

**VEKSLING MELLOM ULIKE FOKUS
I ET UTVALG AV
LÆRERES VEILEDNING AV ELEVER
UNDER PRAKTISK NATURFAGSARBEID**

SVEIN TORE SINNES



Masteroppgave i fysikkdidaktikk

Institutt for fysikk og teknologi

Det matematisk-naturvitenskapelige fakultet

Universitetet i Bergen

8. juni 2015

Forord

Først og fremst vil jeg takke min veileder, Dr. Stein Dankert Kolstø, for gode innspill, konstruktive tilbakemeldinger og hjelpsomme tips i arbeidet med denne masteroppgaven. Dine tilbakemeldinger har vært uvurderlige for meg med min relativt begrensede bakgrunn innen didaktisk forskning og akademisk skriving. Takk også for at jeg fikk tilgang til datamaterialet.

Jeg ønsker også å takke kontorkameratene Nils Petter Hauan og Idar Mestad for å ha tatt godt imot meg og for å ha skapt en hyggelig atmosfære på kontoret vårt. Alle gode samtaler innen alt fra fysikkdidaktikk til religion og til fotball har jeg satt stor pris på.

Elever og lærer som deltok i de studerte undervisningstimene, fortjener også en stor takk. Uten dere hadde dette studiet ikke vært mulig å gjennomføre.

Takk til min gode kamerat Ørjan Mydland Grønsund og min enestående mor, Tove Sinnes, for korrekturlesing.

Avslutningsvis ønsker jeg å rette en stor takk til min flinke og tålmodige kone Helene for all støtte gjennom utdannelsen og arbeidet med denne masteroppgaven. Du er et stort forbilde for meg!

Oppsummering

Det finnes relativt mye forskning på dialog og diskurs i klasserommet. Flere publiserte forskningsartikler tar for seg både utfordringer og muligheter som kan knyttes til klasseromsdialog mellom lærer og elever. Dette studiet har fokusert spesifikt på praktisk arbeid og lærers veiledning av elevgrupper. Dette temaet er relevant for alle lærere som underviser i fysikk og naturfag, men også for lærere som underviser i kjemi, biologi og andre fag som benytter praktisk arbeid.

Målet med oppgaven er å beskrive hvordan læreren går frem for å gi støtte til elevenes forståelsesutvikling i forbindelse med praktisk arbeid. Det vil bli redegjort for ulike samtaletematiske fokus og vekslingen mellom disse.

Studiet ble gjennomført som et kvalitativt observasjonsstudium av en naturfagsklasse på studiespesialiserende studieretning ved en offentlig videregående skole. Totalt tretten elever fordelt på tre grupper og to lærere deltok i de studerte veiledningssamtalene. Datamaterialet ble samlet inn ved hjelp av videoopptak med kameraer som én elev på hver gruppe hadde på seg.

De tre ulike fokusene som veiledningens tematiske fokus vekslet mellom, var utstyr, observasjoner og forklaring. Ulike mønstre bak vekslingen ble observert, og ni av disse mønstrene blir beskrevet som stier. Fem stier førte bort fra forklaring og to stier førte bort fra både utstyr og observasjoner. Disse stiene viste seg stort sett å være initiert av lærer. Lærerens åpenhet for elevenes situasjon trekkes frem som en viktig faktor for veiledningen, og det presenteres et poeng vedrørende fullstendige forklaringer og delvise forklaringer.

Opgaven presenterer også noen tanker om begrepet "korrekthet" og bruk av det i skolen og i denne oppgaven, hvorfor fokusskiftene utgjør en veiledningsdans, at lærerens åpenhet må være mer enn bare tilsynelatende og hvorfor etterspørring av delvise forklaringer ser ut til å være mer effektivt enn fullstendige forklaringer.

Abstract

Dialogue and discourse in science classrooms have been well studied, and multiple articles have been written about both challenges and opportunities related to classroom dialogue between teacher and students. In my master's thesis, I have focused particularly on practical work and teacher's guidance of student groups. This subject is relevant for everyone who is a teacher in science, but also other school subjects that involves practical work.

In this thesis, my aim was to describe how the teacher proceeds in order to facilitate student learning during practical work. I will give an account for different thematic foci and the changing between them.

My method has been a qualitative research of a science class consisting of students in general studies in a public upper secondary school. Thirteen students, divided into three groups, and two teachers took part in the studied dialogues. The raw data for this study consisted of videotaped recordings by a camera that one student on each group was wearing.

The three different foci that were observed in the dialogues were the apparatus, observations and explanation of phenomena. There were observed nine different patterns that appeared when the focus was changed, and these are described as tracks. Five of the tracks lead away from explanations, two tracks lead away from the apparatus and two lead away from observations. The teacher's open-mindedness is reported as a key factor for the success of the dialogue and a point is made about full or partial explanations.

This thesis also presents a few thoughts about the term "correctiveness" and its use in school and in this paper, why changing of foci makes up a guidance-dance, that the teacher's open-mindedness should be more than superficial and why asking for partial explanations seems to be more efficient than asking for full explanations.

Innholdsfortegnelse

FORORD	3
OPPSUMMERING	4
ABSTRACT	5
INNHOLDSFORTEGNELSE	6
INNLEDNING	9
MOTIVASJON FOR OPPGAVEN	9
PROBLEMSTILLING	9
DISPOSISJON TIL OPPGAVEN	10
REVIEW	12
BAKGRUNN OG TEORI	16
HVA ER LÆRING?	16
PRAKTISK ARBEID	17
VEILEDNING AV PRAKTISK ARBEID	18
KOGNITIVE GAP	20
INVENTING WITH CONTRASTING CASES.	20
NÅR SKAL MAN FORELESE FAGUTTRYKK OG EKSPERTFORKLARINGER?	22
KOBLING MELLOM OBSERVASJONER OG TEORI	23
REFLEKSIV DISKURS OG ELEVERS ERFARINGER	24
ELEVIALOG OG -DISKURS	26
EN KOMPLETT TANKEPROSESS	29
NIVÅET PÅ DIALOGEN	32
METODE	33
OM KVALITATIV METODE	33
<i>Subjektivitet, kompleksitet og forforståelse</i>	33
<i>Datamaterialet</i>	34
<i>Åpen koding og konstant komparativ metode</i>	35
OBSERVASJONSSTUDIER	36
<i>Bruk av video</i>	37
VALIDITET OG RELIABILITET	38
<i>Validitet</i>	38
<i>Reliabilitet</i>	40
<i>Dette studiets validitet og reliabilitet</i>	40
ETISKE HENSYN	42
INNSAMLING AV DATAMATERIALET	43
KONTEKSTBESKRIVELSE	45
METODE FOR ANALYSE	47
FOKUSOMRÅDER	49
<i>Fokusområdet "utstyr":</i>	49
<i>Fokusområdet "observasjoner":</i>	50
<i>Fokusområdet "forklaring":</i>	51
PRESISERINGER	53
RESULTATER	54
STIER	54
<i>Stier fra forklaring:</i>	54
Den ukorrekte stien	55
Den unnvikende stien	56
Den korrekte stien	57
Stien med videre tenking	60
Den avbrytende stien	60

<i>Stier fra utstyr:</i>	61
Stien med visshet for utstyr	61
Monteringsstien	64
<i>Stier fra observasjoner:</i>	65
Stien med visshet for observasjoner	65
Den nysgjerrige stien	68
ÅPENHET FOR ELEVENE	70
ETTERSPØRRING AV FORKLARINGER – FULLSTENDIGE ELLER DELVISE	77
<i>Fullstendig forklaring</i>	77
<i>Delvis forklaring</i>	79
DISKUSJON	82
KORREKTHET	84
VEILEDNINGSDANSEN	87
ÅPENHET FOR ELEVENES FORSTÅELSESPROBLEMER	90
FORKLARINGSFOKUS	93
IMPLIKASJONER FOR UNDERVISNING	95
FORSLAG TIL VIDERE FORSKNING	96
REFERANSELISTE	98
VEDLEGG 1 – OPPGAVEBESKRIVELSE	100
VEDLEGG 2 – TRANSKRIBERINGSMAL	102

Innledning

Motivasjon for oppgaven

Høsten 2010 startet jeg på integrert lektorutdanning ved Universitetet i Bergen. Siden den gang har jeg opplevd mange timer med praksis – både observasjonspraksis, praksis i samarbeid med en medstudent og praksis på egenhånd. Lærerens samhandling med elevene har alltid interessert meg, og etter hvert som min teoretiske bakgrunn har blitt sterkere, har jeg også blitt mer engasjert i temaet. Mine erfaringer fra praksisperioder, vikartimer og lærerstilling på deltid har også vært med på å styrke mitt engasjement for temaet dialog.

I løpet av studiet har jeg vært innom emner som matematikdidaktikk, realfagdidaktikk, naturfagdidaktikk og fysikdidaktikk i tillegg til emner innen pedagogikk. I forkant av denne masteroppgaven tok jeg også et spesialpensumsemenne som fokuserte på erfaringer, dialog og læring. Dialog har vært et sentralt tema i alle disse emnene, og de ulike emnene har utvilsomt vært med på å utvikle min interesse for dialog.

Dialog opplever jeg som en sentral del av undervisningen og elevenes forståelsesutvikling. Jeg opplever også at dialog kan være utfordrende og mindre effektiv enn ønsket. Bevisstgjøring på ulike aspekter ved dialog tror jeg kan føre til en mer effektiv veiledning og undervisning. Det er jeg veldig glad for at jeg kan komme med et bidrag til gjennom denne mastergradsavhandlingen.

Problemstilling

Som elev i videregående skole og gjennom min erfaring som lærerstudent og lærer har jeg opplevd mye veiledning fra både lærers og elevs ståsted. Utbyttet av denne veiledningen har vært svært varierende; fra at det har gått opp et lys til at man, som elev, har blitt sittende igjen i en fullstendig tåke. Det er ingen tvil om at det finnes mange ulike forklaringer på hvorfor veiledning er mer vellykket i noen tilfeller enn i andre.

Elevvariasjoner, klassemiljø, forholdet mellom lærer og elev, fagstoffet veiledningen er knyttet til og elevenes motivasjon er blant faktorene som naturligvis spiller inn på hvorvidt en veiledning vil være vellykket eller ikke. Jeg har ønsket å se mer spesifikt på lærerens rolle og selve veiledningen enn de andre omkringliggende faktorene. Det betyr imidlertid ikke at jeg ikke anerkjenner dem som viktige, men at jeg har valgt ut lærerens rolle i veiledningen som den faktoren jeg vil se nærmere på.

Problemstillingen for denne oppgaven har vært følgende:

Hvordan går læreren frem for at elevene skal få økt forståelse for naturvitenskapelige konsepter gjennom veiledning av praktisk arbeid? Hvilke ulike fokusområder veksler veiledningssamtalen mellom, og hva kjennetegner slike skift av fokus?

Disposisjon til oppgaven

Oppgaven er skrevet for å følge IMRAD-strukturen, som er standarden i vitenskapelige artikler. IMRAD er et akronym for *Introduction, Method, Results and Discussion*.

Introduksjonsdelen av oppgaven består av kapitlene *Innledning, Review og Bakgrunn og teori*. Disse kapitlene er skrevet for å gi en beskrivelse av bakgrunnen og teoriene som utgjør min forforståelse og den forskningen som er relevant for dette temaet. Her blir problemstillingen presentert sammen med oversikt over teorigrunnlaget for oppgaven.

Metodekapittelet gir en generell introduksjon til kvalitativ metode og observasjonsstudier som er relevant i denne oppgaven. Videre omtales validitet og reliabilitet før det følger en beskrivelse av innsamling av datamaterialet, studiets kontekst og analysen i oppgaven.

I resultatkapittelet presenteres resultatene av studiet. Her presenteres de ulike stiene for veksling av fokusområder som er funnet, lærerens åpenhet som en faktor for veiledningens kvalitet og observasjoner knyttet til etterspørring av elevenes forslag til

forklaringer. Dette er ment å gjøres på en grundig måte for å gi leseren et bilde av de observasjonene som har blitt gjort.

Avslutningsvis følger diskusjonsdelen hvor resultatene blant annet diskuteres i lys av den teorien som ble presentert i introduksjonsdelen. Her oppsummeres også de viktigste hovedfunnene og konklusjonene som kan trekkes ut fra dette studiet. Forslag til videre forskning nevnes også til slutt.

Review

Det finnes relativt mye forskning på dialog og diskurs i klasserommet. Flere publiserte forskningsartikler tar for seg både utfordringer og muligheter som kan knyttes til klasseromsdialog mellom lærer og elever. Howe og Abedin (2013) har plukket ut 225 studier fra 1972 til 2011 som omhandler klasseromsdialog. Her vises det at cirka en tredjedel av studiene (76 av 225) fokuserer på ett eller færre klasserom, i likhet med denne oppgaven, men også at nesten halvparten (107 av 225) fokuserer på elever i barneskolealder. Det kommer også frem at bare 59 av 228 (enkelte studier overlappet og ble regnet flere ganger) omhandlet naturfagsklasserom. Ser man nøyere på hvilke typer dialoger som ble undersøkt, viste det seg at en stor del (155 av 225) av studiene omhandlet dialog mellom lærer og elev eller både lærer-elev og elev-elev, men noe under halvparten av studiene (105 av 225) hadde en kvalitativ tilnærming. Samtidig viser Howe og Abedin at det var 59 av artiklene som omhandlet dialogens mønster og at det igjen var 21 av disse som hadde omhandlet innholdet i dialogen. I denne review-artikkelen til Howe og Abedin kommer det heller ikke frem at det har vært nevneverdig fokus på dialog i forbindelse med praktisk arbeid. Blant disse studiene har jeg valgt noen studier som jeg ønsker å kommentere, og disse omhandler ulike diskurser, dialogtyper, spørsmålstilnærminger, formålstyper og innholdsfokus.

Klaassen og Lijnse (1996) foreslår i sin artikkel at lærer og elevers forskjellige diskurser, og dermed tolkning av hverandres diskurser, er et undervurdert problem i klasseromsdialogen. De argumenterer for at både lærer og elever må gjøre sitt ytterste for å forstå hva den andre part mener, for å få en mest mulig fruktbar dialog. Dette illustreres ved et eksempel hentet fra en fysikktime der en lærer og en elev ikke forstår hverandre. Temaet for undervisningssekvensen er statiske krefter og Newtons lover, men eleven og læreren klarer ikke å forstå hverandre og deres bruk av uttrykket "å utøve en kraft". Forfatterne av artikkelen mener at mange didaktikere vil skylde på dårlige forkunnskaper, misoppfatninger, hverdagsforestillinger eller elevens manglende innsats, mens de selv argumenterer for at det som ofte vil være tilfellet, og som eksempelet hans viser, er at lærer og elev har ulik betydning av uttrykket og at det er de ulike diskursene som gjør at elev og lærer misforstår hverandre. Også Gregory J. Kelly (2007) har skrevet et kapittel om diskurs i naturfagsklasserom. Han omtaler, i likhet

med Klaassen og Lijnse, ulike diskurser hos lærere og elever. Blant annet argumenterer han for at det ikke finnes et klart skille mellom lærer- og elevdiskurs og at linken mellom kunnskap og diskurs er svak. Med dette sier han ikke at det ikke finnes ulike diskurser eller at kunnskap og diskurs ikke har noen sammenheng, men at det er vanskelig å finne et klart skille eller en tydelig link.

Diskursen i klasserommet har blitt studert nøye, og det har kommet frem flere ulike dialogtyper som er funnet å være produktive for elevenes læring. Emily H. van Zee og James Minstrell (1997) har studert en måte å føre dialog på som en erfaren lærer hadde valgt til en særskilt kontekst (konteksten utdypes ikke videre). Denne beskrevne måten å føre dialog kalles for *refleksiv diskurs*, og kjennetegnes ved at elevenes utsagn anerkjennes respektfullt av læreren som i sin respons stiller spørsmål tilbake til elevene slik at de kan utdype sin tenking og reflektere videre. Dette gjøres særlig gjennom å gjenta elevenes utsagn med et toneleie som signaliserer interesse. Læreren er også bevisst på å unngå evaluerende respons som antyder hvorvidt han anser elevutsagnet som korrekt. I studiet påviser de at en slik respons typisk fører til elevrespons der elevene utdyper sin tenking. Ved å la flere elever få fremme sine tanker på en slik måte, er ønsket å senke terskelen slik at flere elever tør å delta samtidig som de får reflektert over egen forståelse når de blir bedt om å utdype og argumentere for sine tanker. Forskerne har her fokusert på hvordan læreren utnytter denne spesielle fremgangsmåten for å konstruere en delt forståelse av fysikken gjennom dialog.

Et annet forskningsteam har undersøkt et annet område av klasseromsdiskursen. Scott, Mortimer og Aguiar (2006) har forsket på spenningen mellom *autoritativ* og *dialogisk diskurs* og hevder at enhver undervisningssekvens som sikter mot meningsfull forståelse av naturvitenskapelig kunnskap, må inneholde begge typer diskurs. Artikkelforfatterne klassifiserer klasseromsdialogen i to dimensjoner, hvor den ene dimensjonen er om diskursen har elevene som aktive deltagere eller ikke, noe de omtaler som interaktiv eller ikke-interaktiv diskurs. Den andre dimensjonen er om diskursen er dialogisk eller autoritativ, og forteller om åpenheten for andre synspunkter enn lærerens. Autoritativ diskurs benyttes når læreren ønsker å fokusere på bare ett synspunkt og fremstille det som det riktige, mens dialogisk diskurs åpner for at andre synspunkter også kan legges frem og anerkjennes på en respektfull måte. De viser eksempler på at alle fire

klassifiseringene har sin verdi og at lærere må være bevisste på valg av diskurs avhengig av hvilken hensikt de har med undervisningen. Fokuset til Scott, Mortimer og Aguiar er ikke hvilke spørsmålstyper som benyttes, men hvilke spesielle pedagogiske formål de ulike diskursene har. Slike ulike formål kan, blant annet, være å utforske, oppsummere og kommentere hverdagsforestillinger, presentere naturfaglige teorier eller samarbeide om å konstruere en forklaring. Slike klassifiseringer av diskurs som både van Zee og Minstrell (1997) og Scott, Mortimer og Aguiar her har foretatt, baserer seg på hvordan elever og lærere snakker, men ikke hva de snakker om.

Det samme gjelder for Christine Chin (2007) som har forsket på lærerens spørsmål i naturfagsklasserom. Chin har analysert klasseromsdialogens struktur og da spesielt fokusert på hvordan læreren utnytter ulike spørsmålstilnæringer for å oppmuntre til produktiv tenking hos elevene. 11 ulike spørsmålstilnæringer har blitt klassifisert i fire ulike kategorier avhengig av kjennetegn på de ulike tilnærmingene og hvilke situasjoner de benyttes i. Også Chin har fokusert på hvordan dialogen foregår, men mindre på hvilke typer innholdselementer dialogen fokuserer på.

Hvilke typer innholdselementer dialogen fokuserer på, har derimot Hamza og Wickman (2013) kommet med et bidrag til. De har studert en veiledningssituasjon hvor en elev har arbeidet med en galvanisk celle. Forfatterne av denne artikkelen er opptatte av å støtte elevene ved å fokusere på enkeltdeler av utstyret og enkeltobservasjoner, og argumenterer for at det er en viktig del av stillasbyggingen (støtten elevene bruker for å bygge en solid forståelse (Woolfolk 2004)) når elevene arbeider praktisk. To nøkkelbegreper i artikkelen er *taxonomic investigations* og *correlational investigations* (Hamza & Wickman 2013, s. 117), og forfatterne påpeker viktigheten av slik veiledning. *Taksonomiske undersøkelser* er situasjoner hvor lærer og elev sammen skjelner og navngir de ulike delene av utstyret de arbeider med. *Korrelasjonelle undersøkelser* finner sted når lærer og elev diskuterer og undersøker korrelasjoner og kausale sammenhenger. Dataene til denne artikkelen er hentet fra en situasjon som ikke er en autentisk undervisningssituasjon. Elevene som har deltatt i forsøket har vært inne på et eget rom og samtalt med den ene artikkelforfatteren på tomannshånd. I motsetning til denne masteroppgaven omtaler ikke artikkelen veiledning som foregår i en autentisk undervisningssituasjon i et klasserom.

Selv om dialog i klasserommet har vært nøye studert av mange ulike forskere, mener jeg at denne masteroppgaven er et relevant bidrag til denne forskningen. Et kvalitativt studium med fokus på innhold i veiledning der elevene har vært engasjert i praktisk arbeid, treffer et lite undersøkt område. De ovennevnte studiene har fokusert på elever og læreres diskurs, struktur for dialog, hvordan spørsmål stilles og hvordan dialogen foregår, men hva dialogen fokuserer på, har ikke blitt undersøkt like nøye. Hamza og Wickman sitt bidrag omhandler dialogens fokusområde, men dette er fra et spesialtilfelle knyttet til en kontekst utenfor klasserommet, og ikke slik praktisk arbeid foregår i norsk skole. Derfor mener jeg at denne oppgaven gir et relevant bidrag til forskningen på feltet.

Bakgrunn og teori

Hva er læring?

For å kunne snakke om læring i denne oppgaven, er det nødvendig å ha en definisjon på hva læring er. Studier på elever mellom 14 og 25 år har hatt fokus på å finne mønstre for elevenes utvikling av vitenskapelig forståelse. Disse studiene har vist at minst tre dimensjoner kan brukes for beskrive hvordan vitenskapelig forståelse utvikler seg hos elevene. De tre dimensjonene er: innhold, generaliseringsnivå og tid. Ved disse dimensjonene kan man definere kjennetegn på at læring har funnet sted som:

increased ability to: (a) integrate content elements and sustain an appropriate thematic focus; (b) consider general rules and laws rather than focusing on single objects and phenomena; and (c) more quickly solve tasks and problems.

(von Aufschnaiter et al. 2008, s. 104)

Økt evne til å integrere informasjon er forenelig med et konstruktivistisk læringssyn der det handler om å integrere ny informasjon med eksisterende kunnskap for å finne en ny og kanskje riktigere forståelse. Det å øke evnen til å se sammenhenger mellom ulike nye og erfarte situasjoner krever at man lærer noe nytt (Novak 2002). Den andre dimensjonen er generaliseringsnivå, der økt evne til å vurdere generelle og mer abstrakte regler fremfor å fokusere på enkeltobjekter og -fenomener er definert som kjennetegn på læring. Økt evne til løsning av oppgaver og problemer er også definert som kjennetegn på læring gjennom den tredje definisjonen; tid.

En utfordring ved von Aufschnaiters (2008) kjennetegn på resultat av læring er at de ikke tar høyde for mer sosiokulturelle aspekter som økt evne til å delta i faglige diskurser og praksiser. I skole- og forskningssammenheng er von Aufschnaiters definisjon relevant, da den muliggjør fokus på enkeltindivider som arbeider selvstendig under en test. Ser man derimot på læringens mål om økt evne til deltagelse i diskurser, og at prosessen dit inkluderer samspill med andre, trenger man å supplere von Aufschnaiter. Et annet syn på læring finner vi hos Lemke:

Learning science means learning to talk science. (Lemke 1990, s. 1)

Videre utdyper Lemke dette og forklarer at det også involverer å bruke naturfagets diskurs gjennom lesing, skriving, resonnering, problemløsning og praktisk arbeid i både laboratorium og dagligliv. Å snakke naturfag defineres som en rekke handlinger, som blant annet å observere, beskrive, diskutere, konstruere forklaringer, argumentere og generalisere. Å lære naturfag er, i følge Lemke, altså å lære å kommunisere og opptre som et medlem av naturfagsamfunnet.

Et slikt fokus på kommunikasjon og språk sammenfaller med Roth og Lawless (2002) som fremstiller konstruksjon av kunnskap, eller læring, som en sosial aktivitet. Elevers engasjement og delaktighet i dialogen kan se ut til å ha betydning for elevers holdning til og forståelse av det aktuelle temaet (Waldrip, Prain & Sellings 2013). Elever som får muligheten til å delta i dialogen og dele sine tanker og synspunkter, har større sannsynlighet for å være motiverte og lære (Atwood, Turnbull & Carpendale 2010). Elevene må derfor gjøres til aktive bidragsytere i klasserommet, og det kan gjøres ved elevøvelser der elevene samarbeider i grupper med læreren som en stillasbygger (Säljö 2013).

Praktisk arbeid

En måte man kan engasjere elevene på og gjøre dem til aktive bidragsytere, er ved hjelp av praktisk arbeid. Det er, som Piaget (presentert i Säljö 2013), fra kognitivt perspektiv, argumenterte for, ved å bearbeide verden at våre ideer om den utvikles. Robin Millar (2001) mener at målet med naturfag og vitenskap er å utvikle en forståelse av verden slik at vi kan forklare hendelser og fenomener, og muligens også være i stand til å kontrollere noen av dem. Målet med undervisning i naturfagene mener han derfor må være å hjelpe elevene til å utvikle den delen av forståelsen som samfunnet mener er verdifull for dem. Å utvikle en forståelse som gir mening, oppleves relevant og som vanskeligere glemmes av elevene, krever relevante erfaringer hos elevene og at disse erfaringene aktivt integreres med eldre erfaringer (Dewey 1997/1938 og Novak 2002). Dewey peker på at ved læring der kunnskapen isoleres fra øvrige erfaringer, vil kunnskapen være vanskelig å hente frem ved senere anledninger, og den vil lettere

glemmes. Å gi elevene erfaringer som kan assimileres eller akkomoderes for å opprettholde kognitiv likevekt er grunnleggende i Piaget sin konstruktivistiske læringsteori, og uten førstehånds, praktiske erfaringer med verden er det vanskelig å se for seg hvordan elevene kan utvikle en forståelse av den (Millar 2004). Naturvitenskapelige begreper er ment å beskrive naturen, så for at begrepene skal gi mening for elevene, må elevene forstå hva de beskriver. Teori og begreper kan derfor forstås i lys av observasjoner samtidig som observasjoner forstås i lys av teori. Praktisk arbeid er en nødvendig del av undervisningen i naturfag ettersom man ikke kan forvente at elevene har tilegnet seg den ønskede erfaringen gjennom sin hverdag. Å fremprovosere fenomener og hendelser som ikke er hverdagslige for elevene, er et viktig argument for praktisk arbeid i naturfag.

Angell et. al. (2011) fremhever tre argumenter for at praktisk arbeid skal inngå i undervisning i naturfagene, og et av disse er kognitivt argument som dreier seg om utvikling av forståelse. Fra et kognitivt perspektiv omtaler Novak (2002) *meningsfull læring* og elevenes kognitive strukturer. Han omtaler kunnskap som et nettverk av konsepter og påstander. Når elever integrerer ny kunnskap med det eksisterende nettverket finner meningsfull læring sted. I hvor stor grad læringen kan kalles meningsfull, avhenger av innsatsen eleven legger ned i arbeidet med å utvikle sitt kognitive nettverk. Dersom elever som får lov til å delta i dialog og praktisk arbeid kan forventes å bli mer motiverte (Angell et. al. 2011 og Atwood, Turnbull & Carpendale 2010), kan man også forvente at praktisk arbeid vil føre til mer meningsfull læring. Fra et sosiokulturelt perspektiv vil man kunne hevde at prosessen og målet må inkludere et fokus på språk og deltakelse. Praktisk arbeid aktiviserer elevene og gir dem en mulighet til å delta. Når elever samarbeider om å utføre en praktisk øvelse, vil det kunne innebære at elevene sammen utvikler diskurs og forståelse med hverandre som støttespillere.

Veiledning av praktisk arbeid

De svenske forskerne Karim M. Hamza og Per-Olof Wickman (2013) har studert lærerveiledning i forbindelse med elevs arbeid med en galvanisk celle. Hamza og

Wickman har fokusert på innholdselement i veiledningen, og vist eksempler på at elevene har behov for veiledning og hjelp med å skjelne, navngi og gjenkjenne konkrete deler av den galvaniske cellen i tillegg til sammenhenger og relasjoner som hører til cellen. Grunnregelen for veiledningen i Hamza og Wickman sitt studium var at forskerne skulle initiere en *taksonomisk* eller *korrelasjonell* undersøkelse for å støtte elevenes forklaring av cellen, når dette opplevdes som fornuftig.

Korrelasjonelle undersøkelser innebærer måling og beskriving av korrelasjoner og kausale sammenhenger. Eksempler som vises til i artikkelen, er sammenhenger mellom spenning og tid og mellom tidspunkt for å fjerne en elektrode og forstyrrelse av strømkretsen. Å diskutere hvorvidt disse sammenhengene er relevante for å forklare hvordan den galvaniske cellen fungerer, inngår også i korrelasjonelle undersøkelser.

Taksonomiske undersøkelser fremheves også som viktige aspekter av veiledning i forbindelse med praktisk arbeid. Slike undersøkelser innebærer å skjelne og navngi deler av den galvaniske cellen og prosessene som finner sted. Det kan være å navngi belegg på elektroder eller utdype forskjellen på metaller og metallioner.

We refer to actions in which student and researcher jointly distinguish and name constituents of, and processes in, the galvanic cell during the conversation as taxonomic investigations. (Hamza & Wickman 2013, s. 117)

Hamza og Wickman (2013) sitt budskap er at veiledning av praktisk arbeid ikke bare bør bestå av konseptuelle forklaringer med et høyt generaliseringsnivå, men at det også kan være hensiktsmessig å fokusere på utstyr, observasjoner og prosesser på et mer konkret nivå. Taksonomiske og korrelasjonelle undersøkelser på et konkret nivå kan være viktig for å få elevene til å forstå hvilke konkrete som var relevante å ta med i prosessen med å konstruere en forklaring. På denne måten kan det tydeliggjøres en sammenheng mellom generelle konsepter og konkrete observasjoner og utstyrsdeler.

Our results demonstrate that student learning in science is not only about making connections between a number of big ideas or central concepts of the area in question, but also making these ideas continuous with particular distinctions and

correlations pertaining to the concrete phenomena with which the students are supposed to cope. (Hamza & Wickman 2013, s. 132)

Kognitive gap

Av og til når elever arbeider med praktisk arbeid, kan man observere vanskeligheter med å konstruere en forklaring ved hjelp av observasjonene elevene har gjort. Dette kan ha mange ulike forklaringer, som, for eksempel, at det skyldes manglende forståelse av utstyr eller observasjoner eller at de sliter med å finne en sammenheng mellom de eksisterende forkunnskapene og de aktuelle observasjonene. Disse vanskelighetene må hele veien tas hånd om før man kan gå videre i forklaringskonstruksjonen eller andre deler av det praktiske arbeidet. Hamza og Wickman (2013) omtaler dette som gap elevene møter i møte med aktiviteten. Gapene kan oppstå mellom deltakere eller mellom deltakere og det praktiske arbeidet. Måten å fylle gapene på er, i følge Hamza og Wickman, å utnytte ord, uttrykk og handlinger som allerede er kjent. Det vil si at elevene ikke stiller spørsmål ved dem og at de dermed kan oppleves som trygge og faste holdepunkt. Disse holdepunktene fungerer som midlertidig reisverk mens man sammen utvider strukturene i elevenes kognitive nettverk.

Også John Dewey (1909) omtaler gap i sin bok *How we think*. Han mener at å tenke innebærer å fylle gap i erfaringer og knytte sammen kunnskap og erfaringer som tidligere var isolert. Å fylle eventuelle gap er ikke trivielt, men ved å engasjere elevene til å delta aktivt i prosessen med å fylle gap, i stedet for at de ukritisk aksepterer andres (ofte lærerens) innspill, vil det finne sted en mer permanent tetting. Det gjør at koblingene mellom forkunnskaper og nye erfaringer blir sterkere.

Inventing with contrasting cases.

I sin artikkel har Schwartz et al. (2011) undersøkt oppgaveløsning med to ulike fremgangsmåter. Den ene gruppen som ble undersøkt, arbeidet etter metoden *tell and practice* (T&P). Her ble de undervist ved at de først fikk utlevert instruksjoner for hvordan man skulle finne tetthet. Disse instruksjonene inneholdt eksempler fra hverdagen, formel for tetthet og en eksempeloppgave. Deretter ble de forelest i forholdstall og viktigheten av forholdstall i naturfaget før de arbeidet med oppgaver.

Etter tre dager der det ble jobbet med formler, forelesninger og eksempeloppgaver ble elevene satt til å løse oppgaver der elevene skulle overføre det de hadde lært til de aktuelle oppgavene. Den samme testen ble gitt til en annen gruppe elever som hadde fått en ulik opplæring i forkant av testen. Disse elevene fikk et undervisningsopplegg kalt *inventing with contrasting cases* (ICC), der rekkefølgen på forelesning og oppgaver var snudd om. ICC-elevene fikk utlevert oppgaveark med fire ulike situasjoner der de fikk beskjed om å lage en indeks for å avgjøre, for eksempel, hvilken popcornmaskin som poppet popcorn raskest. Alle oppgavene var kjennetegnet av situasjoner som var kontrastfylte for at de skulle stimulere til problematisering og idégenerering. På slutten av den tredje dagen ble ICC-elevene forelest i bruk av forholdstall og viktigheten av dem, på samme måte som T&P-elevene hadde blitt tidligere.

I tillegg til den umiddelbare testen fikk elevene en forsinket test tre uker senere for å undersøke hvor mye av den tillærte kompetansen elevene kunne overføre og anvende i nye situasjoner. Testresultatene på begge testene ga et veldig klart svar. ICC-elevene hadde en signifikant høyere score enn T&P-elevene. Forskerne bak undersøkelsen argumenterer med dette for viktigheten av relevant erfaring som stimulerer til leting etter sammenhenger før elevene mottar T&P-instruksjon. Standard forelesning er viktig fordi det gir elevene mulighet til å ta del i de forklaringer og løsninger som er utviklet av eksperter. Elevene må få mulighet til å høre og praktisere disse ekspertforklaringene, men resultatene fra studiene viser at det er lurt å vente til elevene har gjort seg noen relevante erfaringer og har utviklet ideer til dypere strukturer. Oppgaver der elevene selv oppdager strukturene som behøves for å finne forholdstall kan brukes som forberedelse for videre læring, da ekspertforklaringene lettere kan aksepteres og gi mer faglig mening. På denne måten kan ekspertforklaringene fremstå som mer forståelige og også mer relevante for elever som har erfaring med å finne forholdstall selv. Å gi elevene direkte instruksjoner der de får tilgang til ekspertforklaringene før de har skaffet seg relevante erfaringer, kan altså fungere som blokkade for elevers læring.

Når skal man forelese faguttrykk og ekspertforklaringer?

Naturfag kan ofte bli sett på som en fagdisiplin med egen tenke- og arbeidsmåte. En disiplin med eget normsett, egne praksiser, egne teorier og egen måte å skrive og snakke på (Roth & Lawless 2002) der dette utvikles gradvis. Før et lite barn er i stand til å snakke med sine foreldre, kan det likevel kommunisere med dem. I starten vil barnet kunne holde opp en gjenstand og vise det til foreldrene. Deretter kan barnet begynne å manipulere gjenstander eller bruke gjenstander til å representere noe annet lenge før det har utviklet evnen til å snakke. Litt av den samme tendensen kan man se i naturfagsklasserom (Roth og Lawless, 2002) der gestikulering ofte kan komme i forkant av verbal kommunikasjon. Den verbale kommunikasjonen utvikler seg også gradvis fra det som, i starten, er et upresist og famlende språk til et mer presist og ekspertisepreget språk. I elevers møte med nye fenomener er de faktiske objektene det som utgjør hoveddelen av deres forklaringer. Etter at elevene har hatt mulighet til å repetere hendelsen som skal forklares, kan gestikulering og peking ofte benyttes i forklaringene deres. Elevene vil så gå stadig mer over til verbal kommunikasjon gjerne akkompagnert av gestikulering og objekter som representerer andre objekter, men denne verbale kommunikasjonen vil da være upresis og famlende ettersom elevene ikke har utviklet forståelse for de mer presise faguttrykkene. I takt med at forståelsen utvikler seg, utvikler også språket seg. Når man har utviklet en viss forståelse av et fenomen, har man kanskje oppdaget at det er behov for å bruke ord som man ikke hadde i sitt vokabular i utgangspunktet. Elevene har da gjort seg relevante erfaringer og oppdaget et behov for å gjøre språket mer presist ved å innføre faguttrykk. På dette tidspunktet vil det kunne oppleves som meningsfullt for elevene uten at det fungerer som en blokkade for læringen.

I dagens skole er dialog og elevers muntlige aktivitet ofte høyt verdsatt. Mange lærere bruker muntlig aktivitet som et element ved karaktersetning, og det kan, av elevene, tolkes dithen at de vurderes av læreren under all dialog. En taktikk som noen elever benytter seg av, er å svare med korte svar bestående av faguttrykk for å gi læreren inntrykk av at eleven har forstått og dermed kan samtale som en ekspert. For læreren kan det av og til være lett å gjennomskue, men mange elever opplever å lykkes med den taktikken. I frykt for å vise sin uvitenhet gjengir eleven faguttrykk og kjente ord, og satser på å overbevise om at han har lært det læreren har forventninger om. John Dewey

(1909) mener at en slik holdning er uheldig og at man bør skape et miljø i klasserommet hvor uvitenhet er sett på som en positiv ting.

Genuine ignorance is more profitable because likely to be accompanied by humility, curiosity, and open-mindedness; while ability to repeat catch-phrases, cant terms, familiar propositions, gives the conceit of learning and coats the mind with a varnish waterproof to new ideas. (Dewey 1909, s. 177)

Dewey argumenterer her for at evne til å repetere puggede faguttrykk gir en innbilt opplevelse av læring og fungerer som et hinder for nye ideer og tanker. I forkant av dette sitatet poengterer Dewey viktigheten av å ha relevante erfaringer som kan gi mening til ord og uttrykk som man lærer. Ord, og dermed også faguttrykk, kan ikke gi mening uten at man har førstehånds, relevante erfaringer og opplevelser som kan knyttes til ordet. Gyldigheten til det utsagnet kan kanskje diskuteres, blant annet når man beveger seg inn i temaer som kvantefysikk og astrofysikk, men i naturfagsklasserom vil det i stor grad være aktuelt. Å strebe etter å gi elevene autentiske og relevante erfaringer før de introduseres for faguttrykk vil kunne ha sin verdi. Fra et kognitivt perspektiv kan faguttrykk være nyttige for å utvide og strukturere elevenes kognitive nettverk (Novak 2002), men elevene må da ha opplevelser og erfaringer som gjør det meningsfullt.

Kobling mellom observasjoner og teori

They stand for these meanings to any individual only when he has had experience of some situation to which these meanings are actually relevant. (Dewey 1909, s. 176)

Som sitatet viser, er Dewey opptatt av at erfaringer er nødvendige for å gi mening til ord og uttrykk. Han mener også at å forsøke å gi mening til et ord uten å skaffe erfaringer med det som ordet er ment til å representere, er å berøve ordet forståelig mening. I skolesammenheng er det ikke bare enkeltord som må gi mening, men også teoremer, modeller, faguttrykk og etablerte, vitenskapelige forklaringer. For elever kan det oppleves utfordrende å se sammenhengen mellom den tidligere lærte kunnskapen og de

nye erfaringene som gjøres. At det kan være utfordrende kan det være mange grunner til. En av grunnene kan være at forklaringene er gitt med et annet språk (Roth & Lawless 2002) enn det noen av elevene er komfortable med. Hvis elever, for eksempel, bruker ord som "pinne" i stedet for "elektrode", kan det være vanskelig å komme på det man tidligere har lært om strøm og at det skal være en positiv og en negativ elektrode.

En annen grunn til at det kan være utfordrende å se sammenhengen mellom erfaringer og teori kan være at den tidligere teoretiske læringen har vært situert læring (Novak 2002) hos elevene. Stort fokus på pugging og reproduksjon av faguttrykk og ekspertforklaringer – for eksempel som taktikk for å få god karakter på en prøve – kan føre til at kunnskapen ikke integreres i eksisterende kognitive strukturer. Dersom den nye kunnskapen ikke integreres i den eksisterende, mener Novak at det fører til at mye av kunnskapen blir utilgjengelig fra langtidsminnet. Å overføre eksisterende kunnskap til den aktuelle situasjonen kan da være utfordrende, og det vanskeliggjør det å koble observasjoner og erfaringer med eksisterende teori.

Å koble observasjoner og erfaringer med teori er en induktiv tankeprosess (Dewey 1909) som krever at man går fra det konkrete til det mer generelle. Økt evne til induktiv tenking og kobling mellom konkrete objekter og generell teori kjenner vi som et tidligere nevnt kjennetegn på at læring har funnet sted.

Refleksiv diskurs og elevers erfaringer

Den tidligere omtalte advarselen mot å innføre faguttrykk for tidlig finner vi likheter til i en tekst av Gregory J. Kelly (2007) som omhandler diskurs i naturfagsklasserom. Kelly er ikke like opptatt av at repetisjon av faguttrykk kan hindre læring og tenkning, men av at tidlig innføring av faguttrykk ødelegger for den lærerike dialogen i klasserommet. Han refererer til et studium hvor elevene fikk avvike fra den tradisjonelle strukturen for klassesamtaler. I dette studiet ga læreren elevene mange muligheter til å bruke hverdagsdiskurs mens de sammen lærte naturfag. Denne diskursendringen gjorde at elevene kunne samhandle mer direkte og holde diskusjoner gående uten påvirkning fra læreren. For læreren er det viktig å skape engasjement hos elevene ved å designe

"educational experiences derived from students' experiences and lifeworlds" (Kelly 2007, s. 456). Å la elevene delta med deres hverdagslige diskurs på et nivå der elevenes erfaringer danner utgangspunkt, er viktig for å skape en lærerik dialog i klasserommet.

Dialog har vært støttet som en effektiv form for læring siden Sokrates sin tid, og kanskje enda før det også (van Zee og Minstrell 1997). Sokratiske dialoger kjennetegnes ved at Sokrates ofte søkte etter å ydmyke sine dialogmotstandere for at de skulle forstå at deres meninger var dumme og at de måtte lære av Sokrates. van Zee og Minstrell forfekter derimot en annen dialog som kalles for refleksiv diskurs. I refleksiv diskurs blir alle innspill fra elevene anerkjent på en respektfull måte uten at læreren inntar rollen som allvitende og evaluerende. van Zee og Minstrell definerer refleksiv diskurs som *"group discussion in which students express their own thoughts in comments and questions rather than recite textbook answers"* (van Zee og Minstrell 1997, s. 212). Hensikten med denne typen dialog er å hjelpe elevene med å gi uttrykk for sine tanker og sin forståelse samtidig som elevene hjelper hverandre med å komme frem til en felles forståelse. Det som gjør denne dialogformen lærerik er at elevene selv får tenkt grundig gjennom temaet i stedet for at de bare tvinges til å akseptere autoritetens fasitsvar.

I klasserom dominert av refleksiv diskurs er elevenes erfaringer toneangivende for kvaliteten på dialogen. Læreren må få elevene til å forstå at deres erfaringer er relevante og nyttige for på den måten å få elevene til å bidra. Elevenes erfaringer er også viktige for at elevenes læring skal oppfattes som meningsfull og dermed langvarig. Veldig mye av det elever lærer, blir glemt og må læres på nytt. Dette mener Dewey (1997/1938) skyldes at læring besto av enkeltstående elementer som ikke ble integrert med eksisterende erfaringer og kunnskaper. Som tidligere nevnt, er det lærte ikke tilgjengelig når man senere har behov for det, dersom ny læring ikke kan knyttes til erfaringer. Derfor er det å bygge på elevers eksisterende erfaringer svært sentralt i lærerike dialoger. I denne sammenheng er Dewey også opptatt av at man ikke kan diskriminere blant erfaringene da alle erfaringer er viktige. *Kontinuitet av erfaringer* er et prinsipp som sier at alle erfaringer både påvirkes av tidligere erfaringer og påvirker kommende erfaringer.

The principle of continuity of experience means that every experience both takes up something from those which have gone before and modifies in some way the quality of those which come after. (Dewey 1997/1938, kap. 3)

Dewey omtaler et prinsipp om kontinuitet av erfaringer, og peker på at ingen erfaringer blir stående isolert. Bevisst eller ubevisst tolkes en fersk erfaring i lys av tidligere erfaringer på samme måte som kommende erfaringer vil bli farget i lys av denne. Blir ny læring knyttet til tidligere erfaringer, vil læringen kunne bli langvarig og lettere å hente frem ved senere anledning. Definisjonen på læring sier jo at læring, blant annet, er økt evne til å integrere informasjon med eksisterende kunnskap og erfaringer. Klarer læreren å skape en dialog der elevenes erfaringer anses som viktige, vil den nye læringen kunne integreres med erfaringene og dermed blir dialogen lærerik.

Elevdialog og -diskurs

Elevers delaktighet i dialoger er viktig for læringsutbyttet. Dialog er et nyttig verktøy av flere årsaker. Dialog gir mulighet til å dele ideer og kunnskap videre, og det er bare på den måten man kan få innsikt i andres tanker. Ved å engasjere elevene i dialog, kan de få muligheten til å formidle sine tanker til andre, og på denne måten strukturere og formulere sitt kognitive rammeverk. Samtidig gjør dialog det mulig å få tilbakemelding på egen forståelse, og på den måten korrigere det som eventuelt måtte være i uoverensstemmelse med lærere, elever eller lærebok. For at en lærer skal kunne veilede elevene og bistå dem i deres forståelsesutvikling, er dialogen et helt nødvendig verktøy, og det samme gjelder også for elever som fungerer som hverandres stillas. For å kunne evaluere og veilede elevers forståelse, er dialog essensielt. Når en medelev deler sin forståelse, tvinger han resten av elevene til å ta stilling til utsagnet og dermed også bli bevisste på sin egen forståelse. Dialog kan på den måten stimulere til tenking og strukturering av egen forståelse.

Vi har sett at både Roth og Lawless, Kelly og van Zee og Minstrell har vært opptatte av å la elevene delta på sine premisser og utvikle sin diskurs gradvis. Ifølge Mercer et al. (2004) finnes det to hovedkontekster der dialog i naturfagundervisningen kan knyttes til læring. Den ene konteksten er lærerstyrt dialog der læreren er en dominerende

faktor. I sosiokulturell og konstruktivistisk læringsteori foregår læringen i samspill med andre, og rollen til en mer faglig sterk dialogpartner (læreren) fremheves. Læreren fungerer da som et midlertidig reisverk som støtter elevene i deres læring og konstruksjon av ny kunnskap. En slik lærerstyrt dialog er forholdsvis usymmetrisk, og det er læreren som formidler sin kunnskap videre til elevene. Den andre konteksten hvor dialog knyttes til læring er dialog innad i samme aldersgruppe. Interaksjonene som elevene tar del i når de jobber i par eller grupper, er mye mer symmetrisk og gir dermed andre muligheter for utvikling av elevers diskurs. Samtidig har Galton og Williamson (1992) og Wegerif og Scrimshaw (1997) (ifølge Mercer et al. 2004) vist at dialogen som finner sted når elevene er bedt om å samarbeide, ofte er passiv, urettferdig, utenfor tema og, totalt sett, uproduktiv.

En av grunnene til at dialogen når elevene samarbeider er uproduktiv, mener Mercer et al. (2004) kan være at elevene ikke har en klar forståelse av hva de er ment å gjøre og hva som vil utgjøre en god og effektiv diskusjon. Rett og slett sliter elevene med å vite hvordan og hvorfor de skal føre en dialog som fremmer læring. For å undersøke dette nærmere ble det gjennomført et forsøk med et program som ble kalt "Thinking together". Målet med dette programmet var å øke elevenes bevissthet rundt dialogens viktighet, å gjøre elevene i bedre stand til å utvikle dialogiske ferdigheter og å la elevene bruke språket som et verktøy i læringen. Den dialogformen som elevene fikk opplæring i, ble kalt "*exploratory talk*" (Mercer et al. 2004, s. 362). Kjennetegnene på denne dialogformen er at all relevant informasjon deles, grupped medlemmene oppfordres til å bidra til diskusjonen, alle ideer og meninger respekteres og vurderes, meninger skal begrunnes og utdypes, alternative løsninger skal uttrykkes tydelig og diskuteres før gruppen sammen blir enige om én løsning. Mye av fokuset lå på å etablere disse grunnreglene for produktiv dialog, og det kommer tydelig frem i noen av dialogene som er transkribert i teksten. Noen av dialogene virker nemlig ganske kunstige og anstrengte, men det er likevel ingen tvil om at de er produktive og at elevene samarbeider på en god måte.

Thinking together-programmet gjorde også at elevene ble flinkere til å utveksle sine resonnementer og til å forstå andres synspunkter. Å forstå andres synspunkter har vist seg å være en utfordring i dialoger mellom lærere og elever (Klaassen og Lijnse 1996).

Kelly (2007) sier at det ikke finnes en klar avgrensing mellom elev- og lærerdiskurs. Klaassen og Lijnse (1996) er derimot klare på at ulik diskurs hos lærere og elever fører til manglende forståelse av hverandres utsagn og synspunkter. Dette illustrerer de ved en situasjon hvor lærere og elever samtaler om temaet krefter. Læreren prøver å forklare at tyngdekraften virker nedover på en vogn, men at det, siden den ikke faller gjennom banen, også virker en motkraft fra banen på vognen. Når læreren prøver å si at banen utøver en kraft på vognen, møter han mye motbør hos en elev som sliter med å forstå dette. For eleven stemmer det ikke at banen presser vognen eller utøver en kraft på den, for dette er, for henne, bevisste handlinger som en bane ikke er i stand til å utføre. Når læreren holder vognen i hånden, har hun ingen vanskeligheter, for da er det jo opplagt at læreren velger å holde oppe vognen. Å forstå at banen utøver en tilsvarende kraft på vognen når vognen står stille på banen, er derimot ikke mulig for eleven å forstå. For å hjelpe eleven til å forstå, prøver læreren flere ulike tilnærminger og gjør en god innsats for å hjelpe eleven med å bli kvitt de misoppfatningene eleven later til å ha. Likevel låser dialogen seg og læreren avslutter og sier at han muligens klarer å overbevise eleven senere.

I Klaassen og Lijnse sin analyse av den ovennevnte dialogen er det hverken fokus på elevens manglende innsats for å forstå, elevens misoppfatninger eller elevens mangel på relevante kunnskaper og erfaringer, men heller at lærer og elev har ulik diskurs, altså ulike måter å uttrykke sine meninger på. De peker på at det er språket som gjør det utfordrende for lærer og elev å forstå hverandre. Læreren sverger til et mer newtonsk språk, men eleven har enda ikke lært seg å forstå det newtonske språket. Denne språkbarrieren gjør at de ikke klarer å forstå det den andre part prøver å formidle. Begge partene antar at den andre har identisk forståelse av de ordene som blir brukt, men dette er tydelig ikke tilfellet. I forfatterens analyse av situasjonen fremstår elevens oppfatninger som korrekte, og det som kunne vært oppfattet som mangel på læring, er heller bare en annen forståelse av ordene som læreren benytter i sin diskurs. Elevens og lærerens diskurser er uforenelige, og det er da ikke mulig å forvente en lærerik dialog. Ordene som brukes av en person, endrer mening etter hvilke erfaringer personen har hatt der ulike meninger har vært relevante (Dewey 1997/1938). For at dialogen skal bli lærerik, er det viktig at lærer og elev er klar over at de kan ha ulik mening bak ordene som brukes. Både lærer og elev må være ydmyke og innse at de formulerer seg på en

måte som kan være uklar for andre, og dermed fungere som sin egen tolk. I 1990 lanserte Davidson (Klaassen og Lijnse 1996) et begrep som han kalte veldedighetsprinsippet. Veldedighetsprinsippet defineres slik:

To make someone make sense, we cannot but interpret her (and adjust our interpretation of her) such that she comes out as largely coherent, a believer of truths, and a lover of the good (all by our own lights)

(Klaassen og Lijnse 1996, s. 131)

For at dialogen skal bli lærerik må altså både lærer og elev gjøre sitt ypperste for å forstå hva den andre parten mener, og dermed følge veldedighetsprinsippet. Lærerens argumenter og forklaringer må formidles på en måte som er mulig å forstå for elevene selv om de i utgangspunktet har litt ulike meninger bak ordene som brukes.

En komplett tankeprosess

Minstrell og Stimpson fant i 1990 (van Zee og Minstrell 1997) at refleksiv diskurs er assosiert med økt utvikling av begrepsforståelse. Elevers muntlige aktivitet og deltakelse i dialog er, i sosiokulturell teori, forbundet med motivasjon, men at det er en direkte sammenheng med elevers muntlige aktivitet og elevenes læring, er ikke nødvendigvis gitt. I 2000 viste Rivard og Straw (Kelly 2007) at elevsnakk var viktig for å dele, oppklare og distribuere kunnskap mens det var skriveingen som hjalp utviklingen av mer strukturert og konsekvent tenkning. En viktig del av undervisningsopplegget til van Zee og Minstrell var det som fulgte i etterkant av elevenes diskusjoner. Elevene hadde diskutert hva som ville skje i en praktisk situasjon (vekt flyttet fra luft til vakuum), og siden lærerens rolle skulle være så nøytral som mulig, avsluttet han ikke diskusjonen med å komme med ekspertenes forklaringer. I stedet utnyttet han at elevene hadde erfaringer som de igjen hadde brukt til å diskutere og skape et behov for en forklaring. Denne forklaringen kom fra et praktisk forsøk som ble gjennomført for at elevene selv skulle komme frem til den forklaringen som fagmiljøet (her representert ved læreren) anså som korrekt. På denne måten ble utfordringen presentert for elevene fra læreren, men deretter var det elevene som måtte forstå utfordringen, registrere

rammene for utfordringen, foreslå løsninger, resonnere rundt løsningsforslagene og konsekvensene av dem før de avslutningsvis gjorde observasjoner som styrket eller svekket de foreslåtte løsningene.

Disse fem stegene fra å forstå utfordringen til å akseptere eller forkaste en teori basert på observasjoner, blir av Dewey (1909) definert som de fem stegene som utgjør en komplett tankeprosess. De fem stegene er gjeldende for alle tankeprosesser - fra hverdagslige utfordringer som å velge raskeste reiserute når man er sent ute til mer avanserte vitenskapelige utfordringer – og er viktige for at god læring skal finne sted. Det første (ta utfordringen innover seg) og andre (registrere rammene) steget har en tendens til å smelte sammen og kan være vanskelige å skille fra hverandre i følge Dewey. Sentralt i steg én og to er at man har gjort seg erfaringer som gir behov for en videre tankeprosess og en løsning eller forklaring. Steg én og to er stegene som sammen gir impulser som stimulerer til steg tre i prosessen, som er å foreslå en løsning på problemet. Forslaget til løsning kan komme intuitivt, som en tanke eller en idé, eller som et resultat av grubling og tenking. Stopper tankeprosessen her, for eksempel ved at en lærer aksepterer eller forkaster forslaget, blir ikke tankeprosessen fullstendig. Dette tredje steget er det første steget som krever abstraksjon av tankene. I en tankeprosess innebærer dette steget at elevene går fra en konkret situasjon til en mer abstrakt og generell løsning. Dette kommer inn under den andre dimensjonen i von Aufschnaiters læringsdefinisjon der læring er økt evne til å vurdere generelle og mer abstrakte regler fremfor å fokusere på enkeltsituasjoner. Steg fire i tankeprosessen er en deduktiv utledning av konsekvenser man kan forvente gitt at den foreslåtte løsningen stemmer. Man prøver da å tenke seg hvilke observasjoner man kunne forvente å gjøre dersom den foreslåtte løsningen er den riktige løsningen. Det femte og siste steget i den komplette tankeprosessen er videre observasjoner og eksperimenter som kan styrke eller svekke den foreslåtte løsningen. I en lærerdominert dialogsituasjon kan steg fire og fem, som leder til at forklaringen aksepteres eller forkastes, være noe læreren står for. Det kan da oppleves som skummelt for elevene, og frykten for evalueringen kan føre til at terskelen for å ta steg tre blir betraktelig høyere. Elevene kan da si seg fornøyde etter det andre steget uten å ta del i den abstraksjons- og generaliseringsprosessen som karakteriserer læring. Dersom elevene likevel våger å ta steg tre og opplever å få en bekreftende evaluering fra læreren, vil mange kanskje avslutte tankeprosessen der.

Et problem med å stoppe tankeprosessen etter det tredje steget, er at det ikke er i overensstemmelse med den vitenskapelige tenkemåten. Forslaget til løsning kan komme fra gjetning eller intuisjon, og det er derfor viktig å lære seg til å resonnerer rundt de mulige løsningene. Dersom man har et forslag som ikke er korrekt, vil dette kunne oppdages under steg fire og dermed også korrigeres. En slik veksling frem og tilbake mellom steg tre og fire er, i følge Dewey, vanlig blant eksperter så vel som nybegynnere. Et forslag som umiddelbart virker plausibelt, kan vise seg å fremstå som helt absurd etter at konsekvensene av at forslaget skulle stemme er utledet. Resultatet av resonneringen er at man kommer frem til en rekke konsekvenser som skal følge dersom forslaget skal kunne stemme. Konklusjonen er foreløpig hypotetisk, og for å kunne forkaste eller styrke forslaget som en teori, må det støttes av observasjoner. Dersom man da undersøker nøye og finner at alle betingelsene utledet ved resonneringen, er oppfylte, kan man, om ikke bekrefte forslaget, akseptere forslaget som en teori. Denne fullførte tankeprosessen vil være en vitenskapelig arbeids- og tenkemåte, og også en prosess hvor både induktiv og deduktiv tenkning finner sted. Der læring er økt evne til å betrakte abstrakte og generelle lover og regler foran bare å se enkeltsituasjoner, gjelder det også å kunne gå fra abstrakt tenkning til å konkretisere det til enkeltsituasjoner.

Dewey definerer en trent hjerne som "the mind able to judge how far each of these steps needs to be carried in any particular situation" (Dewey 1909, s. 78). En trent hjerne vil altså være i bedre stand til å avgjøre hvorvidt man må resonnerer lenge eller kort rundt et løsningsforslag eller hvilke faktorer i omgivelsene som er å anse som relevante. Dette gjør at trente hjerner raskere vil kunne fullføre tankeprosessen og dermed komme frem til en bærekraftig løsning på en utfordring eller et problem. Ser vi igjen på definisjonen av læring, ser vi at dette kommer inn under den tredje definisjonen, nemlig tid. Økt evne til å løse problemer raskt er å definere som læring, og måten man kan oppnå dette på, er ved å trenes i fullstendige tankeprosesser med både induktiv og deduktiv tenkning. Læreren må legge til rette for en dialog hvor det tilrettelegges for induktiv og deduktiv tenkning i en fullstendig tankeprosess. En slik dialog vil være lærerik både fordi elevene lærer å veksle mellom abstrakt og konkret tenkning og fordi elevenes evne til å løse utfordringer og problemer raskere vil bli bedre.

Nivået på dialogen

Elever som argumenterer, argumenterer på bakgrunn av sine eksisterende erfaringer og kunnskaper. Vi har tidligere sett at induktiv og deduktiv tenkning er å skifte mellom konkret og abstrakt tenkning. Elevers tenkning og resonnering kan klassifiseres i fire nivåer etter hvor høyt abstraksjonsnivået er (von Aufschnaiter et al. 2008). Tenkning på nivå 1 omhandler konkrete situasjoner og objekter uten at de knyttes til overordnede fysiske konsepter og teorier. På nivå 2 har elevene utviklet en mer generell forståelse og vi befinner oss på et abstrakt-statisk nivå. Elevene er i stand til å koble generelle egenskaper, men er ikke i stand til å variere egenskapene mentalt. Det tredje nivået er et abstrakt-dynamisk nivå der elevene klarer å endre variabler og fremdeles ha en forståelse av hva det medfører. På dette nivået vil elevene typisk ha en forståelse av fysiske lover og regler. Det siste og fjerde nivået er et abstrakt nivå der man har en utvidet forståelse av dynamiske egenskaper og gjerne mer enn to variabler er involvert. Nivå 4 er sjeldent funnet blant nybegynnere. Nybegynnere kan gjelde professorer dersom tenkningen foregår innenfor et felt som de ikke er eksperter på, men i denne sammenhengen er det snakk om elever som nybegynnere.

For å få en lærerik dialog må alle parter forholde seg til samme abstraksjonsnivå. von Aufschnaiter har vist at elever ikke kan samhandle på en fruktbar måte dersom de ikke er på samme nivå når det kommer til temaet og abstraksjon på tenkningen (von Aufschnaiter et al. 2008). Hvorvidt elevene er i stand til å nå høyere abstraksjonsnivåer på tenkningen avhenger av elevenes tidligere erfaringer og eksisterende kunnskap. For å få til en lærerik og produktiv dialog må samtalen foregå på et faglig og abstraksjonsmessig nivå som alle parter er komfortable med. I den ovennevnte situasjonen hvor lærer og elev ikke forstår hverandre i samtale om det å utøve en kraft, kan vi se at dette er relevant. Læreren snakker om å utøve kraft på et abstrakt nivå som, for læreren, gir samme mening og lett overføres til å gjelde uansett om det er hånden eller banen som holder vognen oppe. Eleven er, på sin side, ikke like fortrolig med temaet, og har enda ikke klart å generalisere slik at hun kan operere på samme abstraksjonsnivå som læreren. Eleven tenker konkret og forholder seg til de enkeltsituasjonene som presenteres for henne, noe som kjennetegner tenkning på nivå 1. Samtidig prøver læreren å få eleven til å akseptere hans tankegang ved å føre argumenter som krever tankegang som er mer abstrakt og hører til et høyere nivå.

Metode

Om kvalitativ metode

Subjektivitet, kompleksitet og forforståelse

Kvalitativ metode bygger på antakelsen om at vi lever i en kompleks virkelighet som konstrueres av hver enkelt som er involvert i en bestemt situasjon (Nilssen 2012). Dermed kan forsker og forskningsdeltakere oppleve samme situasjon på ulike måter. En av hovedutfordringene for en kvalitativ forsker er å få tak i virkeligheten og beskrive denne på en måte som de ulike deltakerne også kan relatere seg til. At det eksisterer mange virkeligheter betyr at en kvalitativ forsker ikke nødvendigvis finner den ene, endelige løsningen, men heller beskrivelser av ulike løsninger.

For en kvalitativ forsker er det også viktig å anerkjenne og være oppmerksom på sin egen subjektivitet og det faktum at han bringer med seg en forforståelse inn i studiet (Nilssen 2012). Erfaringer, bakgrunn og teoretisk rammeverk påvirker prosessen med å forstå og å skape mening i datamaterialet. Derfor må en kvalitativ forsker være åpen om egne verdier og teoretiske rammeverk slik at han viser forståelse for at forskningen aldri kan bli helt objektiv.

Et viktig poeng med kvalitativ forskning er ideen om at forskeren selv påvirker det samfunnet som han forsker på. Forskerens fysiske tilstedeværelse påvirker hvordan forskningsdeltakerne opplever situasjonen, og dermed også hvordan de oppfører seg. Selv om forskeren ikke skulle være tilstede selv, vil eventuelle medhjelpere og utstyr som kamera, mikrofoner og lignende ha en påvirkning på alle som deltar i studiet. Hva slags informasjon den kvalitative forskeren klarer å hente ut fra forskningsdeltakerne avhenger også av relasjonen mellom dem. I tillegg vil forskerens forforståelse kunne påvirke, blant annet, planlegging av studiet, hvilke spørsmål som stilles til ulike deltakere og hvordan disse stilles.

Datamaterialet

Det kanskje største og mest innlysende skillet mellom kvalitativ og kvantitativ forskning handler om datamaterialet som samles inn og dataene som hentes ut. Der kvantitative forskere er mer opptatt av å minimere sin påvirkning for å få mest mulig objektive data, erkjenner kvalitative forskere denne påvirkningen og at det ikke er mulig å få helt objektive data. Kvantitative forskere er opptatte av at dataene skal kvantifiseres og behandles ved hjelp av statistikk og andre matematiske verktøy. Kvantitativt datamateriale kan i stor grad bestå av tall mens kvalitativt datamateriale kan bestå av video- og lydopptak, logger, memoer, feltnotater, transkriberinger og lignende. I prosessen med å transkribere lyd og video kan det være viktig å tenke på det Vivi Nilssen (2012) skriver:

Tekster som blir produsert av forskeren, vil aldri bli helt nøyaktige. For det første ligger det i nedskrevne observasjoner og oppsummeringer en tolkning i og med at vi har bestemt hva som er viktig. For det andre vil vi miste tonefall, mimikk, gester osv. ved å gjøre handlinger og kommunikasjon om til tekst. De fleste transkripsjoner fanger bare det verbale språket og ikke konteksten, kroppsspråket, blikk-kontakten eller en generell følelse av hva som kan være av betydning av det som foregikk.
(Nilsen 2012, s. 46-47)

Data skapes av forskeren gjennom analyse av datamaterialet. I denne prosessen spiller forskerens forforståelse en rolle. Et mål i kvalitative studier kan være å frigjøre seg fra teorien i kodings- og kategoriseringsprosessen, men dette er nok bare en utopisk tanke. Så godt som alt vi opplever, ser, hører, tenker og oppfatter, bygger på vår forforståelse (Thurén, Gjerpe & Gjesteland 2009). Det samme gjelder også forskere – selv om man prøver så godt man kan å opptre objektivt. Uten forforståelsen er det, ifølge Thurén, Gjerpe og Gjesteland, ikke mulig å forstå noe i det hele tatt.

Åpen koding og konstant komparativ metode

Åpen koding går ut på å møte datamaterialet med et åpent sinn uten å la seg prege av forforståelsen (Nilssen 2012) utover den forståelsen som ligger i forskningsspørsmål. Dette er, som nevnt, ikke et realistisk mål, men likevel et godt utgangspunkt. Hovedideen bak åpen koding er å utvikle nye teoretiske ideer på bakgrunn av det som finnes i datamaterialet. Det er en induktiv tilnærming i motsetning til å teste teorier, som er en deduktiv tilnærming. I starten av en åpen koding kan det lages mange forskjellige koder fordi forskeren prøver å skaffe seg en oversikt over en stor mengde datamateriale. Forskeren ser på det som befinner seg i materialet og forsøker å gi det navn. Det er gjennom denne kodingen forskeren bestemmer hva som er data i materialet og hva som ikke er interessant.

Konstant komparativ metode er en analyseprosess hvor man, ved hjelp av fire prosesser, går fra koder til ny teori (Glaser 1965). Den første prosessen er å sammenligne de ulike hendelsene med eksisterende koder og hendelser som allerede har blitt kodet med disse kodene. Forskeren kan her bruke mange ulike koder ettersom nye hendelser dukker opp som ikke passer med eksisterende koder. Etter at datamaterialet er kodet i ulike koder, begynner neste prosess med å integrere koder og deres egenskaper. Forskeren går da fra å sammenligne hendelser med hverandre til å sammenligne hendelsene med de ulike kodene og deres egenskaper. Nye egenskaper legges til de tilhørende kodene og disse egenskapene integreres i hverandre slik at kodene blir mer utfyllende. Etter hvert utvikles ideer og man begynner å se sammenhenger og likheter mellom kodene. Dette kan føre til at man ser en overordnet sammenheng og på denne måten kan slå flere koder sammen til en kategori. Den tredje prosessen er avgrensning av teorien og dermed også reduksjon av antall koder. Disse kategoriene dannes av at de ulike kodene sammenlignes med hverandre slik at mer generelle kategorier dannes. Etter at flere hendelser og koder har blitt sortert inn under de mer generelle kategoriene, omtaler Glaser (1965) kategoriene som teoretisk mettet. Det innebærer at kategoriene blir mer robuste og dermed mer pålitelige i utviklingen av ny teori, som er den fjerde og siste prosessen. Etter at de kodede dataene er analysert og kategorisert, danner de grunnlaget for utviklingen av ny teori. Forskeren samler da sammen notater og andre skrevne tanker knyttet til analysen, og disse oppsummeres og kan eventuelt analyseres videre før forskeren kan skrive ned og presentere sin teori.

Observasjonsstudier

For å skaffe seg gyldig kunnskap om menneskelig aktivitet, mener Christoffersen og Johannessen (2012) at den eneste måten, i mange sammenhenger, er å være tilstede i en setting. De mener derfor at observasjon egner seg godt som metode hvis man ønsker en direkte tilgang til det man undersøker, for eksempel samhandling i et klasserom.

Johannessen, Tufte og Christoffersen (2010) peker på at ikke all kunnskap er formulerbar, mulig å huske eller mulig å konstruere i et intervju, så det er derfor begrenset hvor mye informasjon man kan hente ut av det mennesker sier. Siden det ikke er sikkert at det vi sier vi gjør, faktisk er det vi gjør, er observasjon en metode som kan gi et riktigere bilde av det man ønsker å undersøke enn, for eksempel, et intervju. Forskeren kan da distansere seg litt fra den observerte situasjonen og observere det store bildet

Observasjon egner seg best som metode når problemstillingen man skal undersøke, er knyttet til et begrenset geografisk område (Johannessen, Tufte & Christoffersen 2010). Ønsker man å undersøke samspillet i et klasserom, vil dette være et begrenset område som egner seg godt for observasjon. Johannessen, Tufte og Christoffersen (2010) skiller mellom observasjon som foregår i *naturlige settinger* og *arrangerte settinger*. Arrangerte settinger er konstruert spesifikt for å studere et fenomen, mens naturlige settinger brukes hvis omgivelsene også er med på å gi mening for fenomenet.

Christoffersen og Johannessen (2012) viser til at observatørens roller kan deles inn etter grad av åpenhet og deltakelse. De har kommet frem til følgende fire observatørroller:

- *Deltakende observatør*: Forskeren blir en del av miljøet som studeres, og de som observeres er klare over at de blir observert
- *Fullstendig deltaker*: Forskeren deltar i miljøet som studeres, men holder sin identitet som forsker skjult for deltakerne.
- *Fullstendig observatør*: Forskeren deltar ikke i settingen i det hele tatt, og forskningsdeltakerne vet ikke at de blir observert.

- *Observerende deltaker*: Forskeren deltar her i liten grad i samhandlingen mellom deltakerne i studiet. Forskeren kan engasjere seg gjennom intervjuer og samtaler, men ikke som deltaker.

I sin masteroppgave viser Yndestad (2012) til Ary et. al. (2010) som peker på noen utfordringer ved observasjon som er knyttet til studiets validitet og reliabilitet. Hvis deltakerne vet at de blir observert, kan det tenkes at de oppfører seg annerledes enn de vanligvis ville gjort. Observatørens innvirkning på deltakerne kalles *observatøreffekt*, og kan gi et uriktig bilde av deltakerne og deres samhandling. Dette skyldes at observatørens holdninger, verdier og erfaringer (forforståelse) kan påvirke observasjonen og/eller fortolkningen av observasjonen.

Bruk av video

I studier som ønsker å belyse samhandling mellom mennesker kan videoopptak være et nyttig verktøy. Hvis man er interessert i å studere hva som virkelig skjedde i stedet for gjenfortellinger av det som har skjedd, gir videoopptak en god mulighet til dette (Jordan & Henderson 1995). Gjenfortellinger av observasjoner er, som nevnt, påvirket av forskeren og dermed ikke like nøyaktige datakilder som videoopptak kan være.

Videoopptak gir forskeren muligheten til å studere en situasjon gjentatte ganger, og gir dermed muligheten til å oppdage detaljer som ikke umiddelbart blir lagt merke til ved første observasjon. Sammenlignet med feltnotater og andre kvalitative verktøy vurderer ikke videoopptak ulike hendelser mot hverandre slik at det bare er de som umiddelbart oppleves som relevante, som tas med videre til analyseprosessen. Jordan og Henderson (1995) peker på at man har muligheten til å rekonstruere hendelsen så ofte man vil for å hente ut enda mer data av det innsamlede datamaterialet. Samhandling er komplekse prosesser, og ikke engang de mest erfarne forskerne er i stand til å fange opp alt som gjøres av de ulike aktørene til enhver tid. Ved å studere situasjoner igjen og igjen får forskeren muligheten til å oppdage dypereleggende strukturer og se forbi den umiddelbare kompleksiteten.

Bruk av video har også sine begrensninger i forskningssammenheng, og Jordan og Henderson (1995) peker på noen av disse begrensningene. Selv om de observertes reaksjoner og utsagn kan gi et godt bilde av situasjonen, er observatørens sanseapparat bedre utviklet enn videokameraets. Et kamera vil ikke fange opp lukt, temperatur og andre faktorer som en observatør kan oppfatte. Samtidig kan et kamera oppfatte ting som ikke oppfattes av de observerte forskningsdeltakerne. Ved å se på videoopptak er det mulig å legge merke til detaljer i både lyd og bilde som man ikke legger merke til når man er tilstede i situasjonen. Det kan altså være faktorer som ikke er relevante, men som tillegges ufortjent mye vekt i analysen av situasjonen. Dette er viktig for forskeren å være klar over (Jordan & Henderson 1995).

En utfordring med bruk av video ligger i overgangen fra videomaterialet med lyd og bilde til nedskrevne transkripsjoner. Komplekst datamateriale med informasjon fra kroppsspråk, tonefall, ansiktsuttrykk, gestikulering og lignende reduseres til nedskrevne tekstutdrag som bare består av ord. For en kvalitativ forsker kan det derfor være viktig å notere mest mulig informasjon som kan hentes ut fra videoene. Er forskningsdeltakere nølende eller sikre, peker den som snakker på noe eller noen eller oppstår det stillheter i dialogen, kan være relevant informasjon som forskeren kan få med i transkriberingen. Uansett hvor nøyaktig forskeren er i sin transkriberingsprosess, vil det ikke være mulig å få et helt identisk bilde av den studerte situasjonen bare ved hjelp av transkriberingene, og derfor kan det ha sin verdi å gå tilbake til videoene i analysen for å få et riktigere inntrykk av situasjonen.

Validitet og reliabilitet

Validitet

I kvalitativ forskning er det viktig å tenke over om metoden undersøker det den har til hensikt å undersøke. Dette kalles *intern validitet*, og defineres av Johannessen, Tufte og Christoffersen (2010) slik:

Validitet i kvalitative undersøkelser dreier seg om i hvilken grad forskerens fremgangsmåter og funn på en riktig måte reflekterer formålet med studien og representerer virkeligheten. (Johannessen, Tufte & Christoffersen 2010, s. 230)

For å oppnå høy validitet må det være samsvar mellom det som observeres og den teorien som presenteres på bakgrunn av observasjonene (Thurén 2009). Et eksempel som kan illustrere lav intern validitet kan man finne i 1800-tallets målinger av hodeskaller for å påvise høy eller lav intelligens. Ettersom hodeskallenes form ikke har noe med intelligens å gjøre, var undersøkelsene irrelevante og uten intern validitet.

Validitet av kvalitative funn dreier seg om hvorvidt observerte mønstre og fenomener faktisk forekommer. Selv om metode og analyse støtter funn, vil kvalitative studier ikke kunne si noe om hvor ofte disse forekommer. En slik *statistisk generaliserbarhet* er mer aktuell i kvantitative studier. Derimot kan man ved kvalitative studier hevde at disse mønstrene og fenomenene finnes og dermed se etter mulig forekomst av disse i nye situasjoner. Funnene kan derfor fungere som arbeidshypoteser som gjør at fremtidige brukere potensielt kan få dypere innsikt i tilsvarende praksisfelt.

Validitet har, i tillegg til intern validitet, en komponent som kalles for *ekstern validitet*. Dette betegnes ofte som *generaliserbarhet*, og man skiller mellom *statistisk generaliserbarhet* og *analytisk generaliserbarhet*. Statistisk generaliserbarhet forteller om hyppigheten til et funn og benyttes til å trekke en slutning om et fenomen eller en populasjon på bakgrunn av metoder som skal sikre randomisert innsamling av data. Analytisk generaliserbarhet forteller derimot mer om hvorvidt fenomener og mønstre faktisk forekommer og kan fungere som en guide for hva som kan skje i andre situasjoner. Ekstern validitet i kvalitative studier dreier seg altså om kunnskapen fra et forskningsprosjekt kan generaliseres og overføres til liknende kontekster (Johannessen, Tufte & Christoffersen 2010). Et studiums eksterne validitet sier noe om hvorvidt man lykkes med å etablere beskrivelser, begreper, fortolkninger og forklaringer som er nyttige i andre situasjoner enn den som studeres.

Reliabilitet

Reliabilitet forteller noe om studiets pålitelighet med tanke på data, analyse og muligheter for å reprodusere disse. Hvilke data ble brukt, hvordan ble de samlet inn og hvordan ble de bearbeidet (Johannessen, Tufte & Christoffersen 2010)? I kvantitative studier er reliabilitet kritisk, og det finnes flere ulike måter å teste det på. I kvalitative studier, derimot, mener Johannessen, Tufte og Christoffersen (2010) at krav om reliabilitet er lite hensiktsmessig. De argumenterer for det ved tre argumenter. For det første er innsamlingen av datamaterialet ikke like strukturert som i kvantitative studier. Det andre argumentet er at observasjoner er verdiladede og kontekstavhengige, så det vil være vanskelig for en annen forsker å kopiere det kvalitative studiet. Argument nummer tre er at forskeren bruker seg selv som instrument i studiet. Ingen andre forskere har den samme erfaringen og bakgrunnen slik at ingen andre kan tolke informasjonen på samme måte.

For å styrke reliabiliteten til et kvalitativ studium, kan forskeren gi en tydelig beskrivelse av konteksten og en åpen og detaljert fremstilling av fremgangsmåten for hele forskningsprosessen (Johannessen, Tufte & Christoffersen 2010).

Dette studiets validitet og reliabilitet

Intern validitet kan altså være et mål på studiets troverdighet (Johannessen, Tufte & Christoffersen 2010). Den interne validiteten til dette studiet styrkes ved at elevene som deltok i studiet arbeidet i en kjent kontekst med medelever, klasserom og lærer som de var kjent med. Den ene læreren var ukjent for elevene, men konteksten kan likevel sies å være kjent for elevene. Derfor kan vi si at det er en autentisk undervisningssituasjon som har blitt undersøkt i dette studiet.

Observasjonsstudium ved hjelp av video vil være en fin måte å undersøke veiledningssamtaler i et klasserom på. Observatøren gjør seg til en fullstendig observatør, selv om elevene er klar over at de blir observert. Riktignok vil kameraenes tilstedeværelse kunne påvirke elevenes oppførsel, men forskeren som var til stede da datamaterialet ble samlet inn, presiserte at ingen av elevene kom til å bli evaluert ut fra det de sa og gjorde. Videoklipp som viser elever som bruker tid på mobiltelefonen eller

andre ikke-faglige aktiviteter, tyder også på at kameraene ikke påvirker elevenes opptreden nevneverdig.

Studiets interne validitet styrkes også av at video fanger opp mer enn andre metoder for innsamling av datamateriale, som eksempelvis båndopptager eller feltnotater. Ved bruk av video ble både lyd og bilde fanget opp slik at det ble mulig å studere veiledningssamtalene nøye. Ved å studere veiledningssituasjoner gjentatte ganger, var det lettere å skille mellom relevant og ikke-relevant informasjon.

Ekstern validitet kan være vanskelig å vurdere ettersom dette var et mer beskrivende studium. Analytisk generaliserbarhet mener jeg likevel at definitivt er tilstede ettersom begrepene og beskrivelsene som kommer frem i dette studiet er hentet ut fra en autentisk undervisningssituasjon knyttet til praktisk arbeid. Begrepene og beskrivelsene er ikke spesifikke for det emnet som arbeidet omhandlet, men heller mer generelle. Det bør derfor være mulig å bruke denne kunnskapen som hypoteser om mulige fenomener og mønstre som kan oppstå under praktisk arbeid innen andre emner enn redoksreaksjoner og andre fag enn naturfag.

Hovedkategoriene og funnene som er beskrevet i denne oppgaven, er jeg trygg på at finnes. Likevel er det mulig at validiteten kunne vært styrket ytterligere ved å studere enda flere veiledningssamtaler enn det som har blitt gjort. Nyanser og detaljer kunne da blitt tydeliggjort enda bedre. Tidsrammen på denne masteroppgaven er ett semester, og det har satt begrensninger for antall veiledningssamtaler som kunne studeres. Transkribering og utvikling av kategorier har vært svært tidkrevende, og antall studerte veiledningssamtaler har derfor begrenset seg til syv.

Å vurdere reliabilitet i et kvalitativt studium kan være utfordrende, og Johannessen, Tufte og Christoffersen (2010) mener, som sagt, at det heller ikke er hensiktsmessig i tradisjonell forstand. En metode som i dag er mye brukt, er å teste reliabiliteten til kodene som er utviklet gjennom å la en uavhengig forsker kode materialet. Dette krever en del tid, og det har ikke blitt tid til dette i løpet av de fem månedene jeg har hatt til rådighet. For likevel å styrke reliabiliteten til dette studiet, ønsker jeg videre å beskrive metoden som er brukt for gjennomføringen av dette studiet. Ved hjelp av en grundig

beskrivelse av både innsamling av datamateriale, kontekst og dataanalyse vil reliabiliteten styrkes. Det grundige arbeidet som ble lagt ned i transkribering av veiledningene styrker også dette studiets reliabilitet.

Etiske hensyn

Ettersom deltakerne i dette studiet var mennesker, var det viktig å ta visse etiske hensyn. Først og fremst var en ryddig kommunikasjon med både lærer og elever viktig i forkant av undervisningsøkten. Videre bruk av videoopptakene, anonymisering og eventuelle konsekvenser for dem ble informert om, og alle samtykket til å delta.

Bruk av video kan være en utfordring med tanke på anonymisering. Videoopptakene viser tydelige bilder av elevene og lærerne slik at det er veldig enkelt å identifisere dem. Dette er tatt høyde for i dette studiet ved at det ikke gjengis noen bilder i denne oppgaven. Alle navn, kallenavn og spesielle kjennetegn har blitt fjernet for å ivareta deltakernes anonymitet.

Et spørsmål man må ha i bakhodet er om forskningen kan være til ulempe for de som studeres. Dersom resultatene av studiet senere kan bli brukt mot elevene eller lærerne, er det viktig at de informeres om det før de eventuelt samtykker til å delta i studiet. Målet med dette studiet er å bidra til bedre og mer innsiktsfull veiledning som kan komme både lærere og elever til gode. Ettersom faglærer ikke ble gitt tilgang til videodataene, var det heller ingen fare for at faglærerens vurdering av elevene skulle påvirkes av det som ble sagt og gjort.

Lærere må, i en undervisningssituasjon, være forberedt på å ta raske valg. Mange elever, stort aktivitetsnivå og elever som krever umiddelbar tilbakemelding, gjør at lærere ofte kan oppleve handlingstvang. Det innebærer at lærere må ta et valg og handle etter det uten nødvendigvis å ha hatt mulighet til å reflektere over valget. Når en forsker da i etterkant studerer disse valgene og handlingene, vil det kunne komme frem at valgene som ble tatt muligens ikke var helt optimale. Videoopptak bidrar til at man kan studere situasjoner gjentatte ganger og studere situasjoner ned til detaljnivå. Det kan da være fort gjort å kritisere læreren for de valg som ble tatt uten å huske på at situasjonen

oppleves veldig annerledes når man står midt i situasjonen og tvinges til å ta et valg. Dersom denne oppgaven gir inntrykk av at lærernes valg og yrkesutøvelse kritiseres, må jeg beklage dette. Jeg har den største respekt for kompleksiteten som ligger i de valg læreren tar. Målet med denne oppgaven er å komme med bidrag som kan gjøre veiledningen bedre – ikke kritisere den studerte veiledningen.

Innsamling av datamaterialet

Datamaterialet som har blitt benyttet i dette studiet, har utelukkende bestått av videoopptak. Disse videoopptakene har blitt gjort av Dr. Stein Dankert Kolstø ved Universitetet i Bergen i forbindelse med hans arbeid. Disse rådataene har blitt gjort tilgjengelige for meg i mitt arbeid med denne masteroppgaven.

Videoopptakene til dette studiet har blitt samlet inn med fokus på praktisk arbeid og dialog. Elevenes praktiske arbeid i dette studiet står nærmere beskrevet i avsnittet om kontekstbeskrivelse, men det har vært gjennomført slik at den observerte undervisningssituasjonen skulle være mest mulig autentisk. Det var klassens faste faglærer som sammen med en kollega sto for planleggingen og gjennomføringen av undervisningsopplegget, og for elevene ble det lagt frem som praktisk arbeid på vanlig måte. I samarbeidet med lærerne i forkant av naturfagsøkten hadde Kolstø bare to innspill:

- i. Han foreslo en tydeliggjøring av hva elevene skulle lære. Hvilke læringsmål og ideer skulle elevene ta med seg videre fra de ulike aktivitetene? Dette var et muntlig innspill som lærerne uttrykte ønske om å "ha i bakhodet".
- ii. Han foreslo også å endre på en formulering i oppgaveteksten for å stimulere elevene til ikke å benytte avskrift. Der elevene skulle skrive sine forslag til forklaring, ble det endret fra det opprinnelige "Forklaring" til "Forslag til forklaring".

Se for øvrig kontekstbeskrivelse og vedlegg 1 for beskrivelse av undervisningsopplegget.

Videokameraene som ble brukt til videoopptakene var av typen GoPro Hero 3 og GoPro Hero 3+. Dette er små, lette kameraer som, blant annet, brukes av ekstremidrettsutøvere som ønsker et kamera med god oppløsning for lyd og bilde som samtidig er så lite at det ikke merkes. Selv om kvalitativ forskning på praktisk arbeid og dialog sjeldent kan regnes som ekstremidrett, er det kameraer som egner seg godt i denne sammenhengen også. Elevene benyttet seg av utstyr som monterte kameraene på brystet eller på hodet til elevene. Hensikten med dette var at kameraene på en best mulig måte skulle fange opp både det elevene sa og gjorde fra elevenes perspektiv.

At datamaterialet ikke har blitt samlet inn av meg, kan sees på som en fordel for studiet. Min forforståelse og bakgrunn påvirker ikke studiet under innsamlingen av datamaterialet. Hverken under planleggingen eller gjennomføring av undervisningsøkten hadde jeg noen påvirkning på noen av forskningsdeltakerne.

Totalt har jeg studert veiledning av tre elevgrupper. Videoopptakene av disse elevene besto av 5 timer, 50 minutter og 14 sekunder film. Dette inkluderer både veiledning, arbeid på egenhånd og dialog i plenum. Selve veiledningen av gruppene utgjorde 27 minutter og 59 sekunder. Datamaterialet som ikke besto av veiledning har også blitt studert. Det ble gjort for å få et lite innblikk i elevenes samhandling og gruppens dynamikk også uten at det var en lærer til stede.

Transkribering av veiledningene var en tidkrevende prosess. De ulike elevene har, naturlig nok, ulik avstand til kameraet og dets mikrofon, så det kunne være utfordrende å høre hva som ble sagt når flere snakket samtidig. For å få med meg hva som ble sagt også av de som ikke hadde kamera, ble det brukt tid på å skille de ulike stemmene fra hverandre og få en transkribering som var så nøyaktig som mulig. I tillegg prøvde jeg å få med ikke-verbal kommunikasjon som pauser, kroppsspråk og lignende. Se vedlegg 2 for transkriberingsmal benyttet i dette studiet. Dette gjør at jeg føler meg trygg på at observasjonene og funnene i denne oppgaven er så nøyaktige og korrekte som mulig.

Kontekstbeskrivelse

Studiet er gjennomført på våren i en naturfagsklasse på VG1 studiespesialisering ved en fylkeskommunal videregående skole i Bergen. Skolen har et godt rykte på seg, men er likevel ikke spesiell i den forstand at den regnes som en eliteskole.

På våren i VG1 er elevene normalt 16 eller 17 år. Elevene i studiet hadde alle valgt studiespesialisering, så elevmangfoldet var litt mindre enn det kunne vært hvis studiet hadde vært gjennomført på en ungdomsskole. Likevel besto klassen av elever fra mange ulike bydeler med ulike bakgrunner, så det var et visst mangfold blant elevene. Alle elever på VG1 studiespesialisering skal ha naturfag, så det var ikke elever som nødvendigvis hadde en ekstra interesse for naturfag utover det at de hadde valgt en studiespesialiserende studieretning. Klassen som deltok i studiet, kan sies å være representativ for klasser på VG1 studiespesialisering.

Klassens faste faglærer, som er den ene læreren som omtales i dette studiet, er en erfaren og engasjert lærer som nyter positiv omtale. I tillegg til den faste faglæreren deltok forskeren som sto for innsamlingen av datamaterialet, som ekstralærer i den studerte undervisningsøkten. Begge er didaktikere med mange års erfaring og som er opptatt av bruk av vitenskapelig språk, dialog og praktisk arbeid. Faglæreren deltar i den studerte undervisningsøkten som faglærer på normalt vis, mens forskeren må regnes som en deltakende observatør. Det betyr at elevene er klare over at de blir observert, men at han deltar i undervisningsøkten som en ekstra lærer.

Som nevnt i avsnittet om innsamling av datamaterialet, var det klassens faste faglærer som, i all hovedsak, sto for planleggingen av den studerte undervisningsøkten. Denne økten var en del av det ordinære undervisningsopplegget til klassen, og inngikk i temaet "Energi for framtiden". Foruten de to ovennevnte innspillene var det faglæreren som sto for planleggingen av økten, og det var også faglæreren som styrte gjennomføringen av økten. Forskeren deltok som en deltakende observatør ved at han både var der i rollen som forsker, men også veiledet elevene gjennom rollen som en ekstra lærer.

Elevene var delt i mindre grupper, og de tre gruppene jeg har studert, besto av henholdsvis fem, fire og fire elever. To grupper var blandede grupper bestående av både gutter og jenter, mens den siste gruppen var en ren jentegruppe. Hverken gruppesammensetning eller kjønn er faktorer som har hatt relevans for dette studiet, men nevnes likevel her for å gi et best mulig bilde av konteksten for studiet.

Øvelsene som elevene gjennomførte, ble beskrevet i en oppgavebeskrivelse som elevene fikk utdelt (Vedlegg 1). I tillegg til den utdelte beskrivelsen ga faglærer noen plenumsinstruksjoner til elevene i starten av og underveis i økten. Disse instruksjonene gikk, blant annet, ut på å beskrive ulike deler av utstyret, oppfordre elevene til å være forsiktige og komme med praktiske tips for gjennomføringen. Øvelsene ble ikke nødvendigvis gjennomført i den rekkefølgen som sto oppført på oppgavebeskrivelsen.

Den første øvelsen var forbrenning av magnesium. I tillegg til utstyret som står i oppgavebeskrivelsen, hadde elevene en gassbrenner til rådighet. Elevene tente på gassbrenneren, og brukte den til å sette fyr på magnesiumbåndet, som de holdt i ved hjelp av en klype. Forbrenningen av magnesium fant sted i avtrekkskap og magnesiumbåndet som brant, ble holdt over en skål. Oppgaven til elevene var å beskrive observasjonene de gjorde, balansere reaksjonsligningen og konstruere et forslag til forklaring.

Øvelse nummer to var forkobring av mynt. Til denne øvelsen hadde elevene fått utlevert et begerglass med en blå løsning (kobberklorid), et batteri, en karbonelektrode, en mynt, ledninger og klyper. Ved hjelp av klypene og ledningene ble karbonelektroden og mynten koblet til batteriet slik at de utgjorde henholdsvis den positive og den negative elektroden. Disse ble lagt i løsningen slik at det ble en sluttet krets. Elevenes oppgave var så å observere hva som skjedde og konstruere et forslag til forklaring. Det ble ikke spesifisert for elevene at elektrodene ikke måtte berøre hverandre, men den gruppen som hadde elektroder som berørte hverandre, fikk korrigeringer på det slik at øvelsen ble gjennomført uten praktiske problemer.

Til slutt i økten skulle elevene gjennomføre en øvelse hvor de testet om salt og saltvann ledet strøm. Det første elevene testet, var om tørt salt ledet strøm før de deretter løste

opp saltet i vann for å teste det samme da. Også her skulle elevene notere sine observasjoner og sine forslag til forklaring.

Metode for analyse

Som nevnt over, var det to forskjellige lærere som veiledet elevene i dette studiet. Det vil være naturlig at elevene har ulike relasjoner til disse lærerne, og at det kan spille inn på veiledningene som har blitt studert. Siden fokuset mitt har vært samtalenes ulike fokusområder og vekslingen mellom disse, har relasjon mellom elever og lærere vært mindre relevant. I analysen har jeg derfor ikke tatt hensyn til lærernes ulike relasjoner til elevene.

Datamaterialet i dette studiet har blitt analysert med utgangspunkt i åpen koding og konstant komparativ metode. I starten av studiet studerte jeg datamaterialet uten å ha klart for meg hva jeg søkte etter utover en interesse for å studere kjennetegn på faglige dialoger. Uten å la meg prege for mye av forforståelsen ønsket jeg å møte datamaterialet med et åpent sinn for å finne informasjon som jeg opplevde som interessant. Tidligere erfaring fra universitetsemner i fysikkdidaktikk gjorde det naturlig for meg å lete etter noe som kunne knyttes til erfaring, dialog og læring. Jeg oppdaget at enkelte veiledningssamtaler fremsto mer effektive og vellykkede enn andre, og fikk interesse for veiledningssamtalene mellom lærerne og elevene.

Mine første tanker gikk på hvordan lærernes utsagn kunne klassifiseres. Koder som ble laget var blant annet *forkunnskapsstimulerende spørsmål*, *utstyrsfokuserende spørsmål*, *reflective toss*, *constructive challenge* og *evaluerende kommentarer*. Noen av kodene var hentet fra en artikkel skrevet av Christine Chin (2006), og det er mulig at forforståelsen min preget måten jeg studerte datamaterialet litt for mye. Ved å studere både de foreløpige kodene og videoopptakene videre, oppdaget jeg at samtalenes fokusområde kunne være en mer overordnet faktor.

Slik jeg oppfattet veiledningssamtalene, hadde de tre ulike *fokusområder*. Enten lot samtalen til å dreie seg om utstyret, observasjoner eller forklaringer. Disse tre fokusområdene ble dermed til kategoriene som dannet grunnlaget for analysen.

Utarbeidingen av disse skjedde ved at hvert utsagn ble undersøkt og vurdert opp mot de eksisterende definisjonene av fokusområdene. Noen av utsagnene kunne være utfordrende å plassere under riktig fokusområde, og da måtte kategoriene vurderes mot hverandre slik at de kunne utfylle hverandre enda bedre.

Videre valgte jeg å fokusere på vekslingen mellom de ulike fokusområdene. Det som så ut til å føre til at fokuset ble skiftet, ble notert og det var flere mønstre som gjentok seg. De gjentakende mønstrene, la grunnlaget for det jeg kaller *stier*. Disse stiene ble notert i tabeller avhengig av hvilke fokusskift de flyttet samtalen bort fra. I tabellene ble det også notert hvilket fokusområde samtalen ble flyttet til og hvem som tok initiativ til fokusskiftene.

En annen ting som ble analysert, var lærerens *grad av åpenhet for elevene*. Dette var et område som vekket interesse etter at jeg hadde oppdaget at det var læreren som tok initiativ til de aller fleste fokusskiftene og at det var noen av fokusskiftene som lyktes dårligere enn andre. Mitt første inntrykk var at det var lærerens timing som var problemet, men etter hvert kom det frem at det som ser ut som dårlig timing, kan skyldes manglende evne eller vilje hos læreren til å skaffe seg innsikt over hvor elevene er i tankeprosessen og dialogen.

Det tredje området som ble analysert i dette studiet var '. Etter å ha definert de ulike fokusområdene, oppdaget jeg at fokusområdet forklaring igjen kunne vært delt i to. Ulike dialogsekvenser med fokus på forklaring ble vurdert mot hverandre, og det kom tydelig frem at noen sekvenser fokuserte på den fullstendige forklaringen, mens andre sekvenser tok for seg de ulike delene av øvelsen.

Ved hjelp av de ulike kategoriene ble veiledningene analysert i lys av eksisterende teori, og mulig funn ble notert underveis. Etter hvert som kategorier og forståelse utviklet seg, var det verdifullt å kunne se opptak av veiledninger på nytt. På denne måten ble tidligere analyse kontrollert slik at den enten ble styrket eller revidert.

Fokusområder

Grunnlaget for analysen og denne masteroppgaven er de tre ulike fokusområdene som de studerte veiledningssamtalene viste seg å ha; utstyr, observasjoner og forklaring. Under følger en presisering og definisjon på de ulike kategoriene.

Fokusområdet "utstyr":

Hamza & Wickman (2013) skriver om viktigheten av *taksonomiske undersøkelser*. Taksonomiske undersøkelser er situasjoner hvor elev og lærer sammen, blant annet, skjelner og navngir de ulike delene av utstyret de arbeider med. Utstyret kan da referere til mye forskjellig avhengig av forsøket elevene jobber med. Ved en forbrenningsreaksjon vil både faste stoffer og gasser som inngår i reaksjonen, defineres som utstyr, mens andre forsøk også kan inkludere batterier, ledninger, løsninger, måleapparater og lignende. Dette samsvarer i stor grad med det jeg tenker på når jeg skriver at veiledningen har et utstyrsrettet fokus.

I tillegg til denne definisjonen, har jeg sett at utstyrsfokusert veiledning også omhandler instruksjoner for hvordan utstyret skal monteres for å fungere. Dette er veiledning som enten finner sted for å få frem ytterligere/tydeligere observasjoner eller for i det hele tatt å få utstyret/apparaturen til å fungere. Dette er vanligvis på et stadium som kommer så tidlig at elevene ikke har begynt å tenke forklaringer, men også her kan det legges premisser for refleksjoner, kunnskapsutveksling, forklaringer og læring.

Definisjon:

Veiledning med fokus på utstyr kjennetegnes ved at veiledningen omhandler det fysiske utstyret som forsøket består av. Det kan da dreie seg om hvordan utstyret skal monteres og kobles for å fungere eller tips for å få frem ytterligere eller tydeligere observasjoner. Hvis utstyret består av, for eksempel, en løsning, vil det å klargjøre hva løsningen består av (hvilke ioner eller stoffer som finnes i løsningen) være en sentral del av den utstyrsfokuserte veiledningen. Som Hamza og Wickman (2013) skriver om, er taksonomiske undersøkelser en viktig del av den utstyrsfokuserte veiledningen. Det innebærer å skjelne og navngi de ulike delene av og prosessene knyttet til utstyret.

Prosessene knyttet til utstyret kan av og til være slik at de må utdypes, og dette kan være utfordrende å skille fra veiledning med fokus på forklaring. Et eksempel på utstyr som må utdypes, kan være hvilken elektrode som er positiv og hvilken som er negativ, og hva det innebærer (hvilken elektrode gir fra seg elektroner og hvilken tar til seg). Hvis man løser et salt opp i vann, vil det bli positive og negative ioner i vannet, og dette kan også være noe som må utdypes for elevene. Likevel skiller jeg dette fra veiledning med fokus på forklaring da disse utdypede prosessene finner sted selv før utstyret monteres ferdig. Disse prosessene skal også være kjente fra før, og dermed dreier det seg mer om stimulering av forkunnskaper knyttet til utstyret enn forklaring og formulering av ny kunnskap.

Fokusområdet "observasjoner":

Veiledning med fokus på observasjoner innebærer veiledningssituasjoner hvor læreren bidrar til å gi elevene visshet for deres observasjoner og hjelper dem til å gjøre ytterligere observasjoner. Også her kan veiledningen beskrives ved hjelp av begrepet taksonomiske undersøkelser. Observasjonsfokuset dreier seg om å skjelne og navngi de ulike observasjonene (kobberbelegg, klorgass, magnesiumoksid og lignende) som gjøres. Hovedsakelig er dette knyttet til å beskrive det som skjer uten å benytte seg av de abstrakte, bakenforliggende prosessene, men heller å forholde seg til den konkrete situasjonen som foreligger og som kan sanses.

Observasjoner kan grovt deles inn i to kategorier; *trivielle observasjoner* og *observasjoner som viser forståelse*. Trivielle observasjoner forholder seg til de basale observasjonene som krever minimalt med forkunnskaper. Eksempler på trivielle observasjoner kan være: "Mynten har fått farge", "det kommer bobler" eller "det lukter noe". Observasjoner som viser forståelse, gir mer informasjon til de man snakker til. Eksempler på dette kan være: "Mynten har fått kobberbelegg", "det kommer gass" eller "det lukter klor". Utsagn i den siste kategorien viser at eleven har forkunnskaper og en dypere forståelse av det som foregår, men er likevel fremdeles en konkret beskrivelse av det som sanses. Derfor må ikke observasjoner som viser forståelse, forveksles med utsagn knyttet til forklaring eller konstruksjon av forklaring.

Definisjon:

Veiledning med fokus på observasjoner kjennetegnes ved at veiledningen omhandler den fysiske, konkrete og sansbare delen av forsøket. Både når observasjoner skal gjøres, tydeliggjøres, utdypes eller skapes visshet for, kategoriseres det som veiledning med fokus på observasjoner. Det kan da være snakk om både trivielle observasjoner og observasjoner som viser forståelse.

Fokusområdet "forklaring":

Veiledning med fokus på forklaring innebærer å hjelpe elevene med å formulere ny kunnskap der man omtaler de overordnede prinsippene som ikke kan sees med det blotte øye. I motsetning til når det veiledes med fokus på observasjoner, er hensikten her å forklare ved å linke sammen alle elementene (ideer, fakta og observasjoner) til en meningsfull helhet. Forklaringene har også en tidsutvikling der det noe som skjer etter at forsøket er startet (strømkretsen er sluttet, magnesiumbåndet har blitt satt fyr på eller lignende).

Forklaringsfokusert veiledning krever at lærer og elever beveger seg fra de konkrete, observerbare observasjonene til abstrakte prinsipper som har et høyere abstraksjonsnivå. Osborne og Patterson bidrar til presisering av fokusområdet forklaring ved å peke på at forklaringer er "*constructed not out of data and warrants but from models and representations of reality*" (Osborne og Patterson 2011, s. 629). Å bevege seg fra konkrete situasjoner til mer abstrakte modeller og representasjoner, kan være utfordrende for elevene. Derfor kan vi ofte se at elever trekker på tidligere erfaringer og konkrete situasjoner for å sette sammen en foreløpig hypotese, eller "*explanatory hypothesis*" (Osborne og Patterson 2011, s. 633). Dette skjer når elevene er i prosessen med å konstruere en forklaring. Selv om det er et skille mellom å konstruere en forklaring og å gi en vitenskapelig anerkjent forklaring, inkluderes begge deler i fokusområdet forklaring.

For å ha forståelse for utstyr og observasjoner, er det nødvendig med en del forkunnskaper som det ventes at elevene har. Dersom elevene ikke har disse forkunnskapene eller sliter med å se dem som relevante, kan det vanskeliggjøre

forståelsen og forklaringskonstruksjonen for elevene. Det kan da oppleves nødvendig for læreren å minne elevene på disse forkunnskapene og kanskje også utdype dem. En slik stimulering eller utdyping av grunnleggende forkunnskaper knyttet til utstyret og observasjonene må ikke forveksles med forklaringsfokusert veiledning. En presisering av at en strømløsende løsning inneholder positive og negative ioner, og hva det innebærer, vil kategoriseres som utstyrsfokusert veiledning.

Definisjon:

Veiledning med fokus på forklaring kjennetegnes ved at veiledningen omhandler de overordnede prinsippene som ikke kan sees med det blotte øye, og som først finner sted etter at utstyret er korrekt montert. Både vitenskapelig anerkjente forklaringer og forklaringer som ikke anses som korrekte, men som er ledd i arbeidet med å konstruere en mer vitenskapelig korrekt forklaring, hører hjemme under dette fokusområdet. Når veiledningen har fokus på forklaring, kan dialogen inneholde elementer fra et høyere generaliseringsnivå enn når det er fokus på utstyr eller observasjoner. Som jeg vil komme tilbake til senere i oppgaven, kan forklaringene være fullstendige eller delvise, avhengig av om forklaringen omfatter hele forsøket eller bare deler av det. Begge deler regnes som forklaringer, og faller derfor inn under denne kategorien. Stimulering eller utdyping av forkunnskaper kategoriseres ikke som forklaringsfokusert veiledning.

Presiseringer

Jeg ønsker å gjøre noen presiseringer angående ordbruk i denne oppgaven. Som generell betegnelse på personer har jeg valgt "han" uten at det er ment noe kjønnsdiskriminerende med det. Av praktiske årsaker var det hensiktsmessig å begrense meg til ett pronomen. Ettersom både "en person", "en lærer" og "en elev" er hankjønnsord, valgte jeg da hankjønnspronomenet "han". Naturligvis kunne jeg også, i likhet med enkelte andre forskere, valgt "hun", men på grunn av at pronomenet viser til hankjønnsord og at jeg er en mannlig forsker følte det mest nærliggende å skrive "han".

I dette studiet deltok både en mannlig og en kvinnelig lærer i tillegg til elever av begge kjønn. Kjønn er en faktor det fokuseres på i ulike studier, men i dette studiet har kjønn ikke vært tatt hensyn til og da heller ikke vært en faktor i analysen. Det er derfor irrelevant om lærer og elev er mann/gutt eller dame/jente. Når de ulike forskningsdeltakerne likevel omtales med kjønnsdefinerende ord, er det bare for å skille dem fra hverandre på en grei måte.

Resultater

Stier

Veiledningssamtalen mellom lærer og elever veksler ofte mellom de ulike fokusområdene som er beskrevet tidligere i oppgaven. Umiddelbart kan det, for mange, kanskje virke som om disse vekslingene, eller fokusskiftene, er vilkårlige og at det ikke finnes noe system i dem. I dette studiet har jeg derimot funnet at det er flere ulike mønstre som går igjen når disse vekslingene initieres og samtalens tematiske fokus endres fra et fokusområde til et annet. Noen av disse mønstrene gjentas i de studerte videoopptakene, og det gir grunn til å tro at fokusskiftene likevel ikke er vilkårlige. Når et mønster kommer tydelig frem og har initiert flere fokusskift, kalles det for en *sti*. Stiene sier da ikke nødvendigvis noe om hvilket fokusområde samtalens fokus endres til, men om situasjonen som førte til at fokuset endres. Mønstre som ikke fremstår tydelige i observasjonene, har ikke blitt definert som stier.

Stier fra forklaring:

Fra forklaringer har jeg funnet fem ulike stier i de studerte videoopptakene. Tabell 1 viser en oversikt over de ulike veiledningssamtalene der det tematiske fokuset har skiftet vekk fra forklaring. Tabellen viser de ulike stiene fokuset har skiftet via, hvilket fokusområde fokuset har skiftet til, i hvilke samtaler stiene er observert og hvem som initierte fokusskiftet.

Tabell 1 – Oversikt over stier fra forklaring

Sti fra forklaring:	Til fokusområde:	I samtale nr.:	Initiert av:
Den ukorrekte stien	Observasjoner	3 og 5	Lærer
	Utstyr	2, 3,4 og 7	Lærer
Den unnvikende stien	Observasjoner	2, 4 og 5	Lærer
	Utstyr	2 og 4	Lærer
Den korrekte stien	Observasjoner	3	Lærer
	Avsluttes	2 og 7	Lærer
Stien med videre tenking	Avsluttes	3 og 4	Lærer
Den avbrytende stien	Observasjoner	5	Lærer
	Utstyr	5	Lærer

Den ukorrekte stien

En av grunnene til at fokuset skiftes vekk fra forklaringer er at elever sier noe som oppfattes som ukorrekt. *Den ukorrekte stien* er den første stien bort fra forklaringer. Elevutsagn som læreren anser som ukorrekt, viser at elevene har et dårlig grunnlag for å konstruere en forklaring som er naturvitenskapelig korrekt. De ukorrekte elevutsagnene kan tolkes av læreren som et tegn på at elevene har feiltolket observasjonene eller ikke forstått utstyret. Dette kan læreren prøve å ta høyde for, og dermed styre veiledningssamtalen inn mot det fokusområdet der utfordringene ligger. Følgende er et eksempel på at samtalen følger den ukorrekte stien fra forklaringer til utstyrsfokusert veiledning:

Eksempel 1:

1. Jb: Hei, vi prøver å finne ut ka som har skjedd – (...)
2. Lk: Ja?
3. Jb: (...)men det vi tror, e at, ehm, den (...)
4. Lk: Oi, ja, sjå her, ja!
5. Jm: Den klypen e jo blitt mest, eh – .
6. Jb: (...) den tar – ja, men at den liksom tar imot kobberet fra – sånn negativt ladet kobber, eller noe sånn?
7. Lk: Hvem er det som, hvor, men, hva, oppi her, så ... sa je' at det var kobberklorid.
8. Jb: Ja.
9. Lk: Ja. Så må de tenkje: Hva slags type ioner får du oppi når det løses i vatten, da?

Her ser vi at Jb i utsagn 6 har et ukorrekt forklaringsforslag når hun foreslår "negativt ladet kobber". Læreren kan se ut til å tolke dette som at eleven mangler forkunnskaper og visshet for utstyret, da læreren skifter fokus fra forklaring til utstyr. I den videre samtalen forsøker læreren å hjelpe elevene med å fylle kognitive gap ved å minne elevene på forskjellen på positive og negative ioner og at løsningen består av positive kobberioner og negative klorioner.

Den unnvikende stien

En annen sti som fører bort fra forklaringsfokuset veiledning, er *den unnvikende stien*. Denne stien kjennetegnes ved at læreren stiller et spørsmål eller kommer med en kommentar der elevene utfordres til å komme med et forslag til forklaring. I stedet for at elevene svarer med et korrekt eller ukorrekt løsningsforslag, sier de ingenting eller svarer unnvikende. Når elever ikke sier noe eller svarer unnvikende, kan det være svært utfordrende for læreren å vite hvilke gap som må fylles og hvordan de eventuelt skal fylles. Likevel kan det fremstå for læreren som at det ikke er produktivt å holde fokus på forklaringer, så fokuset må skiftes til enten utstyr eller observasjoner. Læreren kan da gjerne gå tilbake til det fokusområdet samtalen fokuserte på før det ble skiftet til forklaringer. Dersom samtalen fokuserte på utstyret før overgangen til forklaringer, kan samtalen skifte tilbake til utstyrsfokus igjen, og tilsvarende dersom samtalsens forrige fokusområde var observasjoner.

Dersom elevene svarer unnvikende allerede i starten av samtalen, og det dermed ikke har vært noen andre fokusområder for samtalen tidligere, kan det være et tegn på usikkerhet hos elevene. Læreren virker opptatt av å skape trygghet for elevene på en måte der de også kan oppleve å bidra konstruktivt. Da kan det være nærliggende for læreren å skifte fokus til observasjoner der elevene har konkrete observasjoner de selv har gjort. Dersom elevene fremdeles svarer unnvikende når fokuset skiftes tilbake til forklaringer, kan læreren gå tilbake til observasjonene eller tolke de unnvikende svarene som at usikkerheten lå et annet sted og skifte fokus til utstyr i stedet.

Et eksempel på at læreren skifter til observasjonsfokus i starten av en veiledningssamtale når elevene svarer unnvikende er hentet fra en situasjon der elevene hadde gjennomført en forbrenningsreaksjon med magnesiumbånd:

Eksempel 2:

10. Lm: Fant dere ut av, eh, den magnesiumbrenningen? En forklaring på den?
11. Jk: Ehm.
12. Jv: Hmmm, ja, det var det.
13. Jk: Forklaring på han, ja.
14. Lm: Men ka observert dere, der? For å ta det først. Ka så dere?
15. Jv: Den tok veldig fort fyr.
16. Jk: Ja.
17. Jo: Først var det oransje flamme.
18. Jk: Ja.
19. Lm: Ja.
20. Jo: Så ble det veldig sterk, eh(...)
21. Jk: Hvit flamme.
22. Jo: Ja.
23. Lm: Så det kommer mye ENERGI ut?
24. Jk: Ja, mye!
25. Jv: Ja.
26. Jk: Ja, det var ganske skarpt.

Utsagn 10 starter med at læreren etterspør elevenes fullstendige forklaring på prosessene som fant sted under magnesiumbrenningen. Dette responderer elevene unnvikende på, og læreren velger å skifte fokus til observasjonene. Læreren spør hva elevene så, og tre ulike elever deler ivrig sine observasjoner. Læreren utnytter dette til også å minne elevene på forkunnskaper som han mener er relevante.

Den korrekte stien

I tillegg til ukorrekte og unnvikende svar, klarer lærer og elever også å konstruere forklaringer som læreren anser som vitenskapelig korrekte. Det kan gjelde både delvise og fullstendige forklaringer. En korrekt, fullstendig forklaring etterfølges gjerne av at veiledningssamtalen avsluttes. Elevene har vist forståelse ved at de har konstruert en forklaring som tilfredsstiller læreren, og da har de muligens ikke behov for mer veiledning. Læreren overlater da elevene til å forklare for hverandre og fylle eventuelle

gap som fremdeles måtte være der. Delvise forklaringer kan også være korrekte, men da er det for tidlig å avslutte veiledningen. Læreren må da fortsette veiledningen for enten å støtte elevene i prosessen med å utvikle andre delforklaringer eller for å knytte sammen de ulike delforklaringene til en fullstendig forklaring.

Som vist med den ukorrekte og den unnvikende stien, benytter disse lærerne ofte forklaringsfokuset veiledning til å avdekke elevenes kognitive gap. Etter at elevene har gitt en korrekt delforklaring, kan læreren gå videre til en annen del av øvelsen for å konstruere en forklaring knyttet til de observasjonene som elevene har gjort der. Dersom læreren da oppfatter at elevene har gap i forståelsen og sliter med å konstruere en delforklaring, kan læreren da gå over på den ukorrekte eller unnvikende stien. Følgende er et eksempel på at læreren er tilfreds med delforklaringen og går videre til en annen delforklaring. Den første delforklaringen handler om negative klorioner som gir fra seg elektroner og blir til klogass, mens den andre delforklaringen omhandler forkobringen av mynten og prosessene der.

Eksempel 3:

27. Lk: ... elektroner. Ja, hvem er det som har fått elektroner?
28. Jb: Kobberet? Nei, kloriden.
29. Lk: Klor, ja! Og hva gjør den her, da? (Holder i ledningene og beveger på elektrodene i begerglasset.) Dekk har sett den på den positive polen, ser jeg. Hva tror dekk skjer der, da?
30. Jm: Han gir fra seg elektroner?
31. Lk: Åja! Hva skjer da når kobber(...), nei, når klor, eh, klorioner gir ifra seg elektroner? – Hva blir det da? Sjå på, sjå på tegninga. – Var det noe som (...)
32. Gk: Klogass?
33. Lk: Jaha! Riktig.
34. Gk: Mhm. ...
35. Lk: Okei, så dekk har observert at det kom opp da klogass her, lukta dekk det, eller?
36. Jb: Ja.
37. Jm: Ja.
38. Lk: Ja. Okei, men hvorfor var den her krona helt forkobra, da?

Utsagn 35 må ikke mistolkes som observasjonsfokuseret veiledning. Her nevner læreren observasjoner som elevene har gjort, for å styrke elevenes visshet om at delforklaringene de har konstruert, er korrekt, og veiledningens fokus er derfor fremdeles på forklaringen.

Når læreren er fornøyd med de ulike delforklaringene, kan disse settes sammen til en fullstendig forklaring. Dette kan skje ved at læreren eller elevene oppsummerer eller repeterer delforklaringene som har blitt konstruert tidligere i veiledningssamtalen og/eller viser til observasjoner elevene har gjort som støtter opp under forklaringen. Elevene har fått som oppgave å komme med en forklaring til det de har observert i forsøket, så læreren ønsker ikke å være for eksplisitt i prosessen med å sy sammen delforklaringer til fullstendige forklaringer. Selve formuleringen av forklaringen står elevene selv for i sitt etterarbeid. Læreren kan avslutte veiledningen når han opplever at elevene, stort sett, er enige og har forstått forklaringen de har konstruert. Et eksempel på en slik avslutning på veiledningssamtalen kan være som følger:

Eksempel 4:

39. Lk: Hva skjer her?
40. Jb: Og der blir han tatt opp.
41. Lk: Riktig! Ja!
42. Gk: Den tar imot negative ...
43. Jb: Nei, går han omvendt av det han gjør på tegningen?
44. Lk: Nei. Det er bare at du har sett'en motsatt vei.
45. Jb: Okei, men – klor, men den må jo ta imot klorene også hvis det (...)
46. Lk: Hvem tar imot klorene? – Denna? (Holder på karbonelektroden.) – Hva var det som kom rundt denna?
47. Jb: Åja, er det det som er kronestykket vårt? (Peker på tegningen.)
48. Lk: Ja, så det, vet du.
49. Jb: Åja!
50. Lk: Du?
51. Jb: Den tar imot klor, da! (Peker på karbonelektroden)
52. Lk: Ja, og – ? Og hva gjør den med det som er til overs? Hvor blir det hen? Vil ikke det dit? (Peker på mynten i begerglasset.)
53. Jb: Jo.
54. Lk: Ja. Sant? Ja.

Læreren har her avsluttet delforklaringene på prosessene som finner sted ved de ulike elektrodene. Elevene hadde fått fylt sine gap i sin forståelse av utstyret, og etter at disse ble fylt, hadde elevene en korrekt delforklaring som gikk på at den positive elektroden tok imot klorioner som gir fra seg elektroner og blir til klorgass. For å sy dette sammen med delforklaringen knyttet til den negative elektroden, spør læreren hva som skjer med kobberet og hvor det forflyttes. Elevene er enige i at kobberet trekkes mot den negative elektroden og at mynten derfor forkobres. Da ser læreren seg tilfreds med den fullstendige forklaringen lærer og elever har konstruert sammen, og avslutter veiledningssamtalen.

Stien med videre tenking

I noen veiledningssamtaler får elevene mye ny informasjon som de må ta hensyn til. Ved to anledninger i dette studiet har jeg observert at veiledningssamtalen avsluttes med oppfordring til elevene om å tenke videre på egenhånd. Læreren har da skiftet fokus til forklaringer for å rette oppmerksomheten til elevene mot forklaringskonstruksjonen, og overlater elevene så til å tenke videre uten læreren sin støtte. Når elevene oppmuntres til videre tenking på egenhånd, avsluttes veiledningssamtalen. Følgende er ett av eksemplene på at dette skjedde:

Eksempel 5:

55. Lk: Så løsningen her stemmer jo ikke. Je fant ingenting med krone på, skjønner du. – Nei. Så da får dekk begynne å så tenkje. Observere og konkludere litt.

56. Jk: Mhm.

Den avbrytende stien

Ved noen tilfeller avbrytes elevene av en lærer som kommer bort til gruppen uten å ha satt seg inn i elevenes samtale. Læreren kan da ha bestemt seg på forhånd om å hvilket fokusområde han ønsker å snakke om, og skifter derfor samtalens fokusområde fra det elevene snakker om, til det læreren ønsker å snakke om. I dette studiet skjedde dette to ganger mens elevene var i ferd med å konstruere forklaringen og samtalte med fokus på forklaring.

Disse avbrytende fokusskiftene er beskrevet senere i oppgaven (avsnittet som omhandler åpenhet for elevene), så denne stien vil ikke bli videre utdypet og eksemplifisert her.

Stier fra utstyr:

Fra utstyr har jeg funnet to ulike stier i de studerte videoopptakene. Tabell 2 viser en oversikt over de ulike veiledningssamtalene der det tematiske fokuset har skiftet vekk fra utstyret. Tabellen viser de ulike stiene fokuset har skiftet via, hvilket fokusområde fokuset har skiftet til, i hvilke samtaler stiene er observert og hvem som initierte fokusskiftet.

Tabell 2 – Oversikt over stier fra utstyr

Sti fra utstyr:	Til fokusområde:	I samtale nr.:	Initiert av:
Stien med visshet for utstyr	Forklaring	2, 3, 4 og 7	Lærer
	Observasjoner	4	Lærer
Monteringsstien	Observasjoner	1	Lærer
	Avsluttes	6	Lærer

Stien med visshet for utstyr

For å kunne konstruere en forklaring på de ulike prosessene, er det grunnleggende at elevene har forstått utstyret. Uten en grunnleggende forståelse av, eksempelvis, hvilke ioner som blir løst i vann og hvilke elektroder som er henholdsvis positive og negative, er det vanskelig, om ikke umulig, å konstruere en vitenskapelig tilfredsstillende forklaring.

Hvis læreren ser ut til å tenke at elevers problemer med å konstruere en forklaring kan skyldes manglende kunnskap om og forståelse for utstyret, er utstyret derfor et naturlig fokusområde for den videre veiledningssamtalen. Etter at elevene ser ut til å ha fått visshet for utstyret, har observasjonene vist at lærerne i studiet skiftet fokus. Oppgaveteksten gjør at et naturlig mål for veiledningen kan være at elevene skal

konstruere en forklaring, og når det har blitt skapt visshet for utstyret, kan det være naturlig for både lærer og elever å skifte fokus tilbake til forklaringer. Den ukorrekte og den unnvikende stien viste muligheten for at fokuset skiftes til utstyr fordi den manglende vissheten for utstyret vanskeliggjør prosessen med å konstruere en forklaring. Når læreren ser ut til å føle at den nødvendige vissheten er på plass, skifter læreren fokus til forklaring for å fortsette prosessen med å konstruere forklaring.

Følgende eksempler viser hvordan læreren skifter fokus til forklaring etter at elevene ser ut til å ha fått visshet for utstyret.

Eksempel 6:

Læreren har tidligere i veiledningen nå spurt om elevene hadde en idé om hva de hvite restene etter magnesiumbrenningen (magnesiumoksid) var for noe. Elevene hadde da et svar som førte samtalen på den ukorrekte stien til fokus på utstyret.

57. Lm: E vi enige om at vi begynte med magnesium?
58. Jk: Hæ?
59. Lm: Vi begynte med magnesium?
60. Jk: Ja.
61. Lm: Så det som lå igjen, av det hvite, det må jo ha noe magnesium i seg? Eller har magnesiumet bare – forsvunnet?
62. Jk: Kanskje det e sånn: Magnesium brant ut av – og det var noe hvitt igjen?

Læreren kan her ha opplevd at elevene var usikre på hva de egentlig brant, og da rettes fokuset mot den ene bestanddelen, magnesiumbåndet. Når elevene bekrefter at de startet magnesium, kan dette tyde på at de har fått visshet for den ene delen av utstyret, og fokuset skiftes til forklaring.

Eksempel 7:

Dette eksempelet er en fortsettelse av samtalen i eksempel 6. Elevene har et ukorrekt svar, og fokuset rettes derfor tilbake til utstyret før ny visshet for dette fører til fornyet fokus på forklaring.

63. Lm: Tenk: Kem va det magnesium brant sammen med? Ka trengtes mer enn magnesium(...)
64. Jk: Varme.
65. Jo: Oksygen
66. Lm: (...) for å få det ut? Oksygen. (Peker på Jo og anerkjenner svaret hennes.)
67. Jk: Og varme.
68. Lm: Det var to ting. (Holder opp to fingre.)
69. Jk: Ja.
70. Lm: Og så varme for å få det i gang. (Peker på Jk.)
71. Jk: Mhm.
72. Lm: Det var to ting. Ka ble det av magnesium og oksygen? Ka, vet dere, har en idé om ka som skjer mellom de to?
73. Jk: Åja, det er jo den der at de går sammen, er'kje det?
74. Jo: MgO.
75. Jb: Oksygen.
76. Lm: Jo.
77. Jk: At det reagerer med hverandre.
78. Jo: MgO.
79. Jk: Ja.

Dette eksempelet kan tyde på at læreren ønsker å skape visshet for at det var flere bestanddeler enn magnesiumbåndet som var til stede under forbrenningsprosessen. Elevene foreslår at oksygen også var en del av utstyret, og får støtte for dette. Læreren kan da ha opplevd at elevene har fått visshet for begge bestanddelene i forbrenningen, og dermed sett seg fornøyd med den utstyrsfokuserte veiledningen. Fokuset skiftes i utsagn 72 til forklaring, og denne gangen er den forklaringsfokuserte veiledningen mer vellykket.

Monteringsstien

Å montere utstyret riktig i henhold til oppgavebeskrivelsen er naturligvis viktig for å sette i gang prosessene som skal forklares ved hjelp av observasjonene. Likevel er ikke dette trivielt for elevene. Problemer kan oppstå for elevene mens de monterer utstyret eller etter at de har montert det, og det kan være både lærere og elever som oppdager at utstyret ikke er riktig montert. Utstyrsfokuset veiledning kan derfor dreie seg om at læreren hjelper elevene med riktig montering av utstyr. Når utstyret er riktig montert, rettes enten fokuset videre mot observasjonene som elevene er ment å gjøre, eller så avsluttes veiledningen og elevene overlates til selv å montere ferdig utstyret og gjøre observasjoner.

Eksempel 8:

I forkant av dette utdraget har læreren etterspurt elevenes observasjoner, og læreren ga samtidig uttrykk for en forventet observasjon av lukt. Elevene forslo at det luktet kloakk, men læreren avkreftet at der var en dårlig lukt. Den videre samtalen høres slik ut:

80. Lm: Men det eg ser, e at de ligger inntil hverandre. Ser dere det? (Flytter litt på elektrodene.)
81. Gk: De skal ikke det?
82. Lm: Nei, da kan det hvertfall, eh – det e'kje hvertfall noe must, og da kan det være – .
(5 sekunder stillhet.)
83. Lm: Det har kanskje ikkje så mye å si. Det vanlige e at man prøver å få de fra hverandre, så det bare går igjennom væsken. Men, eh, om de skulle ligge inntil hverandre, så e det jo fare for at strømmen bare går – fra det ene med, fra den dingsen og rett i den dingsen uten å gå via væsken. Og da skjer det ikke noen spesielle ting bortsett fra at det går strøm i ledningene, men det e jo ikkje det som e det interessante her. Det interessante e jo at det kan skje noe uten at de e borti hverandre.
84. Gk: Mhm.
85. Lm: Det e sikkert derfor at dere ikke har så mye gass heller. For det (...)
86. Gk: Der!
87. Lm: Ja. Ka e det? (→ Gk)
88. Jb: Er det, det går sånn, og så, får den, går det elektroner fra den (...)
89. Gk: Så nå begynner det å – boble litt, og sånn.
90. Lm: Ja, det bobler. Det var det eg var ute etter, sant! Det e en observasjon til.
91. Gk: Mhm.
92. Lm: Det bobler!

Læreren gir uttrykk for at mangelen på observasjoner kan skyldes at utstyret ikke er riktig montert (utsagn 80, 83 og 85), så veiledningen dreier seg om hvordan utstyret skal monteres og hvorfor det bør være slik. Etter at utstyret er riktig montert, endres fokuset fra utstyret til observasjonene (utsagn 85) ved at det blir poengtert at det har kommet lite gass. I utsagn 88 virker det som eleven Jb prøver å skifte fokus til forklaringer, men dette skiftet får ingen støtte fra medelever eller lærer, så det eneste fokusskiftet i eksempelet over, er fra utstyr til observasjoner i utsagn 85.

Stier fra observasjoner:

Fra forklaringer har jeg funnet to ulike stier i de studerte videoopptakene. Tabell 3 viser en oversikt over de ulike veiledningssamtalene der det tematiske fokuset har skiftet vekk fra observasjoner. Tabellen viser de ulike stiene fokuset har skiftet via, hvilket fokusområde fokuset har skiftet til, i hvilke samtaler stiene er observert og hvem som initierte fokusskiftet.

Tabell 3 – Oversikt over stier fra observasjoner

Sti fra observasjoner:	Til fokusområde:	I samtale nr.:	Initiert av:
Stien med visshet for observasjoner	Utstyr	4	Lærer
	Forklaring	2, 3 og 4	Lærer
	Avsluttes	1	Lærer
Den nysgjerrige stien	Forklaring	5	Elev

Stien med visshet for observasjoner

Dewey sin teori om en komplett tankeprosess tar utgangspunkt i konkrete erfaringer som trigger til en videre tankeprosess der man konstruerer en forklaring. Veiledningssamtalene som er analysert i denne oppgaven viser at observasjoner er et av de viktige fokusområdene, og at samtalen ofte dreier seg om å skape visshet for observasjonene. Det har da enten vært at elevene i forkant har vist tegn på gap som må fylles eller at veiledningssamtalen har tatt utgangspunkt i elevenes observasjoner og at det har blitt skapt visshet for disse.

De gangene læreren så ut til å være fornøyd med de observasjonene det ble skapt visshet for, skiftet fokuset vekk fra observasjoner. I disse samtalen var det klart flest fokusskifter til forklaring, men det var også et eksempel på at veiledningssamtalen ble avsluttet. Da veiledningssamtalen ble avsluttet etter at det var skapt visshet om observasjoner, var det samme veiledningssamtale som eksempel 7 er hentet fra. Der hadde læreren hjulpet elevene med å montere utstyret og kommet med en implisitt oppfordring om å skaffe flere observasjoner.

I tillegg var det én situasjon hvor fokuset ble skiftet fra observasjoner til utstyr etter at det var skapt visshet for observasjoner. Den situasjonen vil bli omtalt under avsnittet om åpenhet for elevene, så den vil ikke bli omtalt her.

De neste eksemplene viser situasjoner der stien med visshet for observasjoner fører til at fokuset skiftes fra observasjoner til forklaring.

Eksempel 9:

Veiledningssamtalen har her fokus på observasjoner. Elevene har sagt at de har sett en sterk, hvit flamme og at magnesiumbåndet tok fort fyr. Videre snakkes det om en annen observasjon; at båndet ble til en hvit aske etter at det hadde brent.

93. Jk: Ja, det var ganske skarpt.
94. Jv: Og så ble han hvit igjen når han var ferdig, liksom ferdig å brenne.
95. Jk: Ja, aske.
96. Lm: Så det var noe igjen etterpå, og det så, la dere merke til, og det var hvitt?
Sånn pulveraktig greie?
97. Jb: Ja.
98. Jv: Ja.
99. Jk: Mhm.
100. Jo: Aske.
101. Jk: Askeaktig greie.
102. Lm: Har dere noen idé om – eh, hva det hvite var for noe?

Eksempelet over viser at elevene forteller om sin observasjon og at læreren spør på en bekreftende måte om han har forstått elevenes observasjoner. De kan bekrefte, og det er

skapt visshet for observasjonen av et hvitt, askeaktig pulver. I utsagn 102 skifter læreren da fokuset tilbake til forklaring når han ber elevene om en forklaring på hva det hvite var, og sikter til produktet som ble dannet i forbrenningsprosessen.

Eksempel 10:

I dette eksempelet følger læreren opp en tidligere veiledning der elevene hadde fått montert utstyret riktig og de hadde begynt å gjøre noen observasjoner (de hadde observert klørlykt og at mynten skiftet farge til kobberfarge). Avslutningen på forrige veiledning var at de hadde fått beskjed om å begynne å tenke, observere og konkludere.

103. Lm: Ka har dåkker fått til observasjoner no?
104. Jk: Det e vel de samme observasjonen som vi hadde i sted. Vi prøver å finne en forklaring på dette. Det var'kje så lett.
105. Lm: Dere kjente lukten, sant?
106. Jk: Ja.
107. Jo: Ja.
108. Jv: Ja.
109. Lm: Ja.
110. Jk: Klørlykten, ja.
111. Lm: Og betød det at dere også så noe sånn brusing eller gass i væsken?
112. Jk: Ja.
113. Jb: Ja.
114. Jk: Yes.
- (6 sekunders stillhet)
115. Lm: Så var det å smi det til forklaringen.

Denne veiledningssamtalen starter med at læreren etterspør elevenes observasjoner. Elevene svarer at de har de samme observasjonene som ved forrige veiledning, men at de har slitt med å konstruere (elevene bruker ordet "finne") en forklaring. Læreren spør elevene om de da har kjent lukten og sett brusing eller gass i væsken, og elevene kan bekrefte at de har kjent klørlykten og sett brusingen. Etter å ha skapt visshet for disse observasjonene og implisitt poengtert sammenhengen mellom dem (utsagn 111), skifter læreren fokus til forklaringen.

Den nysgjerrige stien

Den eneste elevskapte stien som har kommet frem i analysen av disse veiledningssamtalene, er *den nysgjerrige stien*. Den kjennetegnes ved at elevene selv tar initiativ til fokusskiftet, og fokuset skiftes da fra observasjoner til forklaringer. De ovennevnte stiene er skapt av læreren da det er læreren som har tatt initiativ til å skifte fokus. Fokusskiftene som finner sted ved hjelp av den nysgjerrige stien, er det derimot elever som har tatt initiativ til. Elevene har observert noe som de gir uttrykk for at er interessant og som de søker forklaring på, og skifter på den måten selv fokus til forklaring.

De to neste eksemplene viser situasjoner hvor elevene har observert noe som ser ut til å trigge deres nysgjerrighet og de aktivt søker støtte for å konstruere en tilfredsstillende forklaring.

Eksempel 11:

Dette korte eksempelet er starten på veiledningssamtalen. Eleven påkaller lærerens oppmerksomhet og starter på den måten veiledningen.

116. Jb: Mynten har etset! Koffor?! (→ Lm)

Eleven Jb har, i følge utsagnet, observert at mynten har "etset". Elevene holdt på med å gjøre observasjoner, og Jb gir her uttrykk for nysgjerrighet og spør læreren om forklaring på det hun har observert. Utsagnet starter med fokus på observasjonen som eleven har gjort, og det er denne observasjonen som er bakgrunnen for at veiledningssamtalen finner sted. Eleven viser ingen usikkerhet knyttet til observasjonen, og skifter fokus til forklaring når hun spør hvorfor mynten har etset.

Eksempel 12:

Læreren har i forkant av dette utdraget blitt bedt av elevene om å forklare og komme med svar på de spørsmål som elevene har, og på de spørsmålene læreren selv har stilt til elevene tidligere.

117. Lm: Eg tenker at det viktigste når (...)
118. Gh: Men, eh.
119. Lm: (...) man gjør et forsøk, det e at man får noen tydelige observasjoner. Så har dere sett en forskjell, har dåkker sett noe, har dere sett nok til å prøve å forklare (...)
120. Jb: Hallo, dåkker må jo ta bilde av at det faller biter av.
121. Gh: Men du, hvis det går fra den, ..., det går fra negativ til positiv, men her går det jo fra – eg føler det, ja, det ser ut som det går fra positiv til negativ. Fra den der elektroden til, eh – . (→ Lm)
122. Lm: Du tenker at det e noe som går fra den derre svarte kullelektroden (...)
123. Gh: Ja.
124. Lm: (...) bort til mynten?
125. Gh: Ja.

Læreren uttrykker i utsagn 117 og 119 at elevene må bruke tid på å skaffe observasjoner, og at det først er når de har nok observasjoner, at de kan prøve å forklare det de har observert. Eleven Gh har derimot observert et mørkt belegg på mynten, og foreslår at det kanskje er noe som går fra den svarte karbonelektroden bort til mynten. Det betyr at det har gått fra den positive til den negative elektroden, men han uttrykker en forventning (utsagn 121) om at det skal gå fra negativ til positiv. Gh viser da nysgjerrighet ved at han skifter fokus fra observasjoner til forklaringer og søker tilbakemelding på sitt forklaringsforslag.

Åpenhet for elevene

Fokusskift gjennom veiledningssamtalen er en viktig prosess der læreren, gjennom bevisste valg, kan gjøre lærerveiledningen mer effektiv og lærerik for elevene. Lærerens valg om å skifte fokus kan ha stor betydning for samtaleens videre progresjon. Dette innebærer store muligheter for effektiv veiledning, men samtidig betyr det at det er muligheter for å mislykkes og, mer eller mindre, ødelegge for elevene. I tillegg til at læreren må vurdere hvilket fokus han vil at samtalen skal ha, må han også vurdere når og hvordan han skal skifte fokus. Som tidligere vist, er de observerte lærerne opptatt av å gi elevene visshet for utstyret og observasjonene de har gjort. Å skape visshet for utstyret synes nødvendig for at elevene skal lykkes i å konstruere en forklaring som anses som vitenskapelig korrekt, men det er ikke nødvendigvis alltid at det er like hensiktsmessig å skifte fokus for å gjøre dette.

En dimensjon i lærerens veiledning som kan ha betydning for valg av samtalefokus og fokusskift, er lærerens grad av *åpenhet for elevene*. Det er da snakk om i hvor stor grad læreren skaffer innsikt over hvor elevene er i tankeprosessen og dialogen. Dersom læreren bestemmer hva dialogen skal handle om uten at han tar hensyn innspill fra elevene, vil det karakteriseres som liten grad av åpenhet. Da kan vi si at samtalen er styrt med hensyn på fokusområde. Er læreren derimot interessert i hva som er problematisk for elevene, og lar det styre samtalen, har læreren større grad av åpenhet for elevene. Dimensjonen om åpenhet for elevene kan fortelle noe om hvem som styrer samtalen. Veiledninger med stor grad av åpenhet innebærer at læreren lytter til elevenes innspill og enten lar elevene ta initiativ til fokusskift eller lar elevenes innspill påvirke lærerens fokusskift. Lærerens grad av åpenhet kommer tydelig til uttrykk i starten av veiledningssamtaler, men man kan også observere det underveis i samtale.

Denne åpenheten må ikke forveksles med åpenhet i den forstand man tenker på når det er snakk om åpne og lukkede spørsmål. Dersom læreren stiller spørsmålet slik at det styrer fokusområde for den videre samtalen, vil samtalen være styrt – uavhengig av hvor åpent spørsmålet er. "Hva tenker dere om observasjonene?" vil være et mulig eksempel på et spørsmål som er åpent, men styrt med hensyn på fokusområde.

Følgende to eksempler illustrerer fokusskifter hvordan liten grad av åpenhet ser ut til å ha hatt en negativ påvirkning på veiledningssamtalen. Det ene eksempelet er hentet fra en situasjon hvor veiledningssamtalen har pågått en stund, mens det andre eksempelet viser en situasjon hvor elevene blir avbrutt av en lærer som kommer til.

Eksempel 13:

Elevene er her i en fase hvor de skal konstruere en forklaring på bakgrunn av observasjonene de har gjort seg. Også tidligere i veiledningen har læreren oppfordret elevene til å koble de ulike observasjonene sammen ved hjelp av et forsøk til forklaring. Dette er utfordrende for elevene, så læreren bidrar med drahjelp i form av presisering av viktige observasjoner og detaljer i forbindelse med utstyret. Elevene får visshet for observasjonene og de løste ionene i væsken, og læreren er i ferd med å gjøre dem bedre rustet til å konstruere forklaringen. Utdraget under er hentet fra lærerens andre forsøk på å få elevene til å komme med et forslag til forklaring.

126. Lm: Okei, men det var'kje så lett å forklare: Ke e d som skjer? (Peker på begerglasset)
127. Jv: Nei.
128. Jk: Det var'kje så lett i det hele tatt, nei.
(5 sekunders stillhet)
129. Lm: Okei, men dere har jo noen ideer på bordet.
130. Jk: Ja.
131. Jb: Ja.
132. Lm: Men at det e noe kobber i væsken (...)
133. Jk: Ja.
134. Lm: (...) det er den ene ideen dere har.
135. Jk: Ja.
136. Lm: Og at den, på en eller annen måte, hekter seg på mynten og blir til kobbermetall.
137. Jk: Ja.
138. Lm: Og så har vi tre tydelige observasjoner.
139. Jk: Mhm.
140. Lm: Kobberbelegget, brusingen, at det lages gass her (...)
141. Jk: Mhm. Og lukten.
142. Lm: (...) og så at det er masse sånn rar grums.

143. Jk: Mhm
144. Lm: Og så mente dere vel noe om den derre, eh – ka kaller dere denne?
Den derre karbon(...)
145. Jo: Karbon(...)
146. Jk: Elekt(...)
147. Lm: (...) kullpinnen.
148. Jk: Ja.
149. Jo: Ja.
150. Lm: Tenkte dere noe om den også?
(3 sekunders stillhet. Elevene kikker usikkert på hverandre eller ser ned)
151. Lm: Nei, dere har ikkje nevnt den.
152. Jk: Neeei. Må jo reagere med et eller annt. Det skjer noe noe med den óg. Får jo sånne brusinger. – Men, eh. [Nølende/usikker]
153. Lm: Så eg tror det vi trenger å forklare, på en måte, koffor e d sånn derre kobber fra den derre blå væsken begynner å legge seg inntil mynten og bli til en myntebelegg (...)
154. Jk: Mhm
155. Lm: (...) bare fordi om vi har koblet på et batteri på denne greien her.
(Peker på batteriet og begerglasset)
(2 sekunders stillhet)
156. Jk: Yes.
(2 sekunders stillhet)
157. Lm: Har dere vært i avtrekksskapet?
158. Jk: Nei.
159. Lm: Nei.

Læreren bistår elevene og hjelper dem med å bygge stillas. Først minner læreren elevene på at de har en idé om utstyret og at det foregår en prosess som må være en del av forklaringen (utsagn 132,134 og 136). Deretter minner læreren igjen om de tre nøkkelobservasjonene elevene har gjort (utsagn 140 og 142), og får bekreftende tilbakemelding fra elevene. Til slutt kommenterer læreren en del av utstyret (karbonelektroden) og ønsker med det kanskje å skape visshet for en annen sentral del av utstyret (utsagn 144). Lærerens kommentar er: "Og så mente dere vel noe om den (...)", og det kan oppfattes som en forventning til at elevene mener noe om karbonelektroden. Elevene har ikke snakket om den tidligere, og dette ser ut til å skape usikkerhet hos elevene. Lærerens valg om å fokusere på en del av utstyret som elevene

ikke har diskutert tidligere, kan tyde på at læreren har liten grad av åpenhet for elevenes innspill. Hadde læreren vært mer åpen for elevene, ville han kanskje ikke foreslått at elevene mente noe om karbonelektroden.

Usikkerheten kommer her til uttrykk, først og fremst, gjennom de lengre pausene med stillhet og elevenes kroppsspråk. Utdraget i eksempel 13 viser at oppfordringen om å forklare det som skjer (utsagn 126) etterfølges av en lengre stillhet på fem sekunder. Dette kan tolkes som et uttrykk for usikkerhet, og det kan også se ut som læreren tolker det slik ved at han tar en kort oppsummering av noen ting de hadde snakket om knyttet til utstyr og observasjoner, før fokuset senere rettes mot det elevene trenger å forklare. Etter at læreren har nevnt karbonelektroden, ser vi at stillheten igjen dukker opp etter utsagn 150, 155 og 156. I tillegg til stillheten er også elevenes kroppsspråk påfallende under denne veiledningssamtalen. I starten av samtalen kikker elevene hovedsakelig på begerglasset eller den som snakker, men dette skifter etter utsagn 150. Elevene begynner da å kikke på hverandre eller se ned. Det kan se ut som læreren oppfatter elevene som usikre, for han snakker ikke mer om karbonelektroden selv om eleven i utsagn 152 gjør et forsøk på å foreslå observasjoner som kan være relevante. Læreren fokuserer heller på delforklaringen knyttet til mynten som får et belegg og går bort fra det som så ut til å spre usikkerhet. Det hele ender med at læreren tipser elevene om å gjøre en annen øvelse for heller å komme tilbake til prosessen med å konstruere en forklaring på forkobringen.

Problemet her er ikke lærerens ønske om å skaffe visshet for at utstyret er forstått, ettersom dette er en viktig del av veiledningen. Derimot er problemet timingen for lærerens valg om å rette fokus mot en ny del av utstyret mens elevene er i ferd med å konstruere forklaringen. Elevene har gjentatte ganger under veiledningssamtalen blitt oppfordret til å foreslå en forklaring, og de kan virke innstilte på at de skal konstruere en forklaring. Da trenger elevene lærerens støtte for å styrke sin visshet for forståelsen av utstyret og observasjonene. Å skape usikkerhet ved å anta at elevene har en formening om karbonelektroden, ødelegger for resten av veiledningssamtalen.

Eksempel 14:

Denne episoden viser et annet tilfelle av at lærerens åpenhet for elevenes situasjon påvirker valg av fokusskift og hemmer elevenes felles konstruksjon av forklaring og videre samtale. I denne episoden får elevene først veiledning fra ekstralæreren. En elev har gjort en observasjon (grums i bunnen av begerglasset, som hun omtaler som at mynten har etset) og etterspør en forklaring på observasjonen. I stedet for å gi elevene den ferdige forklaringen, og muligens fordi observasjonen er upresis, ber han eleven utdype observasjonen. En annen elev har lagt merke til det samme grumset, men uttrykker at han tolker det annerledes. Veiledningssamtalen endrer karakter ettersom elevene gir uttrykk for ulike tolkninger av observasjonene, og det utvikler seg til å dreie seg om den andre elevens argumentasjon for å støtte hans alternative tolkning av observasjonen.

Læreren avslutter veiledningssamtalen med å utfordre elevene på å velge mellom de ulike tolkningene av observasjonene og komme med en forklaring på bakgrunn av de observasjonene de har gjort. Han overlater så elevene til seg selv, og elevene later til å være engasjerte.

160. Lm: Ka synes dere andre om den forklaringen eller beskrivelsen?

(Tre sekunders stillhet. Læreren reiser seg.)

161. Lm: Sjekk den med de andre. Hør ka de synes om den.

(Jm legger bort telefonen.)

162. Jb: En gang til.

163. Lm: Det gjelder å finne ut ka e det som skjer her, egentlig.

(Lærer forlater gruppen)

164. Gh: Eller, fordi vanlig, eller, strøm går jo fra negativ til positiv, men her var det jo, den her, den her, det e jo den svarte, den går jo fra positiv til negativ.

(Ny lærer kommer til mens gruppen snakker.)

165. Lk: Skjer det no'?

166. Gm: Ja, ja, ja! Altså, hele klypen har blitt svart òg.

167. Lk: Lukter det no', da?

168. Jb: Det lukter brent klor.

169. Jm: Men tror dåkker det hadde (...)

170. Lk: Det lukter klor, ja!

(Lærer forlater gruppen.)

171. Jm: Tror dåkker det hadde skjedd hvis mynten ikke hadde vært – eh, vært på den negative polen?

(Lærer kommer tilbake til gruppen.)

172. Lk: Okei! Åffer – ja, men det er jo itte noe kobber neri der, eller er det det, da?

173. Gm: ...

174. Lk: Åssen er det ka(...), åssen, hva er det neri der, da?

(Alle elevene ser ned eller bort og det er helt stille i fem sekunder. Så går læreren.)

175. Jb: Kor lenge må eg sitte sånn, Lk?

176. Gm: Ka var det det sto det var igjen, det e – et kronestykket, ja. Og det e lagd av jern, e'kje det? Eller ka e det laget av, egentlig?

177. Gk: ...

(Jm fniser.)

178. Gm: Ka, ka består en krone av?

179. Jm: Består av – eh – .

180. Gm: E'kje det en blanding av et par forskjellige stoffer?

181. Jm: Jo, det smaker jo sånn, eh, blod, så då e det jern.

182. Gm: Jern, okei. Det e jern.

Mens eleven utdyper sin forklaring og tolkning av observasjonen (utsagn 164), kommer den kvinnelige læreren bort til gruppen. Uten å vise interesse for elevenes samtale, avbryter hun eleven og spør om gruppen har gjort noen observasjoner. Elevene er opptatt av belegget som har lagt seg på mynten og klypen i tillegg til at noe har lagt seg på bunnen av begerglasset, og nevner denne observasjonen (utsagn 166). Læreren spør om de også har kjent en lukt, og er veldig støttende når elevene bekrefter at de har kjent klorlukten. Det fremstår som tydelig at læreren har bestemt seg for å skape visshet for en spesiell observasjon, nemlig klorlukten. Etter å ha fått bekreftet at elevene har lagt merke til klorlukten, forlater læreren elevene for en kort stund.

Elevene er da fremdeles opptatt av belegget, og lurar på om det samme hadde skjedd hvis elektrodene hadde vært koblet til motsatte poler (utsagn 171). Før elevene rekker å diskutere det, kommer læreren tilbake og utfordrer elevene på om det er kobber i løsningen og hva som er ellers i løsningen (utsagn 172 og 174). Dette skjer uten at elevene hverken har snakket om løsningen eller omtalt belegget som kobber. Resultatet

av dette blir at elevene ser ned eller bort i stillhet på samme måte som elevene i eksempel 13, før lærerinnen forlater gruppen. Etter at lærerinnen har forlatt gruppen, slutter gruppen å snakke sammen. Det som er av videre dialog mellom elevene, er en dialog mellom to elever om hva en mynt er laget av.

Her ser vi et eksempel på overstyring da lærerinnens fokus på utstyret ikke harmonerte med elevenes ønskede fokus på forklaring. Elevene avbrytes i en viktig prosess av forklaringskonstruksjonen fordi læreren ikke tar hensyn til elevene i sin styring av samtalen. Selv om forklaringen hadde endt opp mangelfull eller uriktig, ville det kunne være en nyttig del av den komplette tankeprosessen.

Etterspørring av forklaringer – fullstendige eller delvise

Vi har tidligere sett at veiledningssamtalene som har vært analysert her, har fokus på tre ulike områder; utstyr, observasjoner eller forklaringer. Studerer man de delene av veiledningssamtalene som har fokus på forklaringer, kan man oppdage at dette fokusområdet videre kan deles i to, avhengig av om det fokuseres på *fullstendig forklaring* eller *delvis forklaring*. Fullstendig forklaring innebærer forklaring, eller konstruksjon av forklaring, der målet er å forklare alt som foregår i øvelsen. Delvise forklaringer tar for seg enkeltobservasjoner eller deler av utstyret og forklarer de prosessene som er knyttet til disse. Om samtalen fokuserer på fullforklaringer eller delforklaringer, ser ut til å avhenge av hvordan elevene oppfatter lærerens formuleringer når fokuset skiftes. Forespørsler etter delvise forklaringer fremstår, i disse analyserte samtalene, mer spesifiserte enn forespørsler etter de fullstendige, i den forstand at de er tydeligere på hva som må forklares. "Koffor e det sånn derre kobber fra den derre blå væsken begynner å legge seg inntil mynten og bli et kobberbelegg?" er et mye mer spesifisert spørsmål enn "Fant dere ut av den magnesiumbrenningen? En forklaring på den?". For å forstå at utsagn som: "Så var det å smi det til forklaringen" kan tolkes som forespørsel etter den fullstendige forklaringen, må man ha kjennskap til oppgaven som elevene har fått. I disse øvelsene har elevene fått i oppgave å komme med et forslag til en forklaring på det de observerer, og dermed kan det tenkes at mange elever tolker det som at det er den fullstendige forklaringen de er bedt om å formulere .

Fullstendig forklaring

Videoopptakene fra dette studiet viser at lærerne ofte etterspurte elevenes fullstendige forklaringer, og da spesielt i starten av veiledningen. Observasjonene mine viste at elevene responderte dårlig på det ved at de ikke bød på sine forslag til forklaringer. Følgende eksempler viser situasjoner hvor læreren etterspør fullstendige forklaringer og elevene unnlater å svare eller svarer unnvikende:

Eksempel 15:

182. Lm: E dere begynt å diskutere ideer til: Hmm, koffor det, tror du? Ja, koffor ideer? Ke e d som skjer her-ideer.
183. Jv: Det er at det reagerer med hverandre, ...
184. Lm: Ja.
(3 sekunders stillhet)
185. Jk: Ja. Eg tenkar – . Ka tror vi egentlig?
186. Jv: Ja, ka tror vi egentlig?

Utsagn 183 er ikke mulig å høre tydelig nok til å vite hva som sies, men basert på medelevers og lærers reaksjon, er det grunn til å tro at det er et unnvikende svar. Når eleven sier at "det reagerer med hverandre", er det ingenting ved kroppsspråket hennes som tyder på at hun sikter til noen spesielle bestanddeler av utstyret og at det dermed er noe annet enn et forsøk på å bruke fagord og få anerkjennelse for det. Stillheten som følger og utsagn 185 og 186 viser også at elevene svarer unnvikende når læreren etterspør fullstendig forklaring. Ingen av elevene viser vilje til å komme med sitt forslag til forklaring, så to elever prøver å spille ballen videre til de andre, mens de to øvrige på gruppen ikke sier noe i det hele tatt. Når fokusområdet endres etter slik elevrespons, er det tidligere omtalt som *den unnvikende stien*.

Eksempel 16:

187. Lm: Okei, men det var'kje så lett å forklare ke e d som skjer? (Peker på begerglasset)
188. Jv: Nei.
189. Jk: Det var'kje så lett i det hele tatt, nei.
(5 sekunders stillhet)

Dette eksempelet viser tydelig at elevene er unnvikende når læreren oppmuntrer elevene til å forsøke å gi en fullstendig forklaring. Dette er den samme gruppen som i eksempel 15, men denne veiledningen fant sted syv minutter senere. Et poeng med dette eksempelet er at elevene tidligere har blitt veiledet og fått visshet om utstyr og observasjoner, men likevel svarer unnvikende når læreren etterspør fullstendig forklaring.

I de veiledningssamtalene som har blitt studert i arbeidet med denne oppgaven, er det ingen tilfeller av at fokus på fullstendige forklaringer har vært spesielt vellykket. Det har vært situasjoner hvor elevene ikke har svart like unnvikende som i ovennevnte eksempler, men det har ikke skjedd at elevene har kommet med et forklaringsforslag som har vært i nærheten av tilfredsstillende, vitenskapelig sett. Dersom elevene ikke har svart unnvikende, har elevenes svar vært ukorrekte.

Delvis forklaring

Som tidligere nevnt, er delvise forklaringer knyttet mot enkeltobservasjoner eller deler av utstyret. Eksemplene som følger, viser at elevene svarer mindre unnvikende enn ved fullforklaringer og at læreren utnytter delforklaringene til å avdekke og fylle elevenes gap i forståelsen.

Eksempel 17:

Her har elevene nettopp redegjort for at de hadde brent magnesium. Læreren hadde bekreftet og skapt visshet for den ene delen av utstyret som var til stede før forbrenningen fant sted. Videre ber læreren redegjøre for magnesiumet etter forbrenningen.

190. Lm: Så det som lå igjen, av det hvite, det må jo ha noe magnesium i seg? Eller har magnesiumet bare – forsvunnet?
191. Jk: Kanskje det e sånn: Magnesium brant ut av – og det var noe hvitt igjen?
192. Lm: Tenk: Kem va det magnesium brant sammen med? Ka trengtes mer enn magnesium(...)
193. Jk: Varme.
194. Jo: Oksygen
195. Lm: (...) for å få det ut? Oksygen. (Peker på Jo og anerkjenner svaret hennes.)

Læreren ber elevene forklare hva som skjedde med magnesiumet etter forbrenningsreaksjonen, og Jk har et ukorrekt forslag til forklaring. Utsagn 192 viser at læreren har oppfattet et gap i elevenes forståelse, og at det dreier seg om utstyret. Eleven har, i utsagn 191, ikke vist forståelse for at oksygenet i luften også er en viktig del

av forbrenningsreaksjonen. Derfor spør læreren hvilke andre deler av utstyret som var viktige, og Jo kan fortelle at oksygen også var en del av reaksjonen. Etter å ha fylt dette gapet, går læreren tilbake til delforklaringen som knyttes til det hvite pulveret som elevene observerte etter reaksjonen.

Eksempel 18:

I starten av veiledningssamtalen kom en elev med et forslag til delforklaring der hun uttrykket tro på at mynten tok imot negativt ladet kobber. Læreren kan ha tolket dette som at elevene ikke har forstått utstyret, for etter dette snakket lærer og elever om væsken. Slik ble det skapt visshet for de positive kobberionene og de negative klorionene som var løst opp i vann. Det siste som ble snakket om, var hvilke ioner som hadde fått ekstra elektroner, og det ble skapt visshet for at det var klor. Etter å ha skapt visshet for en del av utstyret, retter læreren fokus mot en annen del av utstyret, nemlig den positive karbonelektroden.

196. Lk: Klor, ja! Og hva gjør den her, da? (Holder i ledningene og beveger på elektroden i begerglasset.) Dekk har sett den på den positive polen, ser jeg. Hva tror dekk skjer der, da?
197. Jm: Han gir fra seg elektroner?
198. Lk: Åja! Hva skjer da når kobber(...), nei, når klor, eh, klorioner gir ifra seg elektroner? – Hva blir det da? Sjå på, sjå på tegninga. – Var det noe som (...)
199. Gk: Klorgass?
200. Lk: Jaha! Riktig.
201. Gk: Mhm. ...
202. Lk: Okei, så dekk har observert at det kom opp da klorgass her, lukta dekk det, eller?
203. Jb: Ja.
204. Jm: Ja.

Læreren spør om elevene har et forslag til forklaring på prosessene som finner sted der. Jm foreslår at klorionene gir fra seg elektroner, og læreren gir sin støtte til dette forslaget. I utsagn 198 spør læreren hva som vil skje hvis klorionene gir fra seg elektroner. Dette er deduktiv utledning av konsekvensene hvis forklaringsforslaget skal

kunne stemme, og, i følge Dewey (1909), en viktig del av den komplette tankeprosessen. Læreren støtter elevene ved å vise til en tegning de tidligere har fått utlevert, og elevene foreslår at det dannes klogass. Ved å minne elevene på observasjonen de har gjort, som stemmer med den deduktive konsekvensen, klogass, argumenteres det for at den delvise forklaringen kan være riktig. Elevene er later til å være enige, og de har med dette skapt visshet for den delvise forklaringen.

Diskusjon

I dette kvalitative studiet har jeg studert nesten seks timer med videoopptak, hvor 28 minutter av disse var veiledningssamtaler. Videoopptakene er filmet ved hjelp av kameraer montert på elevene slik at de fanget opp både det som ble sagt og mye av det som ble gjort av elevene på gruppen. Undervisningsøkten som har blitt studert, var en naturfagsøkt der elever på VG1 studiespesialisering arbeidet med praktisk arbeid innen temaet energi for fremtiden. Målet for studiet har vært å besvare følgende problemstilling:

Hvordan går læreren frem for at elevene skal få økt forståelse for naturvitenskapelige konsepter gjennom veiledning av praktisk arbeid? Hvilke ulike fokusområder veksler veiledningssamtalen mellom, og hva kjennetegner slike skift av fokus?

De tre kategoriene som har utgjort analysegrunnlaget for dette studiet, er veiledning med fokus på *utstyr*, *observasjoner* og *forklaring*. Vekslingen mellom disse fokusområdene har blitt studert, og da spesielt mønstre knyttet til situasjoner der samtalens fokusområde ble skiftet. De mønstrene som har gjentatt seg, kalles for stier, og i studiet har det blitt observert ni ulike stier. *Den ukorrekte stien*, *den unnnvikende stien*, *den korrekte stien*, *stien med videre tenking* og *den avbrytende stien* har vist seg å lede samtalen bort fra fokus på forklaring slik at samtalen enten har gått over til å fokusere på utstyr, observasjoner eller blitt avsluttet. *Stien med visshet for utstyr* og *monteringsstien* beskriver et mønster der samtalens fokus har blitt flyttet fra utstyr til observasjoner eller forklaring eller eventuelt at samtalen har blitt avsluttet. De to stiene som førte bort fra observasjoner, var *stien med visshet for observasjoner* og *den nysgjerrige stien*. Stien med visshet for observasjoner førte til at fokuset ble skiftet til utstyr eller forklaring, men også avslutting av samtalen. Den nysgjerrige stien førte til fokus på forklaringer og var den eneste elevinitierte stien.

Observasjonene i dette studiet har også vist at lærerens grad av *åpenhet for elevene* ser ut til å være en viktig faktor for hvordan veiledningssamtalen arter seg. Dersom læreren er åpen for impulser fra elevene, vil samtalen i større grad kunne bli elevstyrt enn hvis

læreren styrer samtalen uten å være åpen for elevenes behov og hvor de befinner seg i tankeprosessen. Jeg har vist to eksempler hvor liten grad av åpenhet ser ut til å ha hatt en ødeleggende effekt på veiledningssamtalen. Overstyring fra lærerens side kan, i noen situasjoner, være mindre heldig.

Et tredje funn er observasjoner knyttet til forskjellen på *fullstendige og delvise forklaringer* og hvordan veiledningsdialoger inneholder begge deler. Etterspørring av fullstendige forklaringer så ut til å føre til den unnvikende stien mye oftere enn når læreren etterspurte forslag til delforklaringer. Kvalitative studier kan ikke si noe om frekvens, men dette studiet kan likevel gi grunnlag for en hypotese om en mulig sammenheng her ettersom alle fokusskift vekk fra forklaringer var via den unnvikende eller den ukorrekte stien da det ble spurt etter forslag til fullstendige forklaringer. Observasjonene viste derimot ingen tilfeller av den unnvikende stien etter at det var blitt spurt etter delvise forklaringer.

Tabell 4 gir en oversikt over de ulike kategoriene som jeg har utviklet. Mer utdypende beskrivelser av fokusområder og stier er beskrevet tidligere i oppgaven.

Tabell 4 – Oversikt over kategorier

Kategori:	Beskrivelse:
Fokusområdet utstyr	Omhandler det konkrete utstyret; beskrivelse, navngiving og muligens utdypning av eventuelle prosesser fra før øvelsen startet.
Fokusområdet observasjoner	Både trivielle observasjoner og observasjoner som viser forståelse knyttet til de konkrete og sansbare delene av øvelsen.
Fokusområdet forklaring	Fokus på overordnede prinsipper og prosesser som finner sted etter at utstyret er montert og forsøket startet. Kjennetegnes av at samtalen kan ha et høyere generaliseringsnivå.
Delvis forklaring	Forklaring knyttet til deler av utstyret og/eller enkeltobservasjoner.

Fullstendig forklaring	Forklaring av øvelsen sett som en helhet der det ikke er fokus på spesifikke deler.
Den ukorrekte stien	Fokuset ser ut til å skifte som en følge av at læreren anser forklaringsforslag som ukorrekt.
Den unnvikende stien	Fokuset ser ut til å skifte som en følge av at elevene ikke sier noe eller svarer unnvikende.
Den korrekte stien	Fokuset ser ut til å skifte som en følge av at læreren anser forklaringsforslag som korrekt.
Stien med videre tenking	Elevene har fått ny informasjon som de må tenke over og ta hensyn til i forklaringsforslaget.
Den avbrytende stien	Læreren avbryter og skifter fokus til et annet, tilsynelatende forhåndsbestemt, fokusområde.
Stien med visshet for utstyr	Fokuset skiftes etter at elevene har fått visshet for utstyret.
Monteringsstien	Fokuset skiftes etter at utstyret er riktig montert.
Stien med visshet for observasjoner	Fokuset skiftes etter at elevene har fått visshet for observasjoner.
Den nysgjerrige stien	Fokuset skiftes etter at elevene har lagt merke til noe som de ønsker forklaring på.

Korrekthet

Et kriterium som elevutsagn ofte vurderes opp mot av både forskere, lærere og medelever, er vitenskapelig *korrekthet*. Naturvitenskapen oppfattes av mange som ubestridbare sannheter hvor man kan omtale noe som korrekt eller ukorrekt. Blant vitenskapsfilosofer og naturvitenskapsmenn er korrekthet derimot et omstridt begrep. Karl Popper var en vitenskapsfilosof fra 1900-tallet som først og fremst er kjent for sitt prinsipp om falsifiserbarhet. Det innebærer, kort fortalt, at ingen vitenskapelige hypoteser eller teorier kan bekreftes som korrekte, men at disse bare kan falsifiseres og dermed avkreftes som ukorrekte. Likevel omtales noen teorier og forklaringer som korrekte uten at man reagerer nevneverdig på det. Grunnen til det er at noen teorier har vist seg som så sterke at det foreløpig ikke har vært mulig å motbevise dem.

Sannsynligheten for at teoriene da er korrekte, er stor nok til at det er akseptabelt å omtale dem som det.

I skolen er situasjonen enda vanskeligere. Selv om mange elever, og kanskje også lærere, forventer at det som undervises, er såkalt korrekte teorier, er dette ikke nødvendigvis tilfellet. Bohrs atommodell er et eksempel på en teori med flere trekk som i dag ikke holdes for korrekte, men som likevel undervises i skolen. I tillegg finnes det mange modeller og forenklinger som undervises fordi de fenomenene de representerer, er for komplekse til å undervises på de aktuelle trinnene. Som Roth og Lawless (2002) poengterer, utvikles elevenes evne til å delta i naturfagene gradvis. Naturfagets egen måte å skrive og snakke på tar det tid å implementere, og man kan derfor observere mye unøyaktig språk. Å si at positive ioner vil til negativ pol eller at et atom har lyst på fulle elektronskall innebærer en besjeling som, strengt tatt, ikke er korrekt. For ordens skyld har jeg valgt å omtale utsagn som korrekte dersom de uttrykker forståelse som er naturvitenskapelig akseptert, selv om de er unøyaktig formulert og ikke nødvendigvis veldig detaljerte.

Vi ser i de analyserte veiledningssamtalene at det var læreren som initierte de fleste fokusskiftene og så ut til å styre veiledningssamtalene. Det var da også det som så ut til å være lærerens oppfatning av hva som er korrekt og ikke, som styrte fokusskifter via den korrekte eller den ukorrekte sti. Man kan da spørre seg om lærerens vurdering av korrekthet er den eneste riktige. Klaassen og Lijnse (1996) peker på at lærere og elevers diskurser kan være så ulike at det fører til misforståelser. Det kan altså være at elevenes forståelse er korrekt, men at de uttrykker seg annerledes enn hva læreren ville gjort. Da risikerer man at læreren oppfatter et utsagn som ukorrekt selv om elevens forståelse egentlig kan karakteriseres som korrekt. *Veldedighetsprinsippet*, som Klassen og Lijnse definerer som at både lærer og elev må gjøre sitt ypperste for å forstå hva den andre parten mener, er derfor viktig i veiledningsdialoger for å unngå at man skifter samtalens fokusområde unødvendig.

Hvis målet med veiledningen er å konstruere en vitenskapelig korrekt forklaring, er målet også å avslutte veiledningen på den korrekte stien. Læreren kan ofte ha mange grupper som trenger veiledning, og dermed et behov for å være så effektiv som mulig.

Man kan da risikere at veiledningen avsluttes når elevene har et tilsynelatende korrekt forslag til forklaring, men at den korrekte stien fører til en prematur avslutning på veiledningssamtalen. For er det nødvendigvis gitt at eleven har utviklet en solid og korrekt forståelse bare fordi han kan avsi et kort, men tilfredsstillende svar? Eksempel 15 er brukt i denne oppgaven for å understreke et poeng om etterspørring av fullstendig forklaring, men den kan også illustrere en mulig taktikk fra elevens side for å gi inntrykk av korrekt forståelse. Utsagn 183 der eleven sier "Det er at det reagerer med hverandre" uten å sikte til spesielle deler av forsøket kan tolkes som en *fagordtaktikk* hvor eleven bruker faguttrykk for å få anerkjennelse for det. I det nevnte eksempelet lar ikke læreren seg "lure", men min erfaring som både lærer og elev støtter hypotesen om at slike taktikker finnes. John Dewey (1909) advarer mot en slik taktikk da det fungerer som et hinder for læring.

Dersom elevene opplever å bli vurdert av læreren, kan det enkelt forklare hvorfor elevene benytter seg av fagordtaktikker i en veiledningssituasjon. Kombinert med at et av elevenes mål for økten kan være å skrive et forslag til forklaring som skal leveres inn, betyr det at noen elever kan ha et ønske om at veiledningen skal være så kort som mulig. Lærerens ønske om å veilede flere elever kan også føre til et ønske om så kort veiledning som mulig. Man risikerer da at en mindre erfaren lærer anerkjenner elevenes svar og avslutter veiledning via den korrekte stien. Det vil være et eksempel på det Dewey (1909) omtaler som en innbilt opplevelse av og et hinder for læring. Jeg vil anbefale å være forsiktig med å avslutte veiledningssamtalen på den korrekte stien for tidlig.

I en *komplett tankeprosess* (Dewey 1909) åpnes det for at å feile er en del av prosessen. Det induktive steget med å konstruere et forslag til en forklaring baserer seg på den informasjonen elevene har gjennom forkunnskaper, egne observasjoner og samtale med lærer og medelever om utstyr og observasjoner. Dersom denne informasjonen ikke er tilstrekkelig til å konstruere en tilfredsstillende forklaring, vil den deduktive prosessen, hvor elevene utleder forklaringens implikasjoner, kunne peke på at eleven må starte tankeprosessen på nytt og skaffe seg økt visshet for utstyr og observasjoner. Å mislykkes med å konstruere en forklaring som stemmer overens med observasjonene, vil kunne generere et behov hos elevene for å fylle sine kognitive gap slik at de senere kan konstruere en mer tilfredsstillende forklaring. Dersom læreren tar jobben med å avgjøre

korrektheten til elevenes forklaringsforslag, vil elevenes tankeprosess stoppe før den deduktive prosessen finner sted. Da vil det ikke bli en komplett tankeprosess, og elevene vil kanskje ikke oppleve det samme behovet for å fylle gapet som de kunne opplevd ved selv å stå for den deduktive prosessen.

Det å fylle kognitive gap innebærer å koble sammen erfaringer og kunnskaper som tidligere har vært isolerte. Opplever elevene et behov for å fylle gap som følge av manglende overensstemmelse mellom forklaringsforslag og observasjoner, øker det sannsynligheten for at elevene gjør en innsats for å gjøre disse koblingene. Sammen med en velutviklet kognitiv struktur, fremhever Novak (2002) innsats for å søke etter koblinger som den viktigste faktoren for meningsfull læring. Meningsfull læring er, ifølge Novak, mer langvarig og fører til mer generaliserbar kunnskap, og dette bør derfor være et mål å strebe etter når elevene arbeider med praktisk arbeid.

Veiledningsdansen

De ulike stiene som er presentert i denne oppgaven, er stier som fører samtalen fra et fokusområde til et annet. I arbeidet med dette studiet har jeg prøvd å finne mønstre og rekkefølger for fokusskiftene som går igjen i de ulike veiledningssamtalene. Dette har det dessverre ikke vært mulig å finne, da det ikke ser ut til at lærerne i dette studiet har en fast rekkefølge for fokusskiftene. Studiet til Hamza og Wickman (2013) kan tolkes som en oppfordring om å skape visshet for observasjoner og utstyr før fokuset rettes mot forklaring. For å forstå observasjoner, er man nødt til å ha en visshet for utstyret man benytter seg av. Uten visshet for hvilke ulike bestanddeler som er koblet sammen og hvilke stoffer ulike deler (løsninger og lignende) av utstyret består av, vil observasjonene være isolerte og det vil være vanskelig å forstå dem. På bakgrunn av dette vil noen kanskje kunne argumentere for at veiledningssamtalen bør bygges opp etter følgende struktur: Utstyr → Observasjoner → Forklaring. Ved å skape visshet for utstyret først vil man stå bedre rustet til å forstå de ulike observasjonene som gjøres. Deretter kan man bruke forståelsen til å konstruere en vitenskapelig forklaring på en bedre måte enn om man ikke hadde hatt visshet for utstyr og observasjoner. Likevel er ikke *UOF-veiledning* (utstyr først, observasjoner deretter og forklaring til slutt) observert som en gjennomgående strategi i de studerte veiledningssamtalene.

At UOF-veiledning ikke er en rådende taktikk skyldes neppe manglende didaktisk kunnskap hos lærerne i studiet, for både faglæreren og ekstralæreren som er observert i dette studiet, er erfarne lærere med solide didaktiske kunnskaper. At fokusskiftene veksler vilkårlig mellom de ulike fokusområdene er heller ikke en hypotese som ser ut til å holde vann. Resultatene viser at de ulike stiene, stort sett, fører til hensiktsmessige vekslinger. Dersom samtalen, for eksempel, skifter fokus via den ukorrekte stien, vil det være hensiktsmessig å skifte fokus til det fokusområdet som ser ut til å være problematisk for elevene. Det kan derfor se ut til at det er bevisste valg som ligger bak de lærerinitierte fokusskiftene, og ikke vilkårlighet.

En av grunnene til at veiledningssamtalene ser ut til å følge en løsere struktur enn UOF-strukturen, kan være at oppgaveteksten er premissleverandør for veiledningen. Hvis elevene blir gitt en oppgave som etterspør et forslag til forklaring, vil forklaringen kunne være et naturlig fokus for elevene. Det kan derfor tenkes at det er lettere å engasjere og motivere elevene hvis veiledningen fokuserer på det samme som oppgaveteksten spør etter. Selv om elevene ikke først har uttrykt visshet for utstyr og observasjoner, slik Hamza og Wickman (2013) anbefaler, har jeg observert flere tilfeller av at veiledningssamtalen fokuserer på forklaring. Det kan tenkes at elevene er så fokuserte på oppgavetekstens etterspørring av forklaring at de ikke umiddelbart ser verdien i å skape visshet for utstyr og observasjoner først. Den verdien oppdager de først når de får problemer med å konstruere en forklaring og disse problemene skyldes manglende visshet for nettopp utstyr og/eller observasjoner.

For at elevene skal se verdien av å skape visshet for utstyr og observasjoner, kan det være en mulighet å gi elevene opplæring i praktisk arbeid og konstruksjon av forklaringer. Mercer et. al. (2004) viser til et studium hvor elevene ble gitt opplæring i samarbeid og resonnering, noe som gjorde dem i stand til å kommunisere mer effektivt. Sosiokulturelle læringsprosesser gjennom stillasbygging ble også mer nyttig. Eksempelet som presenteres i Mercer et. al. (2004) sin artikkel viser at det kan virke litt kunstig for elever i starten. Sammenligningen med eksempelet fra elever som ikke hadde fått samme opplæring, viser likevel at samtalen mellom elevene var mer produktiv. Det samme kan tenkes at man kan finne ved å gi elevene opplæring i praktisk

arbeid og konstruksjon av forklaringer. Ved å gi slik opplæring kan elevene se verdien i å starte med utstyrs- og observasjonsfokuserert veiledning, og det vil da være større sannsynlighet for å lykkes med en UOF-strukturert veiledning.

Selv om dette studiet ikke har påvist en bevisst struktur på fokusskiftene, kan det, som nevnt, se ut som om det er bevisste valg som ligger bak stiene og fokusskiftene. Et fokusskift som kan tenkes å være bevisst og som medvirker til at veiledningen ikke følger en UOF-struktur, er fokusskift via *den ukorrekte stien*. Den ukorrekte stien kan tenkes å brukes bevisst for å avdekke de områdene som oppleves problematiske for elevene. Ved å etterspørre elevenes forslag til forklaringer selv om elevene ikke kan forventes å være i stand til å konstruere en forklaring som er vitenskapelig korrekt, kan det tenkes at læreren bevisst sikter mot den ukorrekte stien. Den ukorrekte stien kan være et godt verktøy for å avdekke kognitive gap i elevenes forståelse. Dersom elevene viser manglende visshet for utstyret, kan samtalen endre fokus slik at læreren kan hjelpe elevene til å få visshet for dette. Det samme gjelder også dersom elevene viser manglende visshet for observasjoner. Læreren kan benytte seg av dette dersom han er usikker hvor langt elevene har kommet i utvikling av forståelsen og konstruksjon av forklaringen. Så når det ikke er skapt en kultur for UOF-strukturert veiledning, kan dette være en fremgangsmåte som effektivt gir læreren en oversikt over hva elevene ser ut til å ha forstått og hvilke områder elevene trenger ekstra støtte.

Ved å benytte forklaringsfokuserert veiledning for å avdekke gap hos elevene, vil det ikke være en gitt struktur på veiledningen i den forstand at fokusskiftene finner sted i et bestemt mønster. Når veiledningen fokuserer på forklaring, har jeg observert fem ulike stier som fører bort fra det fokusområdet igjen. Både den ukorrekte, den unnvikende og den avbrytende stien har vist å føre til både observasjoner og utstyr, og bidrar på den måten til den manglende strukturen. Den korrekte stien førte enten til observasjoner eller til at samtalen ble avsluttet, mens stien med videre tenking var den eneste stien som bare så ut til å ha et utfall, nemlig at veiledningssamtalen ble avsluttet. Dette gjør at veiledningssamtalen har mange veier videre etter at fokuset har vært på forklaring. Tar man med at utstyrsfokuserert og observasjonsfokuserert veiledning ikke bare har stier som fører til forklaring, illustrerer det de mange mulighetene som finnes for veiledningene. Ser man på et vitenskapelig korrekt løsningsforslag som målet, vil man kunne si at fokus

på forklaring er et steg frem og at det er et steg tilbake når man skifter fokus fra forklaring til utstyr eller observasjon. Dette studiet har da vist at veiledninger innebærer flere steg både frem og tilbake, og noen steg også til siden. Man kan derfor omtale veiledningen som en dans bestående av ulike steg i ulike rekkefølger. Denne dansen kan fremstå som rotete for et utrent øye, men dette studiet har observert og identifisert noen steg som dansen kan bestå av.

Åpenhet for elevenes forståelsesproblemer

Lærerens grad av *åpenhet for elevene* ser ut til å ha en påvirkning på veiledningen. Åpenhet for elevene innebærer å være åpen for impulser fra elevene med tanke på hvor langt de har kommet i forståelsesutviklingen og innen hvilke fokusområder de eventuelt har forståelsesgap og trenger ekstra støtte. I dette studiet viste de aller fleste fokusskiftene å være initiert av læreren, men det er ikke nødvendigvis et tegn på manglende åpenhet hos lærerne. Dersom elevene viser manglende visshet for utstyr, og læreren etter dette skifter fokus til utstyr, er det nettopp fordi elevene indirekte har uttrykt et behov for å samtale om utstyr. Da er det et eksempel på at læreren viser stor grad av åpenhet og initierer fokusskift på bakgrunn av de impulsene han har mottatt fra elevene. Åpenhet avhenger ikke av hvem som tar initiativ til fokusskiftene, men hvem som får bidra til hvilket fokusområde fokuset skiftes til.

En måte læreren kan vise stor grad av åpenhet for elevene på, er ved å la elevene initiere fokusskiftene selv. Den nysgjerrige stien er et resultat av engasjerte elever som har et bestemt behov for samtalefokus og selv initierer et fokusskift. Novak (2002) omtaler *meningsfull læring*, og peker på at en nøkkel for å oppnå meningsfull læring er elevens engasjement for å fylle gap mellom erfaringer og forståelse. Slik vil deres kognitive nettverk utvides og kunnskapen vil vare lengre enn hvis læringen ikke er meningsfull. For å oppnå meningsfull læring, bør man, ifølge Novak, ønske at elevene blir oppmerksomme på egne gap og initierer de passende fokusskifter for å fylle disse gapene på en best mulig måte. Læreren vil da fungere som et stillas elevene kan benytte til å utvikle sin forståelse uten samtidig å måtte styre samtalen med tanke på fokusområde. Dette har jeg ikke observert noen forekomst av i dette studiet. Den eneste elevinitierte stien er den nysgjerrige stien, og den stien har bare blitt observert å føre til

fokus på forklaring. Skulle elevene skiftet fokus i henhold til teorien om meningsfull læring, skulle man kunne forvente å observere forekomst av elevinitierte stier fra forklaring til både utstyr og observasjoner. Dette har ikke blitt observert. Å vente på at elevene selv skal initiere fokusskifter kan tenkes å oppleves som lite effektivt for læreren. Dersom elevene hadde fått den tidligere nevnte opplæringen i praktisk arbeid, er det mulig at veiledningen kunne vært gjennomført på en måte som både hadde vært mer effektiv og ført til mer meningsfull læring.

Åpenhet for elevene er også viktig i starten av veiledningssamtalene. Den avbrytende stien viser at læreren i noen tilfeller avbryter elevene for å rette fokus mot et område som han har valgt uten å sette seg inn i elevenes situasjon. De øvrige veiledningssamtalene startet enten ved at elevene tok kontakt med læreren eller at læreren kom til når det var lite elevsnakk. Å avbryte en elevdialog må være godt gjennomtenkt og godt timet. Før læreren avbryter, må han lytte godt og legge merke til hvor langt elevene er kommet i prosessen med å konstruere en forklaring. Når elevdialogen fokuserer på forklaring, har dette studiet, ved eksempel 14, vist at det kan være uheldig å tvinge fokuset over til utstyr eller observasjoner. Det er ikke nødvendigvis gitt at det vil mislykkes hver gang, fordi det kan avhenge av faktorer som elevenes fokusområde i forkant av avbrytningen, elevenes progresjon i prosessen med å konstruere en forklaring og tidligere veiledning. De tilfellene av den avbrytende stien som kom frem i dette studiet, viste seg likevel å være uheldige.

I de veiledningssamtalene som ikke startet med at elevdialoger avbrytes, er også lærerens åpenhet for elevene et relevant aspekt. Samtaler som starter når elever tar kontakt med lærer, starter med at elevens behov er sentralt og styrer fokusområde for samtalen. Læreren må da vurdere hvorvidt han ønsker å ta over styringen eller la elevene fortsette å styre fokusområde for veiledningen. Det kan kanskje da være lettere å utnytte elevenes engasjement til å la elevene ta styringen enn i de samtalene hvor det er læreren selv som har tatt initiativ til veiledningen. Når læreren er den som starter en veiledningssamtale, må læreren ta hensyn til grad av åpenhet i åpningen sin. For å oppnå stor grad av åpenhet for elevene må læreren da skaffe seg best mulig innsikt i elevenes utfordringer og hvor solid forståelsen deres er. Jeg har ikke studert hvordan dette kan gjøres på en best mulig måte, men måten læreren stiller spørsmål i starten vil

kunne gi et inntrykk av om læreren er åpen eller styrende. Utsagn 10 fra eksempel 2 lyder slik: " Fant dere ut av, eh, den magnesiumbrenningen? En forklaring på den?" og er et eksempel på en åpning som kan tyde på at læreren har valgt en styrende tilnærming. Her spør læreren direkte etter elevenes forslag til forklaring, og styrer på den måten hva som skal være fokusområdet i samtalen. Alternative åpninger på veiledningen kan være å åpne med et spørsmål om hvordan det går, om det har skjedd noe eller om de har kommet i gang. Å spørre om det har skjedd noe, kan fort oppleves som en styring mot observasjoner, men i mange situasjoner kan det også føre til at det blir fokusert på utstyr. Ved bevisst å starte med en åpen tilnærming kan læreren også oppleve det som lettere å ta den åpenheten med videre i samtalen.

Selv om læreren i starten av veiledningssamtalen ser ut til å ha stor grad av åpenhet for elevene, er det ikke nødvendigvis gitt at det vedvarer. En av veiledningssamtalene startet med at læreren lurte på om det gikk bra med elevene og om det skjedde noe. Dette er tilsynelatende stor grad av åpenhet, men fortsettelsen på samtalen viste ikke den samme åpenheten ettersom samtalen raskt skiftet fokus til forklaring da læreren etterspurte ideer til forklaring før elevene ikke engang var ferdig med å fortelle om deres observasjoner. En slik *tilsynelatende åpenhet* kan være uheldig hvis man starter med å engasjere elevene i ett fokusområde, men deretter velger å skifte fokus uten at elevene har signalisert et behov for det. Man risikerer da at det oppstår situasjoner som i eksempel 14 hvor læreren i utsagn 165 og 172 viser liten grad av åpenhet der samtalsfokus styres av læreren uten at han har skaffet seg innsikt i elevenes situasjon. En slik overstyring fra lærerens side har vist å kunne ha en uheldig effekt.

Dessverre finnes det, så vidt jeg har klart å oppdrive, ingen tydelige instruksjoner om hvordan læreren skal eller bør handle i konkrete situasjoner. Det finnes generelle råd, som for eksempel å ha stor grad av åpenhet for elevene, men slike råd gir ingen eksplisitte råd om hvordan man skal veilede elever. I denne oppgaven har jeg observert at det kan være fordelaktig med stor grad av åpenhet, men jeg kan ikke gi noen håndfaste råd om hvordan læreren kan gå frem for skaffe seg innsikt i elevenes forståelse og situasjon. Mine og andres råd kan være nyttige, men det blir opp til læreren å finne ut hvordan slike råd skal benyttes i de ulike situasjonene som oppstår. Til syvende og sist er det lærerens intuisjon og erfaring som er avgjørende når læreren

opplever handlingstvang i klasserommet. Bevisstgjøring på faktorer som åpenhet for elevene og at det kan være verdifullt å ta seg tid til å lytte til elevene, kan bidra til at veiledningen blir bedre selv om veiledning utvilsomt er en utfordrende situasjon for læreren.

Forklaringsfokus

Ved å studere de delene av veiledningen som hadde fokus på forklaring, kom det tydelig frem at den forklaringsfokuserte veiledningen igjen kunne skilles i to underkategorier. Den ene underkategorien er *fullstendig forklaring* og den andre er *delvis forklaring*. Målet med fullstendig forklaring er å forklare alt som foregår i øvelsen, mens delvise forklaringer tar for seg enkeltobservasjoner eller deler av utstyret før det avslutningsvis kobles sammen til en helhet. Resultatene viste at elevene i dette studiet ikke responderte slik læreren kanskje hadde håpet da det ble spurt etter fullstendige forklaringer. Etter at læreren etterspurte forslag til fullstendig forklaring, skiftet samtalen forholdsvis raskt fokus igjen, og da via den ukorrekte eller den unnvikende stien.

Når læreren etterspør fullstendige forklaringer, kan det være vanskelig for elevene å vite hva man skal svare læreren og hvordan man skal starte sitt forsøk på forklaring. Hvis elevene ikke har konstruert en forklaring de føler seg trygge på, kan det være enda vanskeligere for elevene å delta aktivt og by på sitt forslag til forklaring. Elevene kan da oppleve en forventning om at de burde ha et forslag til forklaring, og ønsker ikke å si noe ukorrekt. Tidligere i kapittelet ble fagordtaktikken nevnt som en taktikk elevene kan benytte seg av dersom de opplever å bli vurdert av læreren. Å svare unnvikende er en annen taktikk som kan tenkes at benyttes av elevene for å unngå negativ vurdering og å skuffe læreren. Den unnvikende stien som fører bort fra forklaringer ble utelukkende observert etter at veiledningen hadde fokusert på den fullstendige forklaringen. Det kan derfor virke som om etterspørring av fullstendig forklaring signaliserer andre forventninger til elevene enn etterspørring av delvis forklaring.

Hamza og Wickman (2013) har vist eksempler på hvordan fokus på konkrete deler av utstyret og enkeltobservasjoner kan bidra til en bedre forståelsesutvikling hos elever.

Det samme kan også gjøres i konstruksjonen av forklaringer. I deres arbeid ba de elevene komme med forslag til forklaring på a) hvordan strøm kan oppstå i den galvaniske cellen, b) hvilke kjemiske reaksjoner som finner sted og c) hvilken rolle glassfilteret i bunnen av U-tuben hadde. Denne tredelingen er et eksempel på det jeg omtaler som delvise forklaringer. I stedet for å etterspørre fullstendig forklaring ved å be elevene om en forklaring på alt som skjer i cellen, delte Hamza og Wickman i tre mindre delforklaringer. Hensikten med dette skal være å øke elevenes forståelse ved først å skape visshet for delforklaringene før disse delforklaringene avslutningsvis kan settes i sammenheng slik at de utgjør en fullstendig og mer helhetlig forståelse.

Dette har vi sett at av og til ble gjort i dette studiet også. Den forklaringsfokuserende veiledningen inneholdt, som nevnt, etterspørring av fullstendige forklaringer, men også flere tilfeller av at lærerne etterspurte delvise forklaringer. Det kan være et nyttig verktøy for lærer og elever i prosessen med å konstruere en fullstendig forklaring. For elevene kan det være lettere å konsentrere seg om enkelte, konkrete situasjoner i stedet for å gjøre det for komplekst ved å fokusere på den fullstendige forklaringen med en gang. Lærerens målsetning ved å fokusere på delforklaringer kan, som i studiet til Hamza og Wickman (2013), være å gi elevene visshet for de ulike delforklaringene før de til slutt kan settes i sammenheng slik at de utgjør den fullstendige forklaringen.

Å fokusere på delforklaringer kan gi læreren en fordel i planleggingen av den videre veiledningen. Fokus på delforklaringer kan gjøre det lettere for læreren å oppdage gap elevene har i sin forståelse, og dermed også fylle dem. Hvis elevene kommer med ukorrekte eller mangelfulle forslag til delforklaringer, kan læreren avsløre om elevenes gap er knyttet til de relevante delene av utstyret eller observasjonene. Når læreren er fornøyd med elevenes delforklaring og føler at de eventuelt oppdagede gapene er fylt, kan fokuset flyttes videre til en annen delforklaring. Etter at elever og lærer har blitt enige om delforklaringene, kan sammenhengen mellom disse vises, enten implisitt eller eksplisitt, slik at elevene kan konstruere den fullstendige forklaringen.

Fokus på og etterspørring av delvise forklaringer ser ut til å engasjere elevene og senke terskelen for deltakelse sammenlignet med fullstendige forklaringer. Ved etterspørring av fullstendige forklaringer observerte jeg flere tilfeller av at fokuset ble skiftet via den

unnavikende stien. Derimot observerte jeg ingen tilfeller av den unnavikende stien etter at læreren hadde etterspurt delvise forklaringer. Fokus på delforklaringer så ut til å føre til mer engasjerte elever slik at neste fokusskift enten skjedde via den korrekte eller den ukorrekte stien.

Man kan spørre seg om det alltid er slik at fokus på delforklaringer fører til mindre unnavikende svar og til fylling av kognitive gap. Dessverre er det vanskelig å si noe om allmenn gyldighet (statistisk generaliserbarhet / ekstern validitet) basert på et kvalitativt studium med begrenset en mengde data, men resultatene gir grunnlag for en hypotese om at unnavikende svar kan være mer fremtredende ved etterspørring av fullstendige forklaringer enn ved delvise forklaringer. Både fullstendige forklaringer og delvise forklaringer kan fungere for å avdekke elevenes gap, men delforklaringer kan se ut til å være mer effektive da elevene svarer mindre unnavikende.

Implikasjoner for undervisning

Det ser, i dette studiet, ut som at læreren er den som styrer og initierer de fleste fokusskiftene i veiledningssamtalen. Derfor håper jeg at funnene i denne oppgaven kan være nyttige for lærere som befinner seg i liknende undervisningssituasjoner. Noe av det som har kommet frem i dette studiet, er viktigheten av å være åpen for elevene. Læreren bør ta seg tid til å lytte til elevene for å forstå elevenes situasjon og hvor de har kommet i forståelsesutviklingen. Dette gjelder i starten av veiledningssamtaler, men også senere i veiledningen. Elevenes behov bør hele veien tas med i vurderingen for fokusskiftene slik at man unngår overstyring hvor elevenes behov blir ignorert.

Selv om læreren besitter mye kunnskap og kan føle et behov for å dele denne, er Deweys (1909) teorier om induktiv og deduktiv tenking og den komplette tankeprosess viktige å ta hensyn til i en veiledningssituasjon. Tålmodighet før man skifter fokus via den ukorrekte stien kan være viktig. Elevene kan da selv stå for den deduktive utledningen av implikasjoner ved forslagene til forklaring, og deretter foreta en konsistenssjekk hvor de forventede observasjonene sammenlignes med de observasjonene som har blitt gjort. Dette vil kunne føre til større engasjement og mer meningsfull læring. Den samme talmodigheten kan også være viktig før fokuset skiftes via den korrekte sti. Selv om

elevene sier noe som oppfattes som korrekt av læreren, er det ikke nødvendigvis gitt at eleven har en solid forståelse av det som ble sagt. Fagordtaktikken som det har blitt vist et eksempel på tidligere, viser at elever av og til prøver å lure læreren til å tro at det har forstått mer enn hva som faktisk er tilfellet.

Visshet for utstyr og observasjoner ser ut til å være viktig i elevenes prosess med å konstruere en forklaring. Å bruke forklaringsfokuset veiledning og den ukorrekte stien for å finne ut hva elevene ikke har visshet for, kan se ut til å være en mulig taktikk fra lærerens side. Det er også mulig å skape visshet for utstyr og observasjoner før det fokuseres på forklaringen ved hjelp av en mer UOF-strukturert veiledning. Dette kan imidlertid kreve at elevene får opplæring i praktisk arbeid og konstruksjon av forklaring i forkant.

I tillegg kan det være lurt for en lærer å være bevisst forskjellen mellom fullstendig forklaring og delvis forklaring. Ved å fokusere på delvis forklaring, kan det se ut som elevene blir mer engasjerte og svarer mindre unnvikende. Det kan da også være at elevenes kognitive gap er lettere å oppdage og dermed også fylle. Å oppdage og hjelpe med å fylle elevenes gap, ser ut til å være lærerens rolle i en veiledningssituasjon hvor målet er å konstruere en vitenskapelig korrekt forklaring.

Forslag til videre forskning

Dette studiet har gitt en del indikasjoner, men det er fremdeles mange områder som oppgaven her ikke gir et klart svar på. Videre følger noen innspill til områder som dette studiet antyder at kan være interessante, men som det trengs mer forskning på.

Å studere strukturen i veiledningen kan gi interessante svar om hvordan lærere kan veilede elevene på en mest mulig effektiv måte. UOF-strukturen er foreslått som en mulig struktur på bakgrunn av Hamza og Wickman (2013) sin artikkel og resultatene fra dette studiet som viser viktigheten av visshet for utstyr og observasjoner. Hvorvidt dette er en bedre struktur enn veiledningsdansen som er observert her, er det ikke dekning for å si noe om. Det kunne vært interessant å undersøke om opplæring for både elever og lærere i UOF-strukturert veiledning kan gjøre veiledningen mer effektiv.

Et annet studium som kunne vært interessant, er et kvalitativ intervjustudium der lærers bevissthet og intensjoner i forbindelse med fokusskifter undersøkes. Man kan undersøke hvorvidt læreren har en taktikk for veiledningen eller om han belager seg på intuisjon og innfall som han får underveis. Det kan da også undersøkes om læreren er bevisst på grad av åpenhet for elevene og andre faktorer. Å kombinere dette med et observasjonsstudium vil kunne gi svar på hvorvidt teori og praksis stemmer overens. Hvis et slikt studium gjennomføres, kan elevenes bevissthet og taktikk også gi svar som kan være interessante. Hvordan opplever elevene en veiledningssituasjon og om de eventuelt bruker knep som fagordtaktikker og lignende bevisst.

Nærmere undersøkelse av veiledning med fokus på forklaring vil også kunne gi verdifulle svar. Er det allment gyldig at etterspørring av delvise forklaringer fører til mindre unnvikende svar og mer effektiv fylling av kognitive gap?

Et siste forskningsområde som det er behov for å dekkes er læreres åpenhet for elevene. Det nevnte intervju- og observasjonsstudiet kan gi nyttig innsikt i læreres bevissthet rundt problemstillingen, men det vil være svært verdifullt med et studium som undersøkte ulike konkrete fremgangsmåter for å oppnå åpenhet for elevene. Studier som kan tilby instruksjoner om hvordan lærere bør handle i konkrete situasjoner. Den store mangelen på slike instruksjoner kan tyde på at det er vanskelig å komme med konkrete tips, men det gjøre det ikke mindre verdifullt for alle som driver med undervisning.

Referanseliste

- Atwood, S., W. Turnbull, J. I. M. Carpendale (2010). "The construction of knowledge in classroom talk." Journal of the Learning Sciences **19**(3): 358-402
- Angell, C., B. Bungum, E. K. Henriksen, S. D. Kolstø, J. Persson and R. Renstrøm (2011). Fysikkdidaktikk. Oslo, Høyskoleforlaget.
- Chin, C. (2007). "Teacher questioning in science classrooms: Approaches that stimulate productive thinking." Journal of Research in Science Teaching **44**(6): 815-843.
- Christoffersen, L., A. Johannessen (2012). Forskningsmetode for lærerutdanningene. Oslo: Abstrakt forlag
- Dewey, J. (1909). How we think. London/Boston, Heath.
- Dewey, J. (1997/1938). Experience and Education. New York, Touchstone / Kappa Delta Pi.
- Glaser, B. G. (1965). "The constant comparative method of qualitative analysis." Social Problems **12**(4): 436-445
- Hamza, K. M. and P.-O. Wickman (2013). "Supporting Students' Progression in Science: Continuity Between the Particular, the Contingent, and the General." Science Education **97**: 113-138.
- Howe, C. and M. Abedin (2013). "Classroom dialogue: a systematic review across four decades of research." Cambridge Journal of Education **43**(3): 325-356.
- Johannessen, A., P. A. Tufte, L. Christoffersen (2010). Introduksjon til samfunnsvitenskapelig metode. Oslo: Abstrakt forlag
- Jordan, B., A. Henderson (1995). "Interaction Analysis: Foundations and Practice." The Journal of the Learning Sciences **4**(1): 39-103
- Kelly, G. J. (2007). "Discourse in science classroom." Handbook of research on science education. S. K. Abell and N. G. Lederman. New York, Routledge: 443-469.
- Klaassen, C. W. J. M. and P. L. Lijnse (1996). "Interpreting Students' and Teachers' Discourse in Science Classes: An Underestimated Problem?" Journal of Research in Science Teaching **33**(2): 115-134.
- Lemke, J. L. (1990). Talking science: language, learning, and values. Norwood, N.J., Ablex.
- Mercer, N., L. Dawes, R. Wegerif and C. Sams (2004). "Reasoning as a scientist: ways of helping children to use language to learn science." British Educational Research Journal **30**(3): 359-377.

- Millar, R. (2001). "Teaching and learning science through practical work." Paper presented at the Nordlab-DK Seminar 1. February 2001, Copenhagen.
- Millar, R. (2004). "The role of practical work in the teaching and learning of science." Paper presented at the "High School Science Laboratories: Role and Vision" Meeting, Board on Science Education, National Academy of Sciences. Washington DC.
- Nilssen, V. (2012). Analyse I kvalitative studier. Oslo: Universitetsforlaget
- Novak, J. D. (2002). "Meaningful Learning: The Essential Factor for Conceptual Change in Limited or Inappropriate Propositional Hierarchies Leading to Empowerment of Learners." Science Education **86**: 548–571.
- Osborne, J. F. and A. Patterson (2011). "Scientific Argument and Explanation: A Necessary Distinction?" Science Education **95**: 627-638.
- Roth, W.-M. and D. Lawless (2002). "Science, culture, and the emergence of language." Science Education **86**(3): 368-385.
- Säljö, R. (2013). "Støtte til læring – tradisjoner og perspektiver. I Praktisk-pedagogisk utdanning, redigert av R. J. Krumsvik og R. Säljö, 53-79. Bergen: Fagbokforlaget.
- Schwartz, D. L., C. C. Chase, M. A. Oppezzo and D. B. Chin (2011). "Practicing Versus Inventing With Contrasting Cases: The Effects of Telling First on Learning and Transfer." Journal of Educational Psychology **103**(4): 759–775.
- Scott, P. H., E. F. Mortimer and O. G. Aguiar (2006). "The tension between authoritative and dialogic discourse: A fundamental characteristic of meaning making interactions in high school science lessons." Science Education **90**: 605– 631.
- Thurén, T., K. Gjerpe and D. Gjesteland (2009). Vitenskapsteori for nybegynnere. Oslo: Gyldendal akademisk
- van Zee, E. H. and J. Minstrell (1997). "Reflective discourse: Developing shared understandings in a physics classroom." International Journal of Science Education **19**(2): 209-228.
- von Aufschnaiter, C., S. Erduran, J. Osborne and S. Simon (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**(1): 101-131.
- Waldrip, B., V. Prain and P. Sellings (2013). "Explaining Newton's laws of motion: using student reasoning through representations to develop conceptual understanding." Instructional Science **41**(1): 165-189.
- Woolfolk, A. 2004, Pedagogisk psykologi. Trondheim: Tapir akademisk forlag
- Yndestad, H. H. (2012). "Modellus i fysikkundervisningen." Masteroppgave i fysikkdidaktikk, Universitetet i Oslo

Vedlegg 1 – Oppgavebeskrivelse

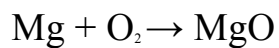
ØVELSE 1: Forbrenning av magnesium. I avtrekkskap.

Utstyr: Magnesiumbånd, fyrstikker, klype.

Framgangsmåte:

Observasjon:

Reaksjonslikning:



Balansert reaksjonslikning:

Forslag til forklaring:



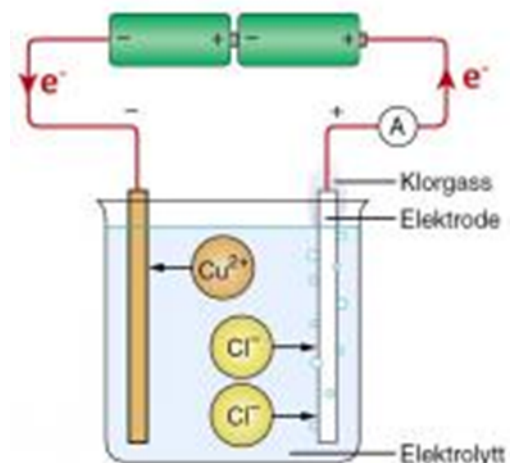
ØVELSE 2: Forkobring

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:



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.

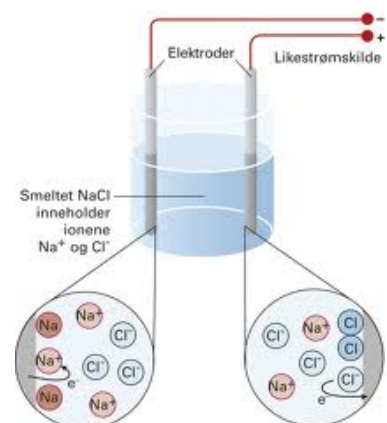
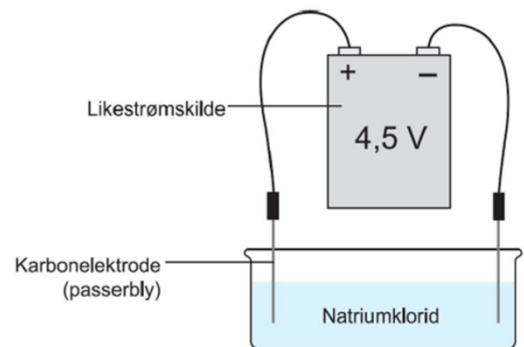
Observasjoner:

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 – Transkriberingsmal

- Transkriberingen foregår på den dialekten som snakkes, slik at det, best mulig, speiler det som blir sagt.
- Hvis utsagn er rettet mot bestemte personer uten at navn benyttes, avsluttes utsagnet med en parentes med en pil og hvem utsagnet er rettet mot.
Eks.: Kordan skal vi gjøre det, då? (→ Lærer)
Svar på direkte henvendelser noteres ikke med parentes og pil.
- Utsagn som avbrytes, merkes ved "(...)" på slutten. Dersom utsagnet gjenopptas/fortsettes, starter utsagnet med "(...)".
- Er det vanskelig å høre deler av utsagnet, vil "... " bety at jeg ikke har klart å høre hva som ble sagt.
- Dersom den som snakker, tar en pause, legges en tankestrek inn for å signalisere det.
- Hvis setningen/utsagnet ikke fullføres, signaliseres det med en tankestrek etterfulgt av et punktum/spørsmålsteget. Eks.: "Ja, eg tror det, men - ."
- Dersom det legges ekstra stor vekt / stort trykk på enkeltord i utsagnene, vil det markeres ved at ordet skrives med store bokstaver. Eks: "Så det kommer mye ENERGI ut?"
- Andre faktorer som peking og gestikulering bemerkes i parentes etter utsagnet.
- Lengre stillheter vil bli markert på en egen linje med antall sekunders stillhet i parentes.
- Andre verbale virkemidler som er relevante for kommunikasjonen, vil kommenteres i klammeparentes. Eks.: Ja, det stemmer jo med forsøket!
[Engasjert, høylytt]
- Kun relevant dialog transkriberes – ikke henting og montering av utstyr, fellesinstruksjon og så videre før selve aktiviteten er startet.