleven har relasjoner til, og interaksjoner

med, andre både i, og utenfor, samme kultur og felleskap. Her er tre argument på hvorfor det sosiale spiller en rolle for det konstruktivistiske:

1. En elev som får forklart noe verbalt fra en lærer er i en sosial setting, fordi det inngår to (eller fler) personer i dialogen.
2. En elev som leser i læreboken er i en sosial setting, fordi eleven leser forfatterens formuleringer, tanker og språk. Forfatteren har skrevet boken eleven nå leser; de har en dialog.
3. En elev som ser på himmelen, og tenker: "Hmm, hvorfor er himmelen blå, egentlig?" er i en sosial setting, fordi eleven har en dialog med seg selv. Eleven bruker språket til å reflektere, og språket har definitivt et sosialt opphav (Dysthe, 2001).

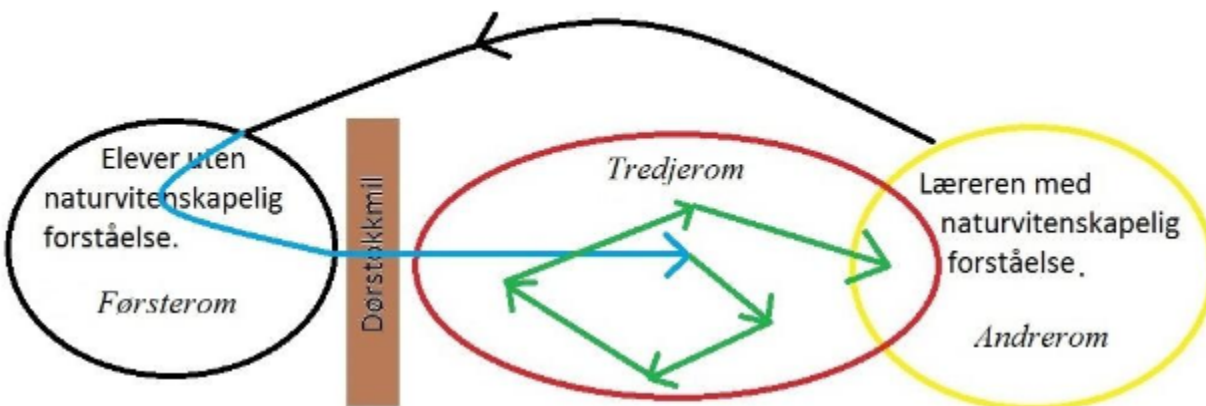
Oppsummerende om sosialkonstrutivisme kan en si at hvert individ konstruerer sin forståelse og sin kunnskap, som blir til i en sosial setting. Den sosiale settingen trenger ikke å være en fokusgruppe, men kan være interaksjonen mellom individet og gjenstander som tekst, (virkningen til en) stavmagnet, tavlen, medelever, lærere og fysikkoppgaver - som alle har språk som fellesnevner.

Vi har sett at det i finnes tre hovedretninger innen perspektiv på læring, men langt flere læringssyn. De tre retningene er behavioristisk, kognitivistisk og sosiokulturelt læringssyn. Mitt læringssyn er sosialkonstruktivistisk og tar utgangspunkt i nødvendigheten av språket, dialogen og interaksjonen med omgivelsene for læringen. Teoriforankringen for mitt læringssyn bygger på Dysthe (1995) sin ide om at dialog kan ses på som meningsskaping, interaksjon, tenking og/eller kommunikasjon. Lemke (1990) sin ide om at all fysikkunnskap henger så tett sammen, at for å kunne noe, må en kunne noe annet. På en slik måte må en lære *litt-og-litt* fra alle vinkler. Og Dewey (1909) sin helhetlige tankeprosess med dobbelrefleksjon i spissen. Oppsummerende sagt: Språket er en nødvendighet, og forutsetning, for kunnskapsbygging.



## 2.4 Tredjerom

*Tredjerom* heter *Third space* i litteraturen (Wallace, 2004). Jeg har, som nevnt i kapittel 1.3, valgt å bruke det norske ordet: tredjerom. Tredjerom er ikke bare et rom eller en tilstand, det er også en prosess. Det er prosessen fra der eleven møter den naturvitenskapelige tenkemåten, til der eleven er *inneforstått* med at denne tenkemåten beskriver fenomenet hverdagspråket ikke kan. Det kan også være tilfeller der hverdagspråket kan beskrive fenomenet, men at hverdagspråket ikke lar seg generalisere, slik at det kan brukes til å forklare andre fenomen. Vi ønsker i naturvitenskapen prinsipp, begrep og definisjoner for å utforme fysikken til å gjelde på generell basis. Det vi derimot ikke trenger, er at læreren skriver definisjonen opp på tavlen, for så bombastisk å hevde at nå har alle elevene forstått den, hvordan den anvendes og hvilke konsekvenser dette får for fysikken rundt oss. Tilnærmingen til generaliserte begrep går gjennom tredjerom. Figur 2.4 (under) viser min tolkning av Wallace (2004) sitt *third space*. Det betyr at jeg har lagt til elementer Wallace (2004) ikke inneholder. Wallace (2004) har gjennom hennes tolkning av Bhabha (1994) kommet frem til ideen om et tredjerom i naturvitenskapen.



Lærer: Må adaptere tilnærmingen til eleven sitt nivå og tenkemåte.

Lærer og elev: Må spille på lag for å forsere dørstokkmila inn

Elev: Må tørre å utforske, feile og utforske, før nettverket av forståelsesbiter faller på plass.

Figur 2.4: Illustrasjon over elevens læringsprosess med tredjerom som en viktig del av prosessen.

Vi ser at figur 2.4 inneholder tre *rom*. Som nevnt er ikke rom i denne sammenhengen ment som et *fysisk rom*. Her siktes det til en tilstand, og en prosess, som sier noe om hvor eleven mentalt befinner seg og utvikler seg på veg til, faglig sett.

*Førsterom* (helt til venstre på figur 2.4) inneholder de forkunnskapene elevene har i møte med naturvitenskapelige teorier, hypoteser, ideer og tenkemåter. Det betyr ikke at elevene er helt uten naturvitenskapelige kunnskaper og forståelse i førsterom, men at det naturvitenskapelige tankesettet fungerer i mindre grad enn hva det må gjøre for å forsere dørstokkmila. Eleven mangler klare tanker og forståelsen som skal til for å starte en utforskende prosess og et resonnement (tredjerom) for å svare på den aktuelle problemstillingen. I førsterom er det da ikke det at elevene ikke har forutsetningen til å forstå den aktuelle problemstillingen fra et naturvitenskapelig perspektiv, eleven trenger bare litt hjelp til hvordan.

*Dørstokkmila* er den barrieren elevene må forsere for å begynne å bruke sine forkunnskaper til å analysere den naturvitenskapelige problemstillingen. Ideen om ei dørstokkmil inngår ikke i teorien om et tredjerom, men er en ide jeg har lagt til. Barrieren elevene må forsere kan enten være en kognitiv barriere og/eller mangel på interesse, motivasjon, villje og/eller mot.

*Andrerom* er ganske selvforklarende ut i fra tegningen. Det er i andrerom en mentalt befinner seg etter at læringsprosessen har funnet sted. Her har en opparbeidet seg nok naturvitenskapelig kompetanse; kunnskap og forståelse, til å analysere det nevnte problemet i førsterom.

*Tredjerom* er der selve læringsprosessen finner sted. Her skjer det prøving og feiling, og tredjerom innebærer det å prøve å forstå ideer og ord fra andrerom gjennom å forhandle meninger og tolkninger. Det er altså her en forhandler hvordan definisjonene anvendes og fungerer. Hvordan ordlyden for det naturvitenskapelige prinsippet eller fenomenet henger sammen med andre (naturvitenskapelige) begrep. Som sitatet til Lemke (1990) i kapittel 2.3.5 sa: holder det ikke å lese definisjonen av et ord eller uttrykk for å forstå det, vite hvordan det anvendes eller hvordan det forstås i ulike sammenhenger av de som bruker dette språket. I

tredjerom skjer denne prosessen hvor en lærer seg å anvende definisjonen, hva den betyr, og hvordan den brukes, i møte med situasjoner hvor den er sentral eller spiller en stor rolle.

I matematikk, og kvantitative oppgaver i fysikk, vil eleven ofte måtte “sette seg fast” flere ganger før han klarer å løse oppgaver. Opptil flere ganger, før han begynner å forstå essensen i prinsippene og begrepene, og hvordan de skal forstås og anvendes. Denne prøvingen og feilingen skjer i tredjerom: Eleven prøver seg. Setter seg fast. Må tilbake til start, en erfaring rikere. Eleven prøver igjen.

Det er ikke gitt at eleven skal få til oppgaven, eller å analysere problemet, første gang han ser det. Å sette seg fast på en oppgave, for så å prøve seg litt frem, og da få det til, er nok noe alle kjenner seg igjen i. For det er ikke sånn at ved å ha lest noe én gang, hørt noe én gang, blitt eksponert for noe én gang, at det er gitt at en har forstått det. Da er det heller ikke gitt at en umiddelbart behersker overgangen mellom de ulike representasjonsformene fysikkfaget stiller krav til: fenomenologisk, eksperimentell, grafisk, matematisk og begrepsmessig (Angell et al., 2011). Som vist innledningsvis (kapittel 2.1.1, 2.1.2 og 2.1.3) er det overgangen til den matematiske representasjonsformen norske elever behersker dårlig. Norske fysikkelever har ikke gode nok matematikkunnskaper (Angell et al., 2011). Dette fører til at elevene må prøve, feile og utforske for å bygge opp fysikkforståelsen, og evnen til å gå mellom de ulike representasjonsformene, for å analysere problemet. Det er her Lemke (1990) kommer inn. En kan ikke beherske alt på en gang. Mulig en behersker både en og to representasjonsformer, men det kan være lurt å beherske flere før en går videre på et mer abstrakt begrep. Da må en forstå litt og litt om gangen; en må ha hvert element på det rene, før en kan forstå hele bildet (Lemke, 1990). Vi trenger et eksempel:

#### **Eksempel 2.4.1 *Overgangen fra lengde og tid til fart***

De fleste fysikkelever har et godt forhold til både lengde og tid fra hverdagspråket. I fysikken bruker en, nesten uten unntak, SI-enheter. SI-enheten til lengde er meter - i hverdagspråket brukes også enheten meter som lengdemål. SI-enheten til tid er sekund - dette er ikke en ukjent

enhet fra hverdagspråket. Det som skiller tid i fysikkpråket fra hverdagspråket, er at i hverdagspråket går en over til minutt, timer, døgn og uker. Viss noen er litt sent ute til å møte noen en plass, og sender en tekstmelding for å informere den ventende part, skriver de ikke: "Jeg er der om 300 sekund.". De skriver heller: "Jeg er der om fem minutter.". Dette kan vise at tid, slik begrepet brukes i fysikken, ikke er like utbredt i hverdagspråket som lengde. Det skal og sies at om lengre distanser brukes kilometer og mil, men det er ikke på samme måte som at sekund blir til minutter, da oppskaleringen til både kilometer og mil skjer i titallssystemet.

Om en kombinerer lengde og tid, får en fart. Fart er også kjent fra dagliglivet, men har et annet abstraksjonsnivå enn både lengde og tid. For eksempel om en skal måle en lengde, så måler en lengden. Skal en måle tid, så måler en tiden. Skal en måle fart - må en måle både lengde og tid. Det betyr at dimensjonen fart ligger på et høyere abstraksjonsnivå enn dimensjonene lengde og tid.

Skal en gå enda et abstraksjonsnivå opp - til akselerasjon - kan dette være vanskelig uten å gjøre seg godt kjent med begrepet fart først, og hva det innebærer. I fysikken kan en se på fart som lengden av hastighetsvektoren, siden denne representasjonsformen for fart ikke er godt kjent fra hverdagspråket, må det jobbes med ved hjelp av ulike tilnærminger - før en går videre. Det er også slik jeg leser Lemke (1990). En kan ikke velge seg et fysisk begrep en ønsker å lære seg, og så lære seg det. En må gå stien, med sideveier, før en når målet. I dette tilfellet betyr det at om en ikke hadde et vitenskapelig språk i sitt vokabular, så kan en ikke bare lære seg begrepet akselerasjon i fysisk forstand. Først må en se på lengde, tid og fart - og dynamikken de imellom. Med andre ord: En må på nytt gå gjennom tredjerom!

Min tolkning av Lemke (1990) sier at: Det at en ikke kan forstå et begrep i fysikken, uten å snakke om et annet. En kan ikke forstå elektrisk spenning uten å snakke om elektrisk strøm. En kan ikke forstå elektrisk strøm uten å snakke om elektrisk spenning. En kan altså ikke forstå ett begrep fullstendig alene - det er akkompagnert av andre. Det er slik forhandlingene i tredjerom skjer: strøm og spenning må snakkes om samtidig siden de henger sammen, og en må klargjøre

forskjellen for hvordan strøm og spenning brukes som begrep i fysikk og hverdagspråk. En må da prøve litt. Feile litt. Utforske. Se hvordan begrep henger sammen, og hvordan de ikke henger sammen. Se hvordan begrep er like, og hvordan de er ulike. Slik trekker jeg trådene fra min tolkning av Lemke (1990) til min tolkning av Wallace (2004).

Vi skal videre se to eksempel på hvordan vi jobber med å tolke observasjoner av eleven når han er i tredjerom. Det første eksempelet er personlig erfart, men ikke hentet fra det aktuelle datamaterialet som danner grunnlaget for denne masteroppgaven. Det andre eksempelet er hentet uavkortet fra transkripsjonen av rådatamaterialet som danner grunnlaget for denne masteroppgaven. Det første eksempelet er Eksempel 2.3.2, det andre eksempelet som er direkte hentet fra transkripsjonen, er eksempel 2.3.3.

#### **Eksempel 2.4.2 Midlere kraft er endring i bevegelsesmengde per tidsendring**

Kort sagt kan man si at bevegelsesmengden (og bevaringen av den) er unik, og står i sentrum av klassisk mekanikk. Vi betrakter rettlinjert bevegelse: Om en tidsderiverer bevegelsesmengden til et legeme, får en kraften som virker på legemet. Om en integrerer bevegelsesmengden over tiden (tidsdifferensialen), får en den mekaniske energien til legemet. Elever møter Newtons andre lov før de møter prinsippet om bevegelsesmengde og dens tilhørende bevaringslov.

Oppgave: En golfball ligger i ro på peggen. En golfspiller slår ballen, og golfballen forlater peggen med en fart  $v$ . Kontakttiden mellom golfballen og golfkøllen var  $t$ . Massen til golfballen er  $m$ . Finn et uttrykk for kraften golfkøllen virket på golfballen med.

Om en tar utgangspunkt i Newtons andre lov, vet en at  $F = ma$ . Men  $a$  er det jo ikke opplyst om i oppgaven. Ved da å utforske, undersøke, leite og tenke kan en komme frem til at (den midlere) akselerasjonen til ballen, var farten den har, delt på tiden det tok å komme opp i en slik fart. Da blir  $F = mv/t$ . Videre kan en komme frem til at om ballen ikke var i ro da den ble truffet, må uttrykket skrives som  $F = m\Delta v/\Delta t = \Delta mv/\Delta t = \Delta p/\Delta t$ . På en slik måte har en kommet frem til at

endringen i bevegelsesmengde, delt på tidsrommet endringen skjedde i, er lik kraften som virket på legemet.

Vi har da gått fra det mer håndfaste begrepet *kraft*, med de kjente “analogiene” skyve, dytte, dra, trekke, løfte, til det mer abstrakte begrepet *bevegelsesmengde*, som ikke har noen analogier fra hverdagspråket.

Slik kan vi observere eleven når han går fra å ikke ha et forhold til begrepet *bevegelsesmengde*, til å få en forståelse for det gjennom å se på sammenhengen mellom midlere kraft og endring av bevegelsesmengde per tid.

### **Eksempel 2.4.3 Klorion som anion, natriumion som kation**

Dette eksemplet, som er et direkte utdrag fra min transkripsjon, kan ved første øyekast virke som en høy faglig prestasjon av eleven (Navngitt: 63). Tatt i betraktning det tilsynelatende høye faglige nivået, skal jeg vise hvordan dette er et eksempel på at eleven har forsert dørstokkmila og er i tredjerom, men at det også viser at han ikke er helt klar til å forlate det ennå.

63 [24:30] Øh, men, en ting: No når vi hålt på med å teste dette her, så skjænte vi at det kom sånn klorlokt herfra og.

63 [24:56] fordi klore vil jo gå til den ene [elektroden/polen], og natriume til den andre [elektroden/polen].

Får å få fram poenget mitt, krever en liten bakgrunnsintroduksjon:

Det sitter en gruppe rundt et bord med tre elever fra en første klasse (Vg1) på en videregående skole i kongeriket Norge. Denne skoledagen er det blokkdag, og på dagsplanen står naturfag (NAT1002). I dag er det elevøvinger som tiden skal fylles med. Øvingen de nå holder på med, er å sjekke om saltvann leder strøm; ved hjelp av et 4,5 volts batteri, to ledninger med bananplugg, to krokodilleklemmer, to karbonelektroder, bordsalt, begerglass, lampe, vann og

vernebriller. Øvingen før denne var det klassiske: Forkobring av kronestykke med CuCl-løsning. Det vil si at elevene har friskt i minne at de positive ionene gikk til katoden (observasjon med det blotte øyet: forkobringen), og at de negative ionene gikk til anoden (observasjon med luktesansen; klor-/bassenglukt).

Som sagt kan utsagnet fra 63 virke glupt, tatt årstrinnet i betraktning. Det ovenfornevnte om at forkobringsovelsen er friskt i minnet virker dog i skjerpene retning. Det som derimot er en mangel for prediksjonen 63 fremlegger, er at natriumet synes ikke å feste seg på karbonelektroden - slik kobberet gjorde. Prediksjonen støttes derfor ikke av observasjon (med det blotte øye), slik den gjorde i forkobringsovelsen. 63 har helt rett i at klorionene vil trekkes mot anoden, og danne klogass der. Det som her feller prediksjonen om at natriumet - på samme måte som kobberet - skulle gått til katoden, er at det heller skjer elektrolyse av vann, enn dannelse av Na (s), siden det ikke blir et *natriumbelegg* på katoden. Dette følger av spenningsrekken. Ikke overraskende for oss i *andrerom*, men overraskende for eleven - som nå må legge ut på oppdagelsesferd, gå gjennom tredjerom.

Nå har vi sett hva første-, andre- og tredjerom betyr. Vi har sett at eleven må gå en dørstokkmil for å starte på ferden i tredjerom. Selv om vi har sett hvordan rommene er beskrevet, har vi ikke sett hvordan elevens ferd over dørstokkmila, og gjennom tredjerom, er. Under skriver jeg hvordan denne ferden kan se ut.

Jeg deler beskrivelsen av elevens ferd gjennom rommene inn i tre deler: svart, blå og grønn.

I *den svarte delen* av ferden er læreren hovedrolleinnhaveren (eller en annen i *andrerom*; for eksempel en flink medelev). Den svarte delen består av at:

1. Læreren, som kan fagstoffet, tilpasser fagstoffet til elevene sitt nivå før det presenteres.
2. Læreren stiller utfordrende spørsmål (se kapittel 1.3 for definisjon/forklaring).
3. Læreren eksponerer eleven for observasjoner, påstander eller situasjoner som ikke gir resultat i eleven sin dobbelrefleksjon.

I *den blå delen* av ferden, leier læreren eleven over dørstokkmila. Dette skjer ved at læreren og eleven starter en faglig dialog, der tanker og ideer legges frem. Resultatet av dette er at læreren leder eleven inn på riktig spor, og peker ut riktig retning videre i tredje rom. Her menes det ikke å si svaret, eller å antyde elementer av en slags fasit, her menes heller å geleide eleven inn på et utforskende spor.

I *den grønne delen* av ferden er eleven selv hovedrolleinnhaveren. Her skjer utforskningen, prøvingen og feilingen. Eleven prøver å forklare *hva* og *hvorfor*. Læreren virker gjerne som en støttespiller, og gir tilbakemeldinger og input, som hjelper eleven videre på veien i tredje rom om han har satt seg fast. Den grønne ferden kan ses på som prosessen i tredje rom. Denne prosessen er ikke lineær, og elevene trenger ofte lærerstyrt, forkunnskapelig input for å komme på rett kjøll (Hattie, 2009).

Oppsummerende om tredje rom kan en si som NCR (2007, s. 106): "...children are by no means the blank slates or concrete...". Det betyr at når en eleven er i første rom, stiller eleven med sine kunnskaper og sitt tankesett. Sakens kjerne er at dette tankesettet ikke inneholder den samme naturvitenskapelige tenkemåte som læreren i andre rom. Eleven og læreren må møtes i tredje rom for å forhandle frem og forstå hverandres tenkemåte. Dette kan bidra til at overgangen fra hverdagspråk til naturvitenskapelig språk for eleven, går lettere og at nødvendigheten av en slik overgang blir legitimert. Naturvitenskapelige lover, begrep og mønstre er universelle og generaliserte til å gjelde hele universet (Feynman et al., 1963; Lemke, 1990). Det er denne generaliseringen som for mange oppleves som fremmed og uforståelig - og veien dit går gjennom tredje rom.

Oppsummerende om teorikapitlet kan en si at vi har sett at fasitstrebbende løsningsorientering i fysikkfaget kan gå på bekostning av forståelsen, ved at enkelte oppgaver kan løses rent mekanisk uten å analysere problemet. En slik løsningsmetode har jeg kalt pugg-and-play. Vi har sett at mitt læringssyn har utspring fra både kognitivistisk læringssyn og sosiokulturelt



læringssyn; sosialkonstruktivistisk læringssyn. Dette peker på at kunnskapen konstrueres av hver enkelt gjennom språket, og at språket da er nødvendig for læring. Læring skjer derfor i en sosial setting. Når det kommer til den naturvitenskapelige forståelsen, og dens generaliserte avstand fra hverdagssforestillinger, kan forhandlingen om forståelsen og nødvendigheten av disse foregå mellom lærer og elev i tredjerom.

### **3 Metode**

I dette kapittelet skal vi se hvordan mine funn ble til. Vi skal se at veien fra rådata til kategorier ikke er lineær. Og vi skal se hvordan kategoriene kom frem gjennom empirinær utvikling.

For å gi en god oversikt over hvordan jeg arbeidet med å utforme mine kategorier, skal jeg bruke fire element:

1. En “kokebok”-oppskrift med fremgangsmåte og ingredienser (kapittel 3.1).
2. En illustrasjon (kapittel 3.2).
3. En utgreiende forklaring til illustrasjonen (figur 5) og den nevnte oppskriften i punkt 2 (kapittel 3.2).
4. Eksempel på identifisering av kode og kategori (kapittel 3.3).

#### **3.1 Kvalitativ metode**

Det er to tilnærminger som er vanlig å bruke når en forsker: kvalitativ metode eller kvantitativ metode. Kvantitativ metode kan ses på som en summativ fremgangsmåte, og er den metoden en benytter innen for eksempel Cern-eksperimentene. En utfører målinger som gir harde rådata, og disse tolkes og fremstilles ved hjelp av statistisk analyse. Kvalitativ metode er den metoden som brukes når en skal forsøke gjennom forskning å forenkle den komplekse virkeligheten vi lever i. Det vil si at en må luke vekk mye av datamaterialet, og få tak i kjernen og essensen som datamaterialet eventuelt kan fortelle oss. En annen forskjell er at i kvalitative studier er det å være objektiv ikke like lett som i kvantitativ forskning. Fordi dataene blir tolket med innsikten og personligheten til forskeren - det er vanskelig å være objektiv når en selv som person er “måleinstrumentet”. Det betyr at med mine kunnskaper, min væremåte og mine meninger kan jeg

forsøke så godt det lar seg gjøre å holde unna tolkningen av dataene, men det er umulig å utelukke helt at det vil påvirke tolkningen. Sistnevnte var jeg bevisst på i kodingen min. Jeg prøvde etter beste evne å utføre en åpen koding, og dette var målet gjennom hele transkripsjonen.

En stor forskjell mellom kvantitativ og kvalitativ metode, er da hvordan innsamlingen av data foregikk. Kvantitativ data er kvantifiserbar (noe vi kjenner igjen fra statistisk analyse), og analysen har som mål å finne generelle svar. Kvalitative data er hentet fra et begrenset utvalg, og analysen har som mål å finne unike resultat som gjelder for den aktuelle rådataen. Generaliserbarheten av kvalitative funn er derfor mye mindre enn i kvantitative funn. I mine funn blir det derfor opp til brukeren å avgjøre generaliserbarheten av disse. Som nevnt må en regne med at jeg påvirket både transkripsjonen og kodingen gjennom mine tolkninger, selv om det ikke var mine intensjoner.

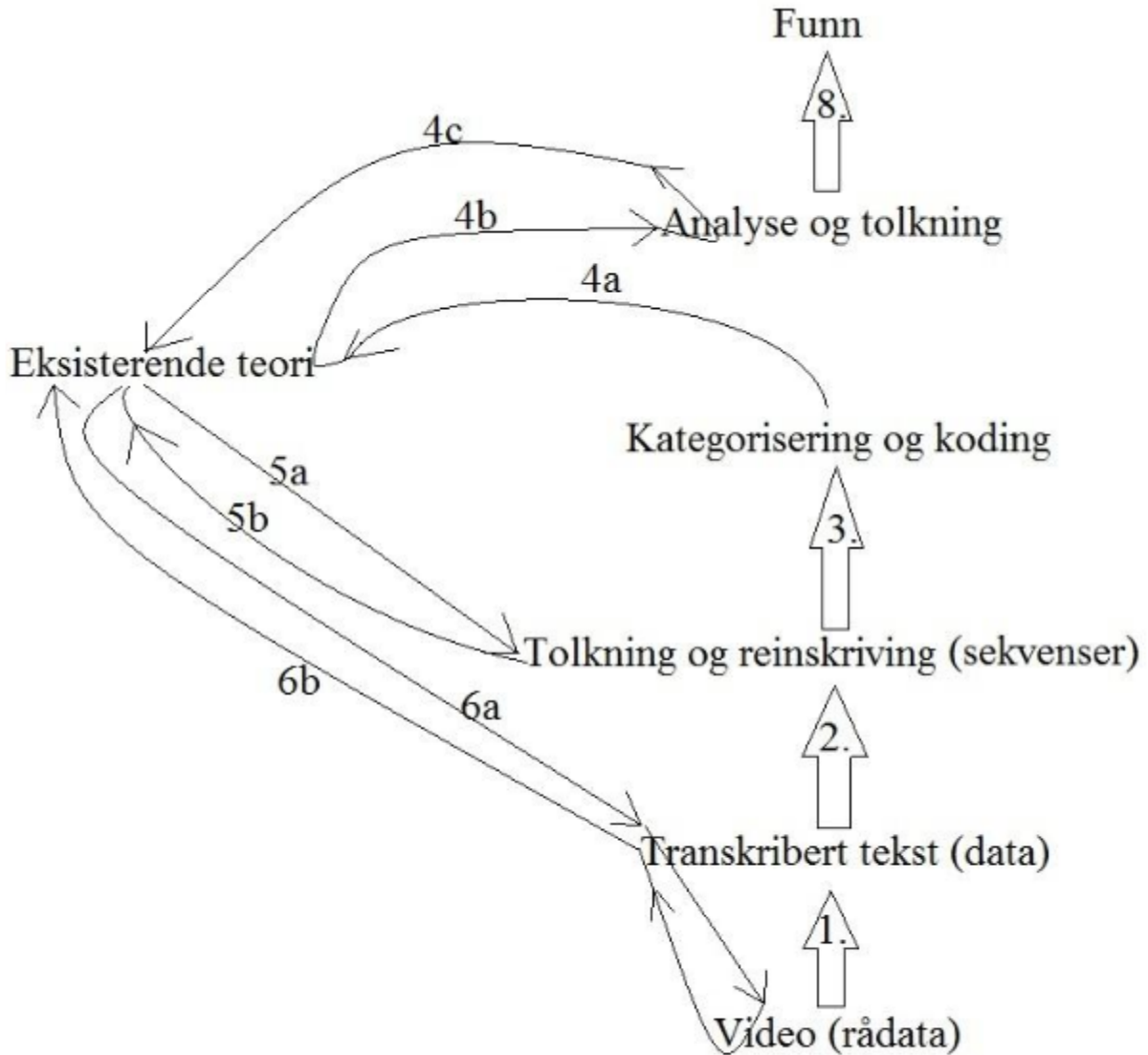
Det å tilnærme seg dataene nøytralt, uten forutinntatte meninger og ønsker om hva en skal finne. Kan føre til at kodingen blir gjennomført induktiv, som vil si å finne nye teorier. Faren med å ikke være bevisst på en åpen kodingsprosess, er at dataene blir tilnærmet på en deduktive måte, som vil si å gjøre funn til å teste eksisterende teorier (Nilssen, 2012).

Etter (den åpne) kodingen, starter den mer krevende delen av analysen. I denne fasen skal kodene *smeltes sammen* til kategorier. Koder med likhetstrekk utgjør i førsteomgang en (tentativ) kategori. Kategorien ses så opp mot datamaterialet for å se om den kan være konsistent i lys av det. Dette kalles en *komparativ metode*; en sammenligner tentative funn med dataene, slik en ikke “kategoriserer” seg vekk fra datamaterialet, som er utgangspunktet for kategorien. Det er i denne sammenlignende prosessen mellom data og kategorier at tolkningen spiller en sentral rolle. Det betyr at den kvalitative analysen kan oppsummeres i tre steg: 1. Transkripsjon, 2. Koding, og 3. Kategorisering.

Oppsummerende kan en si at en som forsker med fordel kan møte datamaterialet med et nøytralt syn, styr av forskningsfokus, for å ikke “jakte” på en bevisst ting, ikke finne det og bli “blind”

for hva dataene kan fortelle. Dette kalles åpen koding. Etter kodingen, smeltes kodene sammen til kategorier som ses opp mot transkripsjonen for å sjekke konsistensen. Tolkningen skjer i pendlingen mellom kategori og transkripsjon. I neste kapittel skal vi se på en detaljert beskrivelse av hvordan jeg gikk frem for å utarbeide mine kategorier.

### 3.2 Illustrasjon av metodeprosessen og forklaringen til den



Figur 5.1: En egenproduser illustrasjon av min metodeprosess. De tjukke pilene illustrerer fasene, mens de tynne pilene illustrerer pendlingen mellom teori, analyse og tolkning.

Figur 5.1 viser de ulike fasene min metodeprosess bestod av. I alt bestod den av åtte faser. Om en ser på fasene 4a, 4b og 4c kan en spørre seg hvorfor de ikke heter 4., 5. og 6. isteden? Det er fordi fase 4a, 4b og 4c overlapper hverandre i større grad enn for eksempel fase 2 og 3. For tilfellet med fase 4a, 4b og 4c, var det nok enkelte dager hvor alle disse forekom på samme dag. Fase 4a, 4b og 4c har derimot ulike stadier, og på bakgrunn av disse har jeg delt metodeprosessen inn slik jeg har. Dette gjelder også for 5a og 5b og 6a og 6b.

### 1. Utlevert videomateriale (rådata):

Jeg fikk utlevert videomateriale fra en blokkdag i naturfag ved en videregående skole i Bergensområdet. For å se hvordan videomaterialet ble tatt opp, skal jeg først forklare hvordan klassen var satt opp / klassekartet så ut. Det var tjue elever til stede på naturfagslaben på denne blokkdagen hvor filmingen skjedde. De tjue elevene var delt inn i seks grupper: To grupper à fire elever og fire grupper à tre elever. Hver gruppe satt rundt et bord jeg vil anta hadde/har arealet (1,20\*1,60) m<sup>2</sup>. På fem av gruppene var det én elev som hadde et GoPro-kamera på seg - enten på hodet eller brystet. I tillegg var det et klasseromskamera som sto plassert bakerst i hjørnet i klasseromslaben. Jeg hadde da tilgang på totalt ti timer med videomaterial.

Tabell 3.2: Oversikt over transkribert videomaterialet som ble analysert

<b>Gruppe</b>	<b>Brenning av Mg</b> Varighet: [mm:ss]	<b>Forkobring</b> Varighet: [mm:ss]	<b>Salt og elektrisitet</b> Varighet: [mm:ss]
1	[25:45]	[26:33]	[34:31]
2	[17:14]	[31:52]	[28:57]
3	[21:28]	[30:04]	Ikke transkribert

### 2. Transkripsjonen (data):

Det at det var så mange kameraer i klasseromslaben betydde at videoen la et godt grunnlag for å identifisere gester og tale. Jeg valgte å transkribere en av de seks gruppene gjennom utførelsen av øvelse 1, øvelse 2 og øvelse 3 (se Vedlegg 1). “Min” gruppe hadde

tre medlemmer. Det tok over to måneder å transkribere en time og femten minutter med Video. Som tabell 3.2 sier, analyserte jeg også video med transkripsjon, som jeg selv ikke transkriberte.

### 3. Reinskriving av sekvenser:

I denne fasen laget jeg en kopi av transkripsjonsdokumentet mitt. I kopien fjernet jeg alle utsagn som ikke inneholdt noe skolerelatert. Med *ikke-faglig* menes utsagn og gester som ikke var relatert til noe realfaglig (jeg valgte bevisst å ikke si naturfaglig, både siden fagene naturfag og matematikk kan hjelpe til med å bygge opp naturvitenskapelig forståelse). På en slik måte fikk jeg grovsortert transkripsjonen. Finsorteringen ble ikke gjort like bastant, den skjedde gjennom flere av de neste stegene.

Eksempel 3.2: Dette er hvordan en typisk ikke-faglig sekvens så ut:

-----

26 [01:42] I'm Scottish. I'm Doctor Who. Nei, det var ikke bra.  
33 [01:47] I'm David ....  
26 [01:49] David Tennant?  
63 [01:50] An e skotsk, men an høres ikkje skotsk ut.  
26 [01:52] Men du hørar av og til at den skotske aksangen bare skinnar gjennom. I'm the doctor.  
63 [02:01] Det blir akkorat som at Doctor House e britisk.  
33 [02:05] Har du noen gang sett han i Black Adder?  
26 [02:07] Han har faktisk sagt at siden han snakkar amerikansk hele tiden, så har han blynt å gjøre det– han glømmar liksom å skru det av. Og han glømmar å skru av ... av og til. It's super....

-----

### 4. Hovedsteg i analysen:

- a. Når det som ikke var skolerelatert var sortert vekk, leste jeg gjennom utsagnene for å se om jeg umiddelbart kjente igjen noe i lys av didaktiske teorier. På samme måte som når en leser didaktiske teorier hender det en kjenner det igjen fra egenerfarte forhold (både i og utenfor klasserommet), kan en kjenne igjen teorier

når en observerer praksis. Disse sekvensene ble plukket ut, og limt inn i nytt dokument. Fra nå av kalt: sekvensdokumentet.

- b. Jeg fryktet at viss jeg bare hadde begynt å leite etter *noe nytt* i sekvensdokumentet, hadde jeg ikke funnet det. Da det er vanskelig(ere) å leite etter noe, om man ikke vet hva man leiter etter. Jeg trengte derfor å velge fokus. Mitt første fokusvalg ble: *Hvordan bruker elevene forkunnskapene sine til å tilegne seg ny kunnskap og forståelse?*. Bakgrunnen for dette var en trend jeg mente å skimte i kodingen av sekvensdokumentet og min subtile interesse for vekselvirkningen mellom forkunnskaper og nye inntrykk.
- c. Det var i denne fasen at kategoriene begynte å ta form. Og med det også analysen. I analysedelen ble kategoriene sjekket opp mot teori, og hverandre. Slik ble analysen, og dens tilhørende tolkning, en pendling mellom teori og data. Jeg tenkte på det stadiet at det ideelle var å utvikle kategorier som var konsistente med eksisterende teori - men som også viste (uoppdagede) nyanser.

Fase 4c kunne nok tenkes å være et mer overordnet punkt; punkt 5 i dette tilfelle, og ikke 4c. Som nevnt innledningsvis i dette kapittelet, skjedde 4c semi-parallelt med kodingen og kategoriseringen. Derfor er ikke analysens vekselvirkning med teorien overordnet (4a og 4b); den skjer med pendling mellom kodingen og kategoriseringen.

## **5. Reliabiliteten til sekvensdokumentet**

- a. Sekvensdokumentet sin reliabilitet ble sjekket opp mot den transkriberte teksten. Dette for å sjekke om jeg hadde oversett noe da jeg fjernet utsagn. Det kunne for eksempel være at jeg hadde oversett utsagn i forkant av sekvensen jeg kodet, som svekket koden sin pålitelighet og styrke.
- b. Dette ble igjen en pendling mellom sekvensdokumentet og eksisterende teori, for å se om jeg kom frem til det samme etter at reliabiliteten til sekvensdokumentet

hadde blitt styrket.

## 6. Reliabiliteten til den transkriberte teksten

- a. Dataen (den transkriberte teksten) sin reliabilitet ble sjekket ved å se igjennom videon og den transkriberte teksten simultant (to skjermer). Manglende gester fra den første transkripsjonen ble ettertranskribert. Utsagn jeg ikke hørte / klarte å tolke første gangen, klarte jeg ikke å tolke denne gangen heller.
- b. En gjennomlesning av transkripsjonen etter de “nye” gestene svekket ikke reliabiliteten til sekvensdokumentet.

## 7. Funn og deres reliabilitet

Kategoriene mine ble ferdig “finpusset” og jeg betraktet dem nå som funn, og ferdig utarbeidet. Kategoriene ble prøvd på fire andre øvelser gjennomført av to “nye” grupper (to grupper á tre elever). Jeg fant etter utprøvingen ingen grunn til å endre kategoriene.

### 3.3 Eksempel på identifiseringen av koder og kategorier

Her er et konkret eksempel på hvordan identifiseringen av kodene og kategoriene kom til.

Tabell 3.3: Identifisering av koder

Utsagn	Koding
L0 [14:10] Eh, dere må også ha et voltmeter. [LP]	Kodet som at lærer kommer med en påstand, om at gruppa mangler voltmeter i måleoppsettet sitt, som gav opphav til utsagn som inneholder forkunnskaper.
26 [14:12] Hmm?	Kommentaren kommer muligens litt bardus på, og utsagnet er derfor ikke kodeverdig.
L0 [14:14] Et voltmeter.	Lærer gjentar sin påstand.
63 [14:15] Jada.	Utsagnet gir for liten info til å bli kodet.

L0 [14:20] Bak der ved det grønne-. Sånn trenger dere for å kunne måle strøm.	lærer-påstand: Lærer presiserer sin påstand.
63 [14:25] Ja, nei, men det sto .... Eller det sto bare at vi skulle ha med lampe å sånt.	63 argumenterer mot lærer sin påstand. At ordet <i>lampe</i> stod på forsøksbeskrivelsen tolkes ikke som en forkunnskap
L0 [14:30] Ja, men det bildet av med sånne-øh- ja. Men dere trenger(...)	Grunnen til at dette utsagnet ble kodet som en påstand fra lærer kommer av “ <i>ja, men</i> ”-et.
63 [14:36] Eg tenkar at viss det ledar godt nok strøm, så skulle det jo(...)	ForRes: (Forkunnskap nyttes til resonnering) 63 resonnerer i et argument mot lærer sin påstand.
L0 [14:38] Lampa blynne å lyse.	Lærer fullfører 63 sin setning.
63 [14:39] Ja.	63 bekrefter det lærer fullførte med.

Opptakene av videomaterialet jeg anvendte ble godkjent av NSD, og deltakende lærere og elever ga et informert samtykke i forkant av opptakene. Av hensyn til deres personlige liv på og utenfor skolen er transkripsjonen min anonymisert i sin helhet.

Det at kategoriene bare har blitt testet opp mot ni elever gjennom tre forsøk, kan det rettes kritikk mot. Kategoriene er i så måte bare ideer, men deres styrke er at det jeg positivt har funnet, er troverdige beskrivelser av noe som forekommer da det er forankert i rike data. Det kan finnes flere relevante kategorier og variasjoner inne disse enn jeg har funnet, men kategoriene jeg har funnet blir ikke mindre gyldige (valide) av den grunn.

Oppsummerende om metoden er det verdt å nevne at jeg i forkant av masterskrivingsemesteret tok et bevisst valg på ikke å formulere en problemstilling, eller sirkle inn mine personlige tanker på hva jeg skulle komme til å finne. Jeg jobbet bevisst med å holde alle forskningsperspektiv åpne, og heller se hva datamaterialet kunne vise meg. Siden rådataene ble innhentet før min tid som masterstudent, har jeg ikke hatt behov for å ta andre etiske hensyn enn å anonymisere



oppgavematerialet. I metodekapittelet har vi sett nærmere på hvorfor det er viktig å ha et bevisst forhold til at en innehar didaktisk teorikunnskap, og blir derfor ikke helt immun i møtet med datamaterialet. Derfor har jeg, både i forkant og gjennom hele prosessen, vært aktivt bevisst på å se forbi de delene av datamaterialet som åpenbart kan teoriforankres direkte - jeg har sett etter nyanser. Fremgangsmåten for analysen bestod av transkripsjon av videomaterialet, åpen koding, kategorisering og tolkning gjennom konstant komparativ metode av kategori opp mot transkripsjon.

## 4 Resultater

I resultatkapittelet presenterer jeg kategoriene mine som ble utviklet gjennom prosessen beskrevet kapittel 3. Jeg har oppsummert kategoriene i to tabeller. Utgreiingen av kategoriene følger i delkapitlene 4.2 og 4.3, og er mine svar på forskningsspørsmålet: *Hva kjennetegner en situasjon som trigger bruk av forkunnskaper hos elevene?*. Nedenfor følger en fremstillingen av kategoriene og kodene mine som har kommet til gjennom en kombinert induktiv og deduktiv prosess i møte med transkripsjonen videomaterialet.

### 4.1 Tabellfremstilling av kategorier og koder

Tabell 4.1.1: Trigger-kategoriene med kodene fra den åpne kodingen

Spørsmål	Spørsmål fra skriftlig materiale (SPM-R) Spørsmål fra medelev (SPM-E) Spørsmål fra lærer (SPM-L)
Påstand	Påstand fra lærer (LP)
Observasjon	Eleven gjør en observasjon, og agerer (OBS)

Tabell 4.1.2: Kategoriene for hvilken form forkunnskapene kommer til uttrykk i

Mangel av forkunnskap (ForMang)	Faktaforkunnskap (ForFakt)	Forkunnskapsresonnement (ForRes)
------------------------------------	-------------------------------	-------------------------------------

Tabell 4.1.3: Anonymiserte navn fra transkripsjonen

L0: Lærer	F0: Forsker	<nr.>: Elev	E0: Elev som tilhører en annen gruppe
-----------	-------------	-------------	---------------------------------------

Tabell 4.1.1 viser de tre kjennetegnene (spørsmål, påstand, observasjon) på situasjoner som fremprovoserer elevene til å uttrykke sine forkunnskaper. Analysen viser at hver av de tre kjennetegnene har fem ulike opphav. Tabell 4.1.2 viser at elever kan ha forkunnskaper og mangel på forkunnskap. Forkunnskapene som kommer til uttrykk kan brukes til å besvare spørsmål med et, eller få, ord (ForFakt), eller de kan brukes til å resonnerer med (ForRes). Mangel på forkunnskaper (ForMang) identifiseres i analysen ved at eleven ikke ytrer noe verbalt eller med gester, eller at det eleven ytrer ikke er konsistent med en naturvitenskapelig tenkemåte og forståelse. Selv om eleven uttrykker mangelen på forkunnskapene som kreves for å besvare en, eller fler, av triggerne korrekt, kommer andre forkunnskaper til uttrykk. I alle kategorier, og eksempler på disse fra datamaterialet, omtaler jeg både L0 og F0 som *lærer*.

## 4.2 Triggere

Jeg fant tre ting som ser ut å fremprovosere elevene til å uttrykke deres forkunnskaper: spørsmål, påstand og observasjoner.

### 4.2.1 Spørsmål

I spørsmålskategorien fant jeg tre spørsmålskilder kjennetegnet av at eleven i etterkant deltok med synspunkt med inkluderte forkunnskaper. De tre spørsmålskildene er: Spørsmål fra lærer, elev og forsøksbeskrivelsen. I tabell 4.2.1.a er det gjengitt en sekvens som inneholder eksempler på spørsmål som tar utgangspunkt i forsøksbeskrivelsen (SPM-R) og spørsmål stilt av en (med)elev (SPM-E). I tabell 4.2.1.b er det gjengitt en sekvens som inneholder eksempel på spørsmål som blir stilt av en (med)elev (SPM-E).

**SPM-R** - Spørsmål tilknyttet forsøksbeskrivelsen.

Spørsmål hvor forsøksbeskrivelsen er triggeren for utsagn (som inneholder forkunnskaper) elever responderer med. Spørsmålet er enten direkte stilt på forsøksbeskrivelsen (tabell 4.2.1.e),

eller det kan være element som må oppklares angående det som står i forsøksbeskrivelsen, som fremprovoserer utsagn med forkunnskaper (tabell 4.2.1.a).

**SPM-E** - Spørsmålet blir stilt av en (med)elev.

Spørsmål som stilles av en medelev på gruppa, enten direkte til en av de to andre gruppemedlemmene (tabell 4.2.1.b), eller til gruppa (som et spørsmål alle gruppedeltakerne kan svare på) (tabell 4.2.1.a).

**SPM-L** - Spørsmålet blir stilt av lærer eller forsker.

Spørsmål som stilles av lærer, enten spørsmål som legger opp til resonnering og reflektering (tabell 4.2.1.f), eller (ja/nei)-spørsmål som kan besvares med en (tabell 4.2.1.c), eller få (tabell 4.2.1.d), ord.

Tabell 4.2.1.a: Dialogutsagn som viser eksempel på: 1. Spørsmål om element som må oppklares angående det som står i forsøksbeskrivelsen (SPM-R). 2. Spørsmål som er stilt av medelev til gruppa (SPM-E).

Utsagn	Kategorisering
12 [04:37] Elektroder! Hva faen? [12 ser på arket sitt]. Mhm. [ler litt]	SPM-R: 12 leser <i>elektroder</i> under utstyr-avsnittet i øvelse 2: forkobring (Vedlegg 1).
57 [04:37] [57 dreg arket til seg]	SPM-E: 57 “fanger” et spørsmål 12 stilte til gruppa.. SPM-R: 57 leser så et spørsmål på <i>arket</i> .
57 [04:39] Elektrode e sånn som det. [peikar på ein figur på arket]	SPM-R blir fulgt opp med et utsagn som inneholder forkunnskaper.

Tabell 4.2.1.b: Dialogutsagn som viser eksempel på spørsmål som stilles av en medelev på gruppa direkte til en av de to andre gruppemedlemmene (SPM-E).

33 [13:57] Hva kaller man biproduktet? Det derre–.	SPM-E: 33 stiller 63 et spørsmål.
63 [13:59] Magnesiumoksid.	SPM-E blir fulgt opp med et utsagn som inneholder forkunnskaper.
33 [14:00] Neinei, ikke magnesiumoksid, men det har sånn navn hva biproduktet heter.	SPM-E: 33 stiller 63 et spørsmål.
63 [14:05] Sot.	SPM-E blir fulgt opp med et utsagn som inneholder forkunnskaper.

Tabell 4.2.1.c: Dialogutsagn som eksempel på spørsmål som kan besvares med ett ord (SPM-L).

Utsagn	Kategorisering
L0 [09:48] Åsså er litt da forsøket ikke sant at, å se hva som blir danna oppi der, ikke sant? Så ska selvfølgelig dere, dere som er så smarte, skjønne, dere skal vite hva dette her er. Det vet dere med en gang, ikke sant?	SPM-L: Lærer stiller et spørsmål til 63, 33, 26 som står ved avtrekksskapet etter endt brenning av magnesiumbånd. I porselenskalet ligger magnesiumoksid-sotet.
63 [10:02] Nei?	SPM-L blir fulgt opp med et utsagn som inneholder forkunnskaper.
33 [10:03] Magnesiumoksid.	SPM-L blir fulgt opp med et utsagn som inneholder forkunnskaper.
26 [10:04] E den tatt av no?	
L0 [10:06] Magnesium...?	SPM-L: Lærer spør 33
33 [10:06] Oksid.	SPM-L blir fulgt opp med et utsagn som inneholder forkunnskaper.

Tabell 4.2.1.d: Dialogutsagn som eksempel på spørsmål som kan besvares med få ord (SPM-L).

F0 [20:58] Hva menar vi med strøm? Eller elektrisk strøm. Vann strømmar. Men elektrisk strøm.	SPM-L: Forsker stiller et spørsmål til 33, 63.
33 [21:05] Elektroner som flytter på seg.	SPM-L blir fulgt opp med et utsagn som inneholder forkunnskaper.
63 [21:07] Elektroner i bevegelse.	SPM-L blir fulgt opp med et utsagn som inneholder forkunnskaper.

Tabell 4.2.1.e: Dialogutsagn som eksempel på spørsmålet som er direkte stilt på forsøksbeskrivelsen (SPM-R).

[00:10] [63 studerer forsøksbeskrivelsen]	SPM-R: På forsøksbeskrivelsen står det: <i>Vil saltvann lede strøm?</i>
63 [00:23] Tingen e at vann ledar strøm, fordi det ikkje e helt reint vann. [pekende midt på forsøksbeskrivelsen]	63 følger opp spørsmålet fra forsøksbeskrivelsen med et utsagn som inneholder forkunnskaper.

Tabell 4.2.1.f: Dialogutsagn som eksempel på spørsmål som legger opp til resonnering og reflektering (SPM-L)

F0 [06:31] E dere litt enige om noen ide til forklaringar?	SPM-L: Forsker stiller gruppa et spørsmål.
33 [06:38] La meg se: Det har jo med spenningen å elektroner så går gjennom. Åsså er det da kobberet det går mot den negative ladningen. I den omvendte-.	SPM-L blir fulgt opp med et utsagn som inneholder forkunnskaper.

#### 4.2.2 Påstand

I denne kategorien agerer eleven på en faglig påstand fra lærer. Påstanden er faglig i vid forstand, men kjennetegnes ved at den er knyttet til nomenklatur, utstyr, bruk av utstyr, observasjoner, forklaring og/eller fakta.

## LP - Påstand fra lærer

Det kan være en påstand fra læreren eleven er enig (tabell 4.2.2.b) eller uenig (tabell 4.2.2.a) i.

Tabell 4.2.2.a: Dialogutsagn som eksempel på påstand fra lærer eleven er uenig i (LP).

Utsagn	Kategorisering
L0 [14:10] Eh, dere må også ha et voltmeter.	LP: Lærer påstår at elevene må ha et voltmeter i tillegg.
26 [14:12] Hmm?	
L0 [14:14] Et voltmeter.	
63 [14:15] Jada.	
L0 [14:20] Bak der ved det grønne-. Sånn trenger dere for å kunne måle strøm.	LP: Lærer presiserer påstanden
63 [14:25] Ja, nei, men det sto .... Eller det sto bare at vi skulle ha med lampe å sånt.	63 argumenterer mot lærer sin påstand
L0 [14:30] Ja, men det bildet av med sånne- øh- ja. [pekende på forsøksbeskrivelsen]. Men dere trenger-	LP: Lærer belyser påstanded
63 [14:36] Eg tenkar at viss det ledar godt nok strøm, så skulle det jo(...)	63 argumenterer mot lærer sin påstand
L0 [14:38] Lampa bjinne å lyse.	
63 [14:39] Ja.	

Tabell 4.2.2.b: Dialogutdrag som eksempel på påstand fra læreren eleven er enig i (LP).

Utsagn	Kategorisering
F0 [10:34] Jo, de har kraftig ionisk karakter. Altså, hydrogen(...)	LP
63 [10:38] Det e jo en dipol...	63 argumenterer for lærer sin påstand

### 4.2.3 Observasjon

En av de mest undervurderte formidlingsformene og undervisningsaktivitetene er observasjoner av fysiske fenomen og prinsipp (Dewey, 1909; Angell et al., 2011). Ikke at observasjoner er det eneste en skal drive med i fysikkundervisningen. En må også huske på særegenheten ved fysikkfaget; at ikke alt kan observeres med det blotte øye; en kan ikke se et elektron. Derimot kan elektroner observeres gjennom målinger. Uansett blir elektroner værende som et navn på en teoretisk ide.

#### OBS - Observasjon

Eleven gjør en observasjon med det blotte øyet som får eleven til å komme med utsagn som inneholder forkunnskaper. Det kan enten være at eleven trenger en avklaring på hva som er årsaken til observasjonen (tabell 4.2.3.a), eller hva som observeres (tabell 4.2.3.b).

Tabell 4.2.3.a: Dialogutsagn som eksempel på en observasjon hvor eleven trenger en avklaring på hva som er årsaken til observasjonen (OBS).

Utsagn	Kategorisering
57 [11:13] Er det meningen at dette skal sje? [57 til F0. F0 er ikke til stedet da 57 spør]	OBS: 57 gjør en observasjon av måleoppsettet, og ser at karbonelektroden har blitt brunaktig.
F0 [11:15] AT?	F0 har ikke ankommet gruppen enda, så han ser ikke <i>dette</i> .

57 [11:15] Det skal bli sånn? [løfter opp elektrodene CuCl-løsningen, og holder de fram for F0]	57 gjentar spørsmålet, og angir hvor <i>dette</i> finner sted, ved å løfte opp elektrodene. 57 spør for å få avklart hvorfor dette skjedde.
F0 [11:15] Øhhh, Nei!	F0 svarer 57.

Tabell 4.2.3.b: Dialogutsagn som eksempel på en observasjon hvor eleven trenger en avklaring på hva som observeres (OBS).

57 [06:39] E DET kobberklorid? [peikar]	OBS: 57 gjør en observasjon av en rundkolbe med CuCl-løsning, og stiller så et spørsmål for å få avklart hva som observeres.
33 [30:29] Er det magnesium? Men hvor er kopperen hen? [ser på det oppstilte utstyret til forkobringsøvelsen]	OBS: 33 gjør en observasjon og stiller et spørsmål for å avklart hva som observeres.

### 4.3 Forkunnskaper i kategoriene

Forkunnskaper kommer til uttrykk eksplisitt og/eller implisitt. Gjennom analysen av videoene ble det identifisert tre ulike måter forkunnskaper ble brukt (og ikke brukt) på: 1. Mangel på forkunnskap, 2. Forkunnskap i form av faktum, og 3. Forkunnskap som kommer til uttrykk gjennom resonnering. Her greier jeg ut hva som kjennetegner kategoriene, og hvordan de skiller seg fra hverandre. I parentes står en konsis hurtigforklaring på hva de respektive kategoriene representerer. Under kategorinavnet og hurtigforklaringen følger en utgreiende presisering av kategorien:

#### 4.3.1 Mangel på forkunnskap

**ForMang** - (Forkunnskapmangel - der det kommer til syne at det mangler forkunnskap)

ForMang identifiseres ved at eleven besvarer SPM-kategorien (tabell 4.3.1.a) eller OBS-kategorien (tabell 4.3.1.b og tabell 4.3.1.c) ukorrekt. Enten ved at feil ide, prinsipp og/eller begrep trekkes inn, eller at svaret ikke er relevant for / er et svar på spørsmålet eller observasjonen. Det som kan være lett å overse, er at når elevene uttrykker mangel på en eller flere forkunnskaper, så er forkunnskap present. Det vil si at om en eleven besvarer et spørsmål



feil, eller gir et svar som ikke er relevant for spørsmålet, kommer eleven sin forkunnskaper som uttrykkes i skyggen av mangelen på forkunnskaper (tabell 4.3.1.a, tabell 4.3.1.b og siste utsagn i tabell 4.4.2). I tabell 4.3.1.c viser jeg på hvilken måte ForMang er en “streng” kategori. Med det menes at teoritimene elevene har hatt i forkant; de har gått gjennom bakgrunnsteorien for de tre forsøkene, skal legge grunnlag for teoriforståelsen bak forsøket og utstyret. Det betyr at om en elev har glemt at det er kobberet i CuCl-løsningen som skal forkobre mynten, så regnes det som en mangel på forkunnskap (tabell 4.3.1.c).

Tabell 4.3.1.a: Dialogutsagn som eksempel på et eleven besvarer SPM-R ukorrekt.

Utsagn	Kategorisering
63 [05:11] Hypotesen, det e jo då: Magnesiumet kommer til å lyse med en hvit og sterk flammæ. Åsså kommar vi til å få hvitt sot, av en ellar aen grunn [mens han ser på forsøksbeskrivelsen].	ForMang: Vet ikke hvorfor en får hvitt sot. Mangler forkunnskap om oksidering av metaller som øvelsen forutsetter.

Tabell 4.3.1.b: Dialogutsagn som eksempel på at eleven resonnerer ukorrekt.

63 [22:58] Koffor e det salt ikkje ledar reint [tørt]. [Stikker elektrodene ned i begerglasset med tørt salt] Kan det ha med mellomrommet mellom krystallene å gjøre?	ForMang: 63 mangler kunnskap om hvorfor salt ikke leder tørt. Det har ikke noe med mellomrommet mellom krystallene å gjøre. 63 ytrer det faktum at salt ikke leder strøm når det er tørt, og kommer inn på at ordet krystall er relatert til strukturen av salt. OBS: 63 observerer at tørt salt ikke leder strøm, og gir en mulig forklaring på hvorfor.
---	---

Tabell 4.3.1.c: Dialogutsagn som eksempel på at eleven ikke forstår observasjonen av oppsettet til forkobringsforsøket.

33 [30:29] Er det magnesium? Men hvor er kopperen hen? [ser på det oppstilte utstyret til forkobringsøvelsen]	ForMang: Vet ikke at det er kobberet i CuCl-løsningen som er den kobberet som forkobrer mynten. OBS: 33 forstår ikke observasjonen og stiller spørsmål.
---	---

### 4.3.2 Present forkunnskap

I alle faglige utringer i det analyserte materialet kom forkunnskaper til syne (når de ikke fremstod som ForMang). Gjennom å identifisere forkunnskapene som faktisk kommer til uttrykk hos elevene i materialet, ble det funnet at elever har mange forkunnskaper, som de tok i bruk. ForFakt- og ForRes-kategoriene brukes for å peke på forkunnskapene som kommer til uttrykk i elevenes utsagn. Analysen viste at det var grunnlag for å skille mellom to måter forkunnskaper ble brukt på: Fremlegging av faglige fakta (ForFakt) og bruk av faglige fakta i et resonnerende innspill i dialogen (ForRes). Forkunnskapene som er present brukes på to måter: ForFakt og ForRes.

#### **ForFakt** - (Forkunnskapen kommer til uttrykk gjennom fakta)

Forkunnskapene som kommer til uttrykk gjennom fakta, kommer i form av teoretisk faktum (tabell 4.3.2.a), observasjonsfaktum (tabell 4.3.2.b), utstyrsfaktum (tabell 4.3.2.a og tabell 4.3.2.c) og nomenklaturfaktum (tabell 4.3.2.d). I ForFakt-kategorien blir ikke forkunnskapen brukt til resonnering.

Tabell 4.3.2.a: Dialogutsagn som eksempel på teoretisk faktum og utstyrsfaktum (ForFakt).

F0 [08:40] Så du menar at det derre blå greiene e den løsningen?	SPM-L
33 [08:43] Ja.	ForFakt: Utstyrsfaktum: blå væske = CuCl-løsning.
F0 [08:44] Det e følsomt for elektrisk spenning som batteriet?	SPM-L
33 [08:50] Ja.	ForFakt: Teoretisk faktum: Vet at løsningen med slike salter kan lede strøm.
F0 [08:51] Så det e ladde partiklar?	SPM-L
33 [08:52] Ja.	ForFakt: Teoretisk faktum: Vet at ioner er ladde partikler.
F0 [08:53] Ka kallar man det?	SPM-L

33 [08:55] Ioner.	ForFakt: Teoretisk faktum: Kjenner til ioner.
-------------------	---

Tabell 4.3.2.b: Dialogutsagn som eksempel på observasjonsfaktum (ForFakt).

Utsagn	Kategorisering
63 [17:01] Hær loktar det og [sitter med nesen ned i begerglasset].	ForFakt: Observasjonsfaktum.
63 [17:10] Det loktar klor her og.	ForFakt: Observasjonsfaktum. Har erfaring med klorlukten.

Tabell 4.3.2.c: Dialogutsagn som eksempel på utstyrsfaktum (ForFakt).

33 [18:10] Åsså, hva hetar den hvite greien?	SPM-E
33 [18:13] Den derre hvite greien– [pekende mot avtrekksskapet].	SPM-E: Presiserer.
26 [18:15] Skål.	ForFakt: Utstyrsfaktum: Vet hva den <i>hvite greien</i> de brant magnesiumbånd i heter.
63 [18:16] Skålen?	ForFakt: Utstyrsfaktum: Vet hva den <i>hvite greien</i> de brant magnesiumbånd i heter.
33 [18:17] Kaller du det bare skål?	SPM-E
26 [18:18] Ja, d e en skål.	Presiserer.
63 [18:21] Porselensskål	ForFakt: Utstyrsfaktum: Vet at skålen er laget av porselen.

Tabell 4.3.2.d: Dialogutsagn som eksempel på nomenklaturfaktum (ForFakt).

L0 [09:48] Åsså er litt da forsøket ikke sant at, å se hva som blir danna oppi der, ikke sant? Så ska selvfølgelig dere, dere som er så smarte, skjønne, dere skal vite hva dette her er. Det vet dere med en gang, ikke sant?	SPM-L
63 [10:02] Nei?	ForMang

33 [10:03] Magnesiumoksid.	ForFakt: Nomenklaturfaktum: Vet at MgO er magnesiumoksid.
----------------------------	---

**ForRes** - (Forkunnskapene kommer til uttrykk gjennom resonnering)

Denne kategorien beskriver innspill i dialogene der forkunnskapene blir brukt til resonnering. Forkunnskapene kommer til uttrykk gjennom å forklare en observasjon, gi et resonnerende svar på verbale og/eller skriftlige spørsmål og for å gi en respons på en påstand. Resonnementene er knyttet til utstyr, observasjoner, spørsmål, avklaring av fakta og erfaringer. Resonneringen kommer i letende, avklarende og konkluderende form. Der den letende resonnering forekommer skjer forhandling mellom lærer og elev (*trejderom*) (tabell 4.3.2.e). Der avklarende resonnering forekommer, viser eleven naturvitenskapelig forståelse som kvalifiserer til *andrerom* (4.3.2.f). Der konkluderende resonnering forekommer, konkluderer eleven med naturvitenskapelig teoriforståelse (tabell 4.3.2.g).

Tabell 4.3.2.e: Dialogutsagn som eksempel på letende resonnering (ForRes).

Utsagn	Kategorisering
F0 [09:30] Ekje det rart at det [tørt salt] ikkje ledar strøm, då? Det e jo ionar, det derre der då?	SPM-L
33 [09:44] Det er vel sikkert at bindingen– eller... flyter ikke i fastform. ...saltkrystall....	ForRes: Letende resonnering: Kjenner til ordet binding, at salt ikke er flytende i fastform, og at salt har en krystallstruktur. Disse faktaene kommer til uttrykk gjennom resonnering.
63 [09:55] Eg tror det har noe med på en måte selve oppbygningen, for de e jo krystallar .... I væsken e det jo mye mer... på en måte sammæn.	ForRes: Letende resonnering: Gjennom resonnering kommer det til uttrykk at grunnen til at tørt salt ikke leder strøm, har noe å gjøre med oppbygningen [strukturen] til salt, og at oppbygningen er annerledes i væske.

Tabell 4.3.2.f: Dialogutsagn som eksempel på avklarende resonnering (ForRes).

63 [10:59] Ja, men eg tror det har noe med at det e en dipol og gjøre. Det e jo det som gjør at det løsar opp saltet. Det at vannet e en dipol. Den positive her går til den negative polen, og, vann– den positive til andre siden [gestene er ikke synlige på videoopptaket].	ForRes: Avklarende resonnering: Eleven syner å være trygg på fakta og sammenhenger, som anvendes i en konkret situasjon. Vann er en dipol, og det er derfor salt løses i vann.
---	--

Tabell 4.3.2.g: Dialogutsagn som eksempel på konkluderende resonnering (ForRes).

63 [18:23] Jaja, så– det e jo klor. For de e jo elektrolyse så skjer.	ForRes: konkluderende resonnering: Det <i>er</i> klor, siden det foregår elektrolyse
---	--

#### 4.4 To eksempler på dialogutdrag med kategorisering med fem av kategoriene

Disse to dialogutdragene viser kompleksiteten som de kategoriserte sekvensene er en del av. Dialogen veksler mellom de ulike triggerne og de ulike måtene forkunnskapen kommer til uttrykk på. Tabell 4.4.1 og tabell 4.4.2 viser hvordan dynamikken i kategoriseringen foregår over et lengre dialogutdrag. Siste utsagn i tabell 4.4.2 er et eksempel på hvordan resonnement som er ukorrekte, allikevel uttrykker forkunnskaper (som vi var inne på i kapittel 1.1).

Tabell 4.4.1: Dialogutdrag som eksempel på SPM-L-, , LP-, ForFakt- og ForRes-kategoriene.

Utsagn	Kategorisering
F0 [07:01] Ka har dere sett? Viss vi tar observasjonene.	SPM-L
33 [07:04] Kobberet har blynt å klynge seg fast på kronestykket.	ForFakt
F0 [07:09] Koffor tror dere det e kobbar?	SPM-L
33 [07:12] Kobberet, æh(...)	
F0 [07:13] Altså, vi ser at det e komt noe på kronestykket, det e eg enig i. Men det e feil farge.	LP

33 [07:17] Det e på grunn, åja, det e på grunn av at det e en kobberløsning den e i.	ForFakt
F0 [07:22] Okei, det e det ene hintet. E det andre ting du kan bruke som hint på ka som e komt på mynten?	SPM-L
33 [07:24] Hæ?	
F0 [07:25] E det andre ting du kan bruke for å være tryggare på at det er kobber som e komt på mynten?	SPM-L
33 [07:30] Øh, vel– Det ser ut som kobber.	ForFakt
F0 [07:33] Ja, det ser ut som kobber.	LP
63 [07:35] Det ser ut som kobbar. Åsså vet vi her at kobbare e positivt ladd så det går mot den negative(...)	ForRes

Tabell 4.4.2: Dialogutdrag som eksempel på OBS-, LP-, ForMang og ForRes-kategoriene.

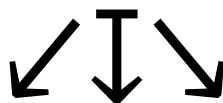
<b>Utsagn</b>	<b>Kategorisering</b>
63 [24:30] Øh, men, en ting: No når vi hålt på med å teste dette her, så kjennte vi at det kom sånn klorlokt herfra og.	OBS
L0 [24:44] Det er kanskje fordi de her er brukt i det andre forsøket ved en tidligere anledning [pekende på elektrodene som 63 holder opp].	LP
63 [24:48] Det har ikkje noe med at det er klorioner her og?	ForRes
L0 [24:50] Nei, for det vil ikke være nok næring.	LP

63 [24:56] fordi klore vil jo gå til den ene [elektroden/polen], og natriume til den andre [elektroden/polen].	ForRes, ForMang: Vet ikke at elektrolyse av vann har et lavere reduksjonspotensial enn redusering av Na <sup>+</sup> .
--	--

## 5 Diskusjon

Resultatene mine viser at de gangene elevene blir trigget til å uttrykke sine forkunnskaper, eller kommer med utsagn som viser mangelen på slike, er det tre type triggere som situasjonen er kjennetegnet av: påstand, spørsmål eller observasjon. Elevene sine forkunnskaper, og mangel på slike, kommer til uttrykk gjennom elever sine resonnement for å forklare observasjoner eller fenomen på en naturvitenskapelig måte. Dette, med figur 5, er mitt svar på forskningsspørsmålet.

Spørsmål	Spørsmål fra skriftlig materiale (SPM-R) Spørsmål fra medelev (SPM-E) Spørsmål fra lærer (SPM-L)
Påstand	Påstand fra lærer (LP)
Observasjon	Eleven gjør en observasjon, og agerer (OBS)



Mangel på forkunnskap (ForMang)	Faktaforkunnskap (ForFakt)	Forkunnskapsresonnement (ForRes)
------------------------------------	-------------------------------	-------------------------------------

Figur 5: En illustrativ oppsummering av kategorier utviklet gjennom analysen. Når en elev kom med et utsagn som inneholdt forkunnskap(er), ble utsagnet trigget av et spørsmål, en påstand eller en observasjon.

Et overraskende funn var at elevene i studien *konkluderende resonnerer* for å overbevise og trekke naturvitenskapelige slutninger. I min analyse så jeg at de gangene elevene resonnererte konkluderende, ble de trigget av et spørsmål fra lærer (LP). Det betyr ikke at hver gang LP var

triggeren, så resonnerte elevene konkluderende; men hver gang elevene resonnerte konkluderende, så var LP triggeren. Et annet mønster jeg fant var at når elevene ble trigget av et ja/nei-spørsmål, forekom det ikke resonnering som respons på dette; ingen ja/nei-spørsmål ble oppfulgt med resonnering.

I fysikkopplæringens mål i læreplanen, står det flere ganger *gjøre rede for og drøfte/forklare kvalitativt*, noe som peker på at målet for opplæringen er at eleven skal være i stand til å analysere fysikkproblem (Utdanningsdirektoratet, 2006). Om en ser dette opp mot kategoriene jeg fant, synes de å være konsistent med ønsket om at norske elever er i stand til å forsøke å resonnerer, for å forklare observasjoner og fenomen på en naturvitenskapelig måte. Kategoriene mine er konsistent med tidligere forskning: Jeg leser at Chin (2007) hevder at spørsmål kan fungere stimulerende for å få frem synspunkt med forkunnskaper. Jeg leser at Aufschnaiter et al. (2008) hevder at argumentasjon kan fungere stimulerende for å bevisstgjøre læreren på elevenes forkunnskaper. Jeg leser at Giere (1997) i Angell et al. (2011) hevder at observasjoner spiller en sentral rolle i hypotetisk-deduktiv modellbygging, og derfor kan stimulere til at elever resonnerer verbalt, være en mulig forklaring på funnene.

I kapittel 4.3.2 så vi under ForRes-kategorien eksempler på tre variasjoner innen denne: *letende, avklarende og konkluderende* resonnering. Den letende resonneringen er et kjennetegn på at eleven er i tredjerom. Den avklarende resonneringen er et kjennetegn på at eleven er i overlappet mellom tredjerom og andrerom (se figur 2.4). Den konkluderende resonneringen er et kjennetegn på at eleven er i andrerom (helt til høyre på figur 2.4).

I ForMang-kategorien, som omhandlet elevene sine mangler på forkunnskap, bekreftet analysen at mangler på forkunnskaper kan være en utfordring for læring og undervisning. Denne bekræftelsen at elevene manglet forkunnskaper viser til viktigheten av læreren differensierer opplæringen slik at ikke de faglig-svakeste faller av. Dette er i tråd med Gijlers & Jong (2005). ForMang er et kjennetegn på at eleven ikke forserte dørstokkmila (se figur 2.4).



I ForFakt-kategorien bidro elevene med relevant fakta. Dette i seg selv var viktig for situasjonen, men ikke nok til at eleven resonnerer. ForFakt er et kjennetegn på at eleven forserer dørstokkmila.

Konsekvensen dette får for praktisk arbeid i naturfag, er at undervisningen med fordel kan legges opp slik at elevene får velplasserte påstander fra lærer, som metode til å stimulere i gang faglig resonnering.

Med utgangspunkt i læreplanen, som sier at mennesket siden tidens morgen har søkt etter forståelsen for fenomen i naturen og universet, kan fysikk med fordel ses i sammenheng med både filosofisk og samfunnsmessig nytte, så vel som i et historisk perspektivet (Angell et al., 2011). Fysikk har utviklet seg gjennom tidene som et (mulig) svar søken etter forklaringen på naturen. Det er derfor viktig at fysikk i skolen ikke bare består av en kvantitativ løsningstilnærming, men blir drøftet kvalitativt, så vel som kvantitativt.

Feilkildene for min analyse og mine funn blir utgreid nedenfor. Feilkildene består av:

1. Forskningsdeltakerne, 2. Videomaterialet, 3. Transkripsjonen, og 4. Kodingen.

### **5.1 Forskningsdeltakerne**

Det at kategoriene bare har blitt testet opp mot ni elever gjennom tre forsøk, kan det rettes kritikk mot. Kategoriene er i så måte bare ideer, men deres styrke er at det jeg positivt har funnet, er troverdige beskrivelser av noe som forekommer da det er forankert i rike data. Det kan finnes flere relevante kategorier og variasjoner inne disse enn jeg har funnet, men kategoriene jeg har funnet blir ikke mindre gyldige (valide) av den grunn.

### **5.2 Videomaterialet**

Jeg hadde ingen mulighet til å påvirke videoopptakene på noen måte, da disse ble tatt opp uten at jeg kjente til det, før etter at alle opptakene var gjort. Forsker og lærer og medelever kan ha

influert hverandre, og videopptakene, på en måte som gjør at videomaterialet ikke er like autentisk som skolehverdagen uten kamera, forsker og en annonsert forskningssituasjon.

### **5.3 Transkripsjonen**

Under transkriberingen gjorde jeg tale med tilhørende tonefall, gester og lynne om til tekst. Det verbale ble skrevet ned som et utsagn uten indikatorer på tonefall. Gestene ble skrevet i klammer bak utsagnene. I denne prosessen, fra video til tekst, kan små detaljer ha blitt visket ut eller forsvunnet. Det kan være elever sine ansiktsreaksjoner og gester kamera ikke har fanget opp. Jeg transkriberte ikke tale jeg ikke hørte, og denne talen kan ha vært av betydning for det sagte og usagte.

### **5.4 Kodingen og kategoriseringen**

Gjennom kodingen, og spesielt i overgangen til kategorier, ble utsagn smeltet sammen gjennom fellestrekk jeg tolket at var der. Siden det er jeg som tolket, jeg som kategoriserte og jeg som sjekket kategoriene opp mot transkripsjon og video, har jeg forenklet virkeligheten. Jeg har også forenklet sekvenser med utsagn, ved at det er fellestrekk mellom sekvensene jeg bygget videre på, og dermed kom ikke alle utsagn med i kodingen og utarbeidningen av kategoriene.

### **Veien videre**

Videre forskning kan med fordel gå i dybden på mine variasjoner i ForRes-kategorien. En kan også se om resonneringen avhenger av om læreren stiller spørsmål, kommer med en påstand, eller inntar en rolle hvor det argumenteres mot eleven, slik at eleven må argumentere for den naturvitenskapelige oppfatningen han har. En annen ting som hadde vært interessant å se på, er hvordan eleven hadde respondert om han fikk en gal påstand og/eller et galt argument, istedenfor å skulle bekrefte en korrekt påstand / et belærende utsagn. Hadde han godtatt den feile påstanden og/eller det feile argumentet, og bare svart *ja*, eller hadde han med en naturvitenskapelig forankring argumentert tilbake?

## Referanser

- Angell, C., Bungum, B., Henriksen, E. K., Kolstø, S. D., Persson, J., & Renstrøm, R. (2011). *Fysikkdidaktikk*. Kristiansand: Høyskoleforlaget AS - Norwegian Academic Press.
- Aufschnaiter, C. V., Erduran, S., Osborne, J., & Simon, S. (2008). Arguing to Learn and Learning to Argue: Case Studies of How Students' Argumentation Relates to Their Scientific Knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(10), 101-131.
- Bhabha, H. K. (1994). *The location of culture*. London: Routledge.
- Chin, C. (2007). Teacher Questioning in Science Classrooms: Approaches that Stimulate Productive Thinking. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(6), 815-843.
- Dewey, J. (1909). *How we think*. London/Boston: Heath.
- Dimensjonsanalyse. (2009, 14. februar). I Store norske leksikon. Hentet 05.04.2016 fra <https://snl.no/dimensjonsanalyse>.
- diSessa, A. A. (1993). Toward an Epistemology of Physics. *Cognition and Instruction*, 10(2-3), 105-225.
- Dysthe, O. (1995). *Det flerstemmige klasserommet*. Oslo: Ad Notam Gyldendal.
- Dysthe, O. (2001). *Dialog, samspill og læring*. Oslo: Abstrakt forlag AS.
- Feynman, R. P., Leighton, R. B., & Sands, L. M. (1963). *The Feynman lectures on physics*. Reading, Mass.: Addison-Wesley Pub. Co.
- Giere, R. N. (1997). *Understanding Scientific Reasoning*. Forth Worth: Harcourt Brace College Publishers.
- Gijlers, H., & de Jong, T. (2005). The Relation between Prior Knowledge and Students' Collaborative Discovery Learning Processes. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(3), 264-282.
- Grønmo, L. S., Onstad, T., Nilsen, T., Hole, A., Aslaksen, H., & Borge, I. C. (2012). *Framgang, men langt fram*. Oslo: Akademika forlag.
- Hattie, J. A. C. (2009). *Visible learning. A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*. London: Routledge.
- Hopfenbeck, T. N., & Lillejord, S. (2013). Vurdering etter Kunnskapsløftet. I Krumsvik, R. J., & Säljö, R. (Red.), *Praktisk-pedagogisk utdanning - en antologi* (229-250). Bergen: Fagbokforlaget.
- Lemke, J. L. (1990). *Talking science: language, learning, and values*. Norwood: Ablex Publishing Corporation.
- Lie, S., Angell, C., & Kjærnsli, M. (1995). *Kunnskaper og holdninger i realfag i videregående skole*. (TIMSS 1995, Rapport nr. 29). Hentet fra [http://www.timss.no/r\\_3\\_95\\_p3.html](http://www.timss.no/r_3_95_p3.html)
- Lie, S., Angell, C., & Rohatgi, A. (2010). *Fysikk i fritt fall?*. Oslo: Unipub.
- National Research Council (NCR). (2007). *Taking Science to School: Learning and Teaching Science in Grades K-8*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Munthe, E. (2013). Planlegging av undervisning. I Krumsvik, R. J., & Säljö, R. (Red.), *Praktisk-pedagogisk utdanning - en antologi* (203-223). Bergen: Fagbokforlaget.
- Nilssen, V. (2012). *Analyse i kvalitative studier - Den skrivende forskeren*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Utdanningsdirektoratet. (2006). *Læreplan i fysikk - programfag i utdanningsprogram for studiespesialisering*. Hentet 28.04.2016 fra,

<http://www.udir.no/kl06/FYS1-01/Hele/Formaal>

Plug-and-play. (2016). *Oxford Dictionaries*. Oxford University Press. Hentet 18.04.2016 fra:

[http://www.oxforddictionaries.com/us/definition/american\\_english/plug-and-play](http://www.oxforddictionaries.com/us/definition/american_english/plug-and-play)

Säljö, R. (2013). Støtte til læring - tradisjoner og perspektiver. I Krumsvik, R. J., & Säljö, R. (Red.), *Praktisk-pedagogisk utdanning - en antologi* (53-78). Bergen: Fagbokforlaget.

Thorsheim, F., Kolstø, S. D., Andresen, M. U. (2016). *Erfaringsbasert læring*. Bergen: Fagbokforlaget.

Wallace, C. S. (2004). Framing New Research in Science Literacy and Language Use: Authenticity, Multiple Discourses, and the “Third Space”. *Wiley Periodicals, Inc. Sci Ed*, 88, 901-914. doi: 10.1002/sce.20024.

## Vedlegg 1 - Forsøksbeskrivelsen

ØVELSER I TEMA "ENERGI FOR FRAMTIDEN", vår 2014

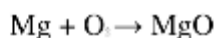
ØVELSE 1: **Forbrenning av magnesium.** I avtrekkskap.

**Utstyr:** Magnesiumbånd, fyrstikker, klype.

**Framgangsmåte:**

**Observasjon:**

**Reaksjonslikning:**



**Balansert reaksjonslikning:**

**Forslag til forklaring:**



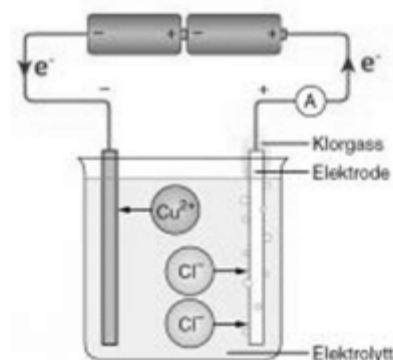
ØVELSE 2: **Forkobring**

**Utstyr:** begerglass, elektroder, ledninger, batteri, krokodilleklemmer, kronestykke, kobberklorid, vernebriller

**Framgangsmåte:** Se på illustrasjonen. Dere skal bruke et kronestykke som elektrode på negativ pol (anoden)

**Observasjon:**

**Forslag til forklaring:**



## Vedlegg 1 - Forsøksbeskrivelsen

ØVELSER I TEMA "ENERGI FOR FRAMTIDEN", vår 2014

### ØVELSE 3: Testing av salt

**Utstyr:** begerglass, NaCl, karbonelektroder, ledninger, strømkilde, lampe, vann, vernebriller.

#### A) Vil tørt salt lede strøm?

**Framgangsmåte:** Stikk to karbonelektroder koblet til batteri ned i tørt salt i et begerglass.

Undersøk om tørt salt leder strøm.

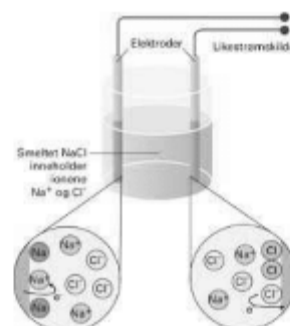
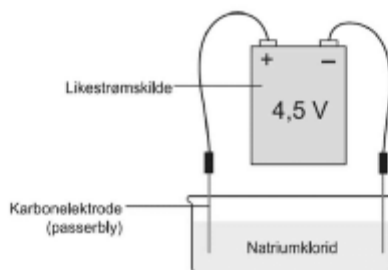
**Observasjoner:**

#### B) Vil saltvann lede strøm?

**Framgangsmåte:** Fyll vann i begerglasset med salt. Stikk elektrodene i løsningen. La det stå noen minutter så saltet løses opp. Observer.

**Observasjon:**

**Forslag til forklaring:**



## Vedlegg 2 - Transkripsjonsveiledning

### Tegnforklaring:

E0, E1, E2 — første elev, andre elev tredje elev.

L0, L1, L2 — første lærer, andre lærer, tredje lærer.

F0, F1, F2 — første forsker, andre forsker, tredje forsker.

Transkripsjonsformat: <karakter> [mm:ss] <utsagn [gest]>

### Transkriberer:

- på den talte dialekten. Fører til økt autentitet.
- adressaten til utsagnet. Marker med pil eller “til”.
  - E0: Kass då? (->L0)
  - E0: Kass då? (til L0)
- utsagn som blir avbrutt, ved å nytte (...) i slutten av setninga. Om setninga blir tatt opp igjen, indikeres dette med (...) i starten av setninga.
  - E0: Kass pinsætt(...)
  - L0: Husk å vær forsiktig!
  - E0: (...)skal vi brukæe?
- utsagn som ikke oppfattes, ved bruk av ...
  - E0: Kass...skal vi brukæe?
- gester og verbale virkemidler i klammeparantes.
  - Kass av disse pinsættene skal vi brukæe? [holder opp to pinsetter, en i hver hånd].
- pauser ved å benytte tankestrek. Om en setning “dør ut” markeres dette med også med tankestrek.
  - Kass av disse– pinsættene skal vi bruke?
  - Kass av disse pinsættene ska–
- fortellende og beskrivende observasjoner med kursivering.
  - *E0 henter pinsett. E1 tegner skisse av oppsettet. E2 står i kø for å få utdelt kobberklorid. E3 ser tomt ut i luften. Etterpå samles alle rundt oppsettet.*

### Valgfritt kan en transkribere:

- bruken av fagord ved hjelp av kursivering.
  - Kan dette være på grunn av *kobberionene*?
- et ord det blir lagt trykk på, med STORE bokstaver.
  - Kommar det av ENERGIEN i batteriæ?

### Eksempel

81 [00:03] Ser eg teit ut med kamera på hâvve? [pekende mot goprokamera som er oppsatt på hodet].

F0 [00:05] Neida, det ser helt greit ut.

[00:05]-[00:59] *Elevene monterer kameraet på hodet, og setter seg til rette. Læreren tar så ordet.*