

Korleis kan oppsett for forsøk påverke rapportar i kjemifaget?

Ei kvalitativ analyse av forsøksrapportar

Henriette Hogrenning



Kjemididaktisk masteroppgåve

Kjemisk institutt

Det matematisk-naturvitskaplege fakultet

Universitetet i Bergen

Juni 2022

Forord

Denne masteroppgåva markerer slutten på ei integrert lektorutdanning i kjemi og matematikk ved Universitetet i Bergen. Under denne utdanninga har eg opplevd studentlivet på godt og vondt, og eg reiser dermed vidare som ein person som er mange erfaringar rikare.

Eg vil rette ei stor takk til Matthias Stadler, som under denne prosessen har gitt god rettleiing heile vegen i forskingsprosjektet. Lærarar og elevar som har bidratt med å samle inn og levere datamateriale fortentar også ei stor takk.

Til slutt vil eg rekke ei takk til medstudentar for ei fin studietid saman!

#Lektorlove

Samandrag

Praktisk arbeid med forsøk og demonstrasjonar er ein sentral del av kjemifaget. I etterkant av praktisk arbeid brukar elevane ofte å skrive ein forsøksrapport. Læraren har medverknad over desse faktorane: kva forsøk som gjennomførast, korleis dei gjennomførast, kva forventningar som legg til grunn for eventuelle forarbeid og etterarbeid. Desse faktorane har eg valt å samle og kalle *oppsett for forsøk*.

Gjennom ei kvalitativ analyse av forsøksrapportar har eg valt å sjå nærmare på i kva grad og korleis oppsett for forsøk påverkar det elevane legg fram i sine forsøksrapportar. Hensikta er å undersøke om det er noko læraren kan gjere før, under eller i etterkant av forsøket for å til dømes få fram meir av elevane sine tankeprosessar i rapportane.

Forskningsprosjektet har tatt omsyn til ulike utformingar av forsøksrapportar (rapportmal, fritt val), kva spørsmål som eventuelt er stilt i rapportmalen, gjennomføring av forsøka og diskusjon knytt til forsøka både før, under og etter utføring. Koding av datamaterialet er nytta til å få djup innsikt i kva rapportane inneheld. Spesifikt er grunngevingar og forklaringar presentert i rapportane koda nøyte.

Analysen i samband med teori avdekka at det er mogleg at både utforming av rapportmal, spørsmål i denne og diskusjon undervegs i prosessen kan ha fått fram fleire hypotesar, grunngevingar samt resonneringar og faglege samanhengar i rapportane. Det er og tydeleg at tal grunngevingar er i direkte samanheng med tal hypotesar. Dermed kan både teori og analysen belyse viktigheita av å få elevane til å danne hypotesar om forsøka som skal utførast. Gjerne i samband med faglege diskusjonar.

Innhald

FORORD	1
SAMANDRAG	2
INNLEIING	4
OPPBYGGING AV OPPGÅVA	5
TEORI	6
ELEVFORØK I PROGRAMFAGET KJEMI PÅ VIDAREGÅANDE SKULE	6
DEMONSTRASJONAR SOM EIN DEL AV DET PRAKTISKE ARBEIDET	10
FORSØKSRAPPORTAR	11
DISKUSJONAR I KLASSEROMMET.....	12
KJEMISKE FØRESTILLINGAR ELEVANE HAR OM SYRER OG BASAR.....	14
SOLO-TAKSONOMI	15
METODE	16
KVALITATIV ANALYSE.....	16
UTVAL OG OPPSETT	17
GJENNOMFØRING AV FORSØKA.....	18
INNSAMLING AV DATAMATERIALET	19
UTGITT MAL.....	21
KODING AV DATAMATERIALET	23
NOKON DØMER PÅ VAL TATT UNDER DETALJERT KODING	31
KVALITETEN AV STUDIEN.....	33
RESULTAT	35
GRUNNGIVINGAR OG FORKLARINGAR	36
DØMER PÅ FAGLEG INTERESSANTE GRUNNGIVINGAR.....	39
HYPOTESAR	41
OBSERVASJONAR OG FEILKJELDER.....	43
NOTAT FRÅ UNDERVISINGSTIMANE	43
ANDRE FAKTORAR SOM UTMERKA SEG VED RAPPORTANE	44
DISKUSJON	45
TANKAR RUNDT UTFORMING AV FORSØKSRAPPORTAR	45
ELEVANES TANKAR OG RESONNERINGAR I RAPPORTANE	48
TANKAR OM IMPLEMENTERING AV DISKUSJONAR	50
KJEMISKE FØRESTILLINGAR TIL SYNE I RAPPORTANE	51
KONKLUSJON	53
IMPLIKASJONAR FOR VIDARE FORSKING.....	53
IMPLIKASJONAR FOR KJEMIUNDERVISING	54
LITTERATURLISTE	56

Innleiing

Det er allmenn kjent at praktisk arbeid er ein sentral del av naturvitskaplege fag, inkludert i programfaget kjemi. Det praktiske arbeidet kan til dømes vere eit forsøk eller ein demonstrasjon der elevane ofte i etterkant blir bedt om å skrive ein forsøksrapport. Ettersom rapportskriving er hyppig brukt er det hensiktsmessig å sjå nærmare på kva rapportane fortel oss, og i kva grad læraren kan påverke kva som kjem fram i ein forsøksrapport som elevane leverer.

Læraren har delvis eller fullstendig kontroll over: kva forsøk som gjennomførast, korleis forsøka gjennomførast, om der finnes noko forarbeid til forsøka, kva informasjon elevane har om det faglege frå før av, i tillegg til kva forventningar og krav som blir satt til utføring av etterarbeid. Med andre ord har læraren delvis eller fullstendig kontroll over fleire aspekt som samla kan definerast som oppsett for forsøk.

Det er sjølvsgt mogleg at oppsett for forsøket ikkje påverkar forsøksrapportane i nokon vesentleg grad, men det er naturleg å anta at ein eller fleire av desse faktorane kan påverke rapportane. Ettersom det er ein stor del av faget, som truleg elevane og lærar brukar ein del til på, kan det være interessant å få ei djupare innsikt i rapportane. Kva fortel rapportane oss om eleven sine faglege førestillingar? Kjem elevens tankeprosess til syne i forsøksrapportar? Dette er spørsmål eg sit med, og ønska svar på.

Mest av alt ønska eg å vite om det er noko læraren kan gjere for å påverke kva som kjem fram i rapportane, med omsyn til oppsett for forsøka som gjennomførast. Det er dermed interessant å undersøke korleis rapportane eventuelt blir påverka av aspekt som læraren delvis har kontroll over, slik at lærarar kan lære meir om korleis ein kan modifisere oppsett for kjemiforsøk på ein fordelaktig måte. Hensikta er at ein forsøksrapport skal vere til nytte for både elevane og læraren.

Det overordna forskingsspørsmålet mitt er difor **«korleis kan oppsett for forsøk påverke rapportar i kjemifaget?»**.

Under kvalitativ analyse er det vanleg at oppgåva ofte tek ei ny retning, og det er dermed hensiktsmessig å vise at denne prosessen førte meg i retning av to nye inndelingar av forsøket der eg ved djupdykk undersøker om, og korleis desse faktorane (I og II) kan fremje tankeprosessen til elevane i forsøksrapportar.

I – utforming av forsøksrapportar

II – diskusjonar før, under og i etterkant av forsøk

Oppbygging av oppgåva

Forskningsprosjektet er presentert gjennom seks ulike kapittel. Innleiing (kapittel 1) gir ein introduksjon til oppgåva med innsikt i kva som skal undersøkast og kvifor eg valte dette emnet. Problemstilling blir presentert i denne delen.

Teori (kapittel 2) vil legge fram eit teoretisk grunnlag som kan forklare, belyse, motsige eller drøfte funna som er etablert i studien. Dette inkluderar innsikt i elevforsøk og demonstrasjonar i den vidaregåande skulen, teori om forsøksrapportar, kva informasjon som finnes om diskusjonar i klasserommet, litt om kva førestillingar elevane har til temaet syrer og basar og kort om SOLO-taksonomi. Kvar av desse er nemnt som underkapittel.

Metode (kapittel 3) forsøker å skildre analyseprosessen i forskningsprosjektet. Først blir det presentert at forskningsdesignet som er valt er kvalitativt, og utleia litt om kvifor dette er passande for oppgåva. Vidare er det lagt fram viktig bakgrunnsinformasjon om utval og gjennomføring av forsøka som datamaterialet er samla inn frå. Det neste steget som er skildra er innsamling av datamaterialet etterfølgt av koding av datamaterialet. Til slutt er det forsøkt å utdjupe om kvaliteten på studien.

Resultat (kapittel 4) presenterer funna som koding og analyse av datamateriale førte fram. Ein stor del av dette er samanhengar og mønster som kunne detekterast etter koding av grunngevingar og hypotesar i datamaterialet. Det er også lagt ved funn rundt observasjonar og feilkjelder. Det er forsøkt å addere til funna ved å vise til notat frå gjennomgang av forsøka sidan

det i utgangspunktet var planlagt å ha ei form for data som kunne sei noko meir om diskusjonane under forsøka.

Diskusjon (kapittel 5) legg fram ei drøfting av resultata i lys av litteraturen som er nemnt i kapittel 2. Diskusjonen har og som mål å også svare på forskingsspørsmåla som er satt i studien. Dette inneberer at utforming av forsøksrapport og systematisk utføring av diskusjonar vil bli tatt fram, og i kva grad, og korleis desse påverkar eller fremjar eleven sin refleksjon og tankeprosess i forsøksrapportane.

Konklusjon (kapittel 6) vil verke som avsluttande ord, og belyser kva vidare implikasjonar studien har for vidare forskning og klasserommet.

Teori

[Elevforsøk i programfaget kjemi på vidaregåande skule](#)

Under hovudområdet *metoder og forsøk* i læreplanen for programfaget kjemi står det eksplisitt at kjemi er eit praktisk fag som tek i bruk laboratorieutstyr, utfører analysar, og at teoriar og modellar skal bli testa eller illustrert gjennom forsøk (Utdanningsdirektoratet, 2006). Det blir også vedlagt under *føremålet* til læreplanen at opplæringa i kjemi skal knyte teori til praktisk laboriearbeid ettersom kjemisk viten er eit produkt av vekselverknaden mellom teori og eksperiment. Dette høyrer til den gamle læreplanen, som i dag gradvis er på veg ut.

I den nye læreplanen står det «*kjemi skal bidra til at eleven utvikler kreativitet og utfolder forskertrang gjennom eksperimentelt og utforskande arbeid, Videre skal faget bidra til at elevene anerkjenner verdien av samarbeid og ideutveksling for å utvikle kompetanse og forståelse*» (Utdanningsdirektoratet, 2021). I lys av begge læreplanane er det klart at eksperiment og elevforsøk bør vere ein sentral del av kjemifaget på vidaregåande skule.

Under kompetansemåla i den nye læreplanen for kjemi er det to punkt som er direkte knytt opp mot forsøk og datainnsamling i dette prosjektet (Utdanningsdirektoratet, 2021). Desse punkta er:

- Gjere greie for omgrepa syre, base, protolyse, pH, og utforske eigenskapane til sterke syrer og basar
- Gjennomføre volumetrisk og gravimetrisk titeranalyse og drøfte bruk av titeranalyse

Andre som talar for det same som læreplanen er Millar (2004) som hevdar at det er to mål for vitenskaplege undervising: å auke elevane si vitenskaplege kunnskap og kunnskap om vitenskapen sin metode for undersøkingar av verden rundt oss. Den siste delen inneberer det praktiske arbeidet, og det argumenterast for at desse punkta bør kombinerast i undervising.

Woodley (2009) delar praktisk arbeid i skulane inn i to kategoriar, der den eine er skildra som «hand's on» og dei andre aktivitetane som «directly related activity». Den første inneberer undersøkingar, laboratorie-prosedyrar og teknikkar. Det står ikkje eksplisitt at det er elevane sjølv som må være den parten som undersøker, men det kan tolkast slik ettersom den andre kategorien mellom anna inkluderar lærardemonstrasjonar. Minner et al (2010) hevdar at dersom elevane sjølv er dei som utførar forsøka kan det auke nysgjerrigheita og sjølvstendigheita deira, i tillegg til at det er også mogleg at dei hugsar forsøket betre. Abrahams & Miller (2008) bekreftar også det siste punktet om hukommelse. Elevane hugsar betre ting dei opplevde eller observerte i forsøk, samanlikna med elles i undervisinga.

Det viktigaste punktet Millar (2004) viser til er derimot at ettersom vitenskapen skal hjelpe oss å forstå verden rundt oss, er det essensielt at vi både observerer det rundt oss, og tar del i det. Akkurat dette skjer under praktisk arbeid, der elevane får observere kjemiske fenomen og ta del i å skape dei. Slik vil eleven konstruere ein personleg kjennskap til forsøket, og dermed ein eigen representasjon eller forståing av kunnskapen. Til tross for at det er vanleg at elevane ofte tek andre slutningar enn det læraren hadde som intensjon at elevane skulle lære frå forsøket, så bidreg det til å utvide forståinga.

Woodley (2009) hevdar at det likevel kan være hensiktsmessig for læraren å tenke gjennom kva eit forsøk bidreg med av informasjon som elevane kanskje lærer betre av samanlikna med å kun

bli fortalt om fenomenet. Gode praktiske aktiviteter byggjer ei bru mellom det elevane registrera frå sansar og kva pre-eksisterande tankar dei har om prinsippet. Eit premiss for at dette skal skje er at elevane ikkje utelukkande følgjer ei «oppskrift», men også reflekterer rundt det som skjer, til dømes gjennom diskusjon mellom elevane (Woodley, 2009). Dette kan samanliknast med Minner et al (2010) sin påstand om at elevane får betre konseptuell forståing dersom det praktiske arbeidet har ein utforskande karakter som får elevane til å tenke, enn dersom elevane kan ha ein meir passiv tilnærming til forsøket.

Abrahams & Millar (2008) hevdar at det som observerast ofte ikkje blir knytt opp mot teorien samtidig som den praktiske aktiviteten pågår, og at dette kan vere ein metode for å auke læringsutbytte. Ofte blir samanhengane diskutert utelukkande i etterkant av utføring av forsøka. Læraren bør ta høgde for dette, og legge til rette for at elevane kan snakke om det dei observerer, også under gjennomgang av forsøk. Vi kjem tilbake til dette punktet seinare i kapitlet.

Fleire har uttrykt at praktisk arbeid er lite effektivt i å skape forståing hjå elevane (Osborne, 1993, Hodson, 1990). Eit argument som går igjen er at sjølv om det kan være hensiktsmessig å illustrere nokon fenomen ved observasjonar, så finnes det også kjemiske konsept, teoriar og modellar som ikkje alltid kan illustrerast i forsøka, og at desse er ein viktig bit for forståinga til elevane.

Millar (2004, s. 10) omtalar også dette: «*It is unlikely that a student would grasp a new scientific concept or understand or model as a result of any single practical task*». Det er verdt å legge merke til at eit enkelt forsøk åleine ikkje kan skape denne forståinga rundt eit nytt konsept, men det betyr ikkje at det ikkje kan være med på å bidra til økt forståing. Og det blir lagt ved at læringseffekten av forsøket kan vere betre dersom elevane tenker på kva som vil skje, før dei testar det eller observerer det.

TIMSS- studiane frå 2015 og 2019 viser til at hyppig bruk av forsøk korrelera med høgare prestasjonar og læringsutbytte, opp til eit visst nivå. Dersom det vart for mange forsøk blei denne samanhengen negativ (Nilsen & Kaarstein, 2021). Dette viser til at sjølv om praktisk arbeid er ein

viktig del av naturvitskapelege fag, så representerar det ikkje heilheita av faget. Det teoretiske må også få ein vesentleg del av undervisingstida.

Eit anna perspektiv som i utgangspunktet ikkje vart danna med omsyn på forsøk er Kapur (2016) sine teoriar om direkte instruksjon bør implementerast før ein aktivitet, eller om aktiviteten bør skje før instruksjonar blir gitt. Denne teorien er utforma med tanke på problemløysingsaktivitetar, men delar av den har likevel overføringsverdi til gjennomføring av praktisk arbeid i kjemifaget. Spesielt hevdar Kapur (2016) at det aukar er eit auka læringspotensial dersom elevane får utforske ein aktivitet utan direkte instruksjonar som legg fram fasiten.

Denne føresetnaden opnar opp for moglegheita til å legge til rette for produktiv feiling. Produktiv feiling inneberer at elevar deltar i aktivitetar eller situasjonar der dei må prøve å løyse eit problem som krev at dei tek i bruk konsept dei ikkje har lært (Kapur, 2016). Her er det lagt opp til at elevane truleg ikkje vil kome fram til riktig løysing, men dei kan kome nokon steg på vegen. Dette samsvarar med Millar (2004) sin påstand om at elevane ofte ikkje kjem fram til det læraren hadde ein intensjon om ved forsøket, at dei ofte dannar seg andre forklaringar enn den korrekte vitskapelege forklaringa.

Dette kan i mine auge samanliknast med tilfelle der elevane blir bedt om å diskutere og kome fram til ei mogleg hypotese på kva som vil skje, før dei utførar eit forsøk. Vidare er det viktig at elevane blir oppfølgt med konsolidering og instruksjon om det nye konseptet i etterkant, som eit siste element som høyrer til konseptet med produktiv feiling (Kapur, 2016). Dersom alle premissa er oppfylt kan eit slikt forhold maksimere læring på lang sikt, til tross for at elevane opplevde låg prestasjon under aktiviteten.

Eit mogleg tilfelle er sjølvstøtt at nokon av elevane klarar å gjette alle hypotesane korrekt, og at den situasjonen dermed ikkje kan kategoriserast som produktiv feiling. Eit anna tilfelle som også har positive læringseffektar er produktiv suksess (Kapur, 2016). Her vil eleven føle på god prestasjon under aktiviteten, og i tillegg få auka forståinga på lang sikt (men ikkje i like stor grad

som ved produktiv feiling). Det viktigaste er å unngå at elevane endar opp i eit tilfelle av uproductiv feiling, eller uproductiv suksess, sidan ingen av desse forbetrar læringspotensialet (Kapur, 2016).

Ei siste årsak til kvifor praktisk arbeid er viktig i skulen er at 71% av elevane i en studie finner praktiske forsøk relativt nyttige og engasjerande eller tilfredsstillande, og 38% finner det som den mest nyttige eller effektive metoden å lære på (Abrahams & Millar, 2008). Det kan dermed argumenterast for at elevane si stemme også bør kome fram, dersom det kan være med på å auke interesse for faget. Interesse er avgjerande for om elevar vil fortsette å fordjupe seg i realfag eller om dei vil velje det vekk (Ramberg, 2006, Nilsen & Kaarstein, 2021).

Demonstrasjonar som ein del av det praktiske arbeidet

Ringnes & Hannisdal (2014) omtalar at moglege årsaker til å heller gjennomføre demonstrasjonar enn elevforsøk kan vere at elevforsøka er tidkrevjande, utgiftene reduserast og sikkerheita aukar. Ingen av desse årsakene talar for fordelar knytt til læringsutbytte, likevel er bruk av demonstrasjonar ganske utbreidd i undervisinga. Roth et al (1997) påstår at potensiale for læring er lågt ettersom vitenskaplege konsept ikkje alltid kan skildrast ved hjelp av demonstrasjonar. Dette samsvarar med Osborne (1993) og Hodson (1990) sine syn på å utvikle forståing frå praktisk arbeid.

Crouch et al (2004) hevdar at læringsutbytte ved demonstrasjonar kan hevast dersom elevane blir tilgitt nokon instruksjonar. Til dømes ved å instruere elevane til å legge fram ein hypotese på kva dei trur kjem til å skje før demonstrasjonen utførast, eller ved å diskutere hypotese og utfall i grupper. Til tross for at dette auka læringsutbyttet var det omlag berre 30% av elevane som klarte å gi ei fagleg korrekt forklaring av fenomenet dei demonstrerte. Crouch et al (2004) hevdar at dette viser til at det er grenser for kor mykje ein elev kan lære ut i frå ein enkel demonstrasjon.

Abrahams & Millar (2008) viser til at elevane sine forkunnskapar kan vere ei årsak til at dei står fast og slit med å danne hypotesar eller samanhengar mellom teori og det praktiske. Sjølv om det er openbart for læraren kva intensjonen er at elevane skal lære frå forsøket er dette ofte eit vanskeleg punkt for elevane. Crouch et al (2004) løyser dette ved at elevane som blir instruert til å diskutere moglege utfall av demonstrasjonen får utdelt eit ark med fleire moglege utfall. Dermed har elevane noko å ta utgangspunkt i dersom dei står fast i denne prosessen. Sjølv om dei ikkje nødvendigvis klarar å resonnerer seg fram til kva som er riktig, så kan dei kanskje klare å utelukke nokon av forslaga som blir presentert.

Eit viktig punkt som blir nemnt er at diskusjon også kan bidra til å rette opp i eventuelle misoppfatningar som elevane sit med. Dermed er det i følge Ringnes & Hannisdal (2014) lurt å etterfølge både elevforsøk og demonstrasjonar med diskusjon som gir rom for oppklaringar, og moglegheit for å vurdere om aktiviteten bør gjentakast.

Forsøksrapportar

I den nye læreplanen for kjemi er det inkludert ein del om grunnleggande ferdigheiter (Utdanningsdirektoratet,). Under skriveferdigheitar er det sitert:

«Å kunne skrive i kjemi inneberer å bruke kjemifaglege argument, terminologi, reaksjonslikningar, ulike typar illustrasjonar, formlar og symbol på ein hensiktsmessig måte. Vidare inneberer det å bruke observasjonar, erfaringar og informasjon til å strukturere og formulere tekstar om eksperiment og forsøk»

Denne delen viser at det er stadfesta i læreplanen at elevane skal skrive tekstar om eksperiment og forsøk i faget. Det er læraren sin jobb å legge til rette for at elevane får moglegheit til dette. Det står ikkje eksplisitt at tekstane må vere ein forsøksrapport, men det er heller ikkje noko tydeleg definisjon på kva ein rapport kan vere. Det kan nok både vere i form av IMRaD som er vanleg i vitskapen, men det kan nok også vere enklare rapportmalar eller korte tekstar.

Frå elevane sine perspektiv er det verdt å nemne at KUN (undersøking om kjemiutdanning i Noreg) i 2005 oppdaga at til tross for at elevane likar å gjennomføre forsøk, så mislikar dei å skrive forsøksrapportar. Ringnes & Hannisdal (2014) legg fram at elevar likevel bør skrive rapportar fordi det er ein del av læringsprosessen som tvingar eleven til å reflektere.

Gunel et al (2007) bekreftar også at skriving i vitenskaplege fag kan bidra til å utvikle elevane sine tankar og konseptuell forståing dersom skriveaktiviteten krev at elevane må rekonstruere kunnskapen på ein ny måte, framfor å einskild repetere det eleven allereie veit. Dette skjer ofte når teori skal knytast opp mot det praktiske. Eleven kan ikkje utelukkande repetere fakta som han eller ho hugsar eller har pugga, det må også sjås i samanheng med det forsøket viser.

Mange rapportar i dag følgjer ein fast struktur (IMRaD) med introduksjon, metode, resultat og diskusjon (Sollaci & Pereira, 2004). Ei årsak til at denne strukturen er utbreidd er at kommunikasjon er ein essensiell del av å utvikle vitenskapen, og det trengst dermed ei oppskrift for korleis ein kan formidle prosessen og funna tydeleg, og gjere dei opne for vurdering frå andre forskarar (Nair & Nair, 2014). IMRaD representerar ei akseptert norm for kva vitenskaplege artiklar bør fokusere på og innehalde. Slike faste strukturar verkar ofte dempende på motivasjonen til elevane i vidaregåande skular i følge Ringnes & Hannisdal (2014) og skrivinga kan heller oppfattast som meir positiv ved å la elevane få bruke ein friare struktur.

Diskusjonar i klasserommet

I den overordna delen av læreplanverket (Kunnskapsdepartementet, 2017) er det vedtatt at fagleg læring ikkje kan isolerast frå sosial læring, og at dialog står sentralt i den sosiale læringa. Dermed er det lærarens plikt og oppgåve å legge til rette for situasjonar der dialog kan førekomme og utvikle seg. I den nye læreplanen for programfaget kjemi er det implementert under grunnleggande ferdigheiter, at elevane bør ha munnlege ferdigheiter til å delta i fagsamtalar, dele og utvikle kompetanse med kjemifagleg innhald (Utdanningsdirektoratet, 2021).

Det finnes fleire årsaker til å integrere dialog i klasserommet. Til dømes nemner Vygotsky & Cole (1978) at samspel med andre er sjølve utgangspunktet for læring, og at språkleg samspel er ein føresetnad for å utvikle tenking. Argumentasjonen er at dersom tankar og språk blir lagt fram for andre, så kan dei reagerast på og gis svar til, og dette kan medføre til nye tankar. Ringnes & Hannisdal (2014) viser til konstruktivismen og legg fram at elevane konstruera sin eigen kunnskap i en sosial prosess. Dette viser til at eleven har forkunnskapar, og at desse i sosiale prosessar kan utvidast og omstrukturert til å bli meir lik naturvitskapens kunnskap. Dysthe (2013) legg fram at det den siste tida er blitt eit større fokus på individuell læring i skulen, og at dette vil vere ugunstig for elevane med tanke på kva dialog og samspel kan bidra med av læring.

Dysthe (2013) viser til Mikhail Bakhtin sin dialogteori som nemner at forståing, meining og kunnskap blir skapt gjennom verbale iterasjonar med andre menneske. Han er spesielt oppteken av at ulike synspunkt og perspektiv må få kome fram, slik at ein i konfrontasjon med andre blir open for tvil, og testing av desse synspunkta. Dersom ein skal legge til rette for dette i klasserommet må ueinigheit bli sett på som ein læringsmoglegheit framfor ein trussel (Dysthe, 2013).

Slik eg forstår det, er dialog i klasserommet eit essensielt aspekt for å starte ein tankeprosess hjå elevane, som også kan vidareføre tenking hos andre elevar som blir presentert for det synet. Det finnes derimot av erfaring fleire typar dialogar som opptrer i klasserommet. Elevane tyr ofte til å diskutere kvardagslege ting som ikkje nødvendigvis vil auke fagleg forståing. Det er hensiktsmessig om vi kan få elevane til å utøve det Mercer (2004) har namngitt som utforskande samtalar. Dette inkluderar at relevant informasjon blir delt, samt at alle i gruppa er velkommen til å delta i diskusjonen. Dysthe (2013) viser til eit sitat av Bauman (2000, s. 37) som skildrar at dialogane kan trenge rettleiing frå lærar:

«Sosiale prosesser i allmennhet og produktivt arbeid i særdeleshet må ledes og kan ikke overlates til egen sin drivkraft»

Dysthe (2013) hevdar at konsolidering er spesielt viktig for elevane sitt faglege læringsutbytte. Konsolidering i dette tilfelle er lærarstyrt samtale i plenum, der dei viktigaste faglege punkta blir presentert eller repetert. Dette er forsøkt å implementere i prosjektet.

Kjemiske førestillingar elevane har om syrer og basar

Ringnes & Hannisdal (2014) tar føre seg dette emnet, og har lista opp 11 vanlege misoppfatningar eller førestillingar elevar ofte har til syrer og basar. Ettersom det er valt ut to forsøk knytt til syrer og basar i dette forskingsprosjektet er det hensiktsmessig å utleie litt om desse førestillingane, og seinare belyse om nokon av dei kom til syne i dei innsamla rapportane. Dette er dei vanlege misoppfatningane:

- Alle syrer er farlege
- Basar er mindre farlege enn syrer
- Alle indikatorar skiftar farge ved pH 7
- Stoff som inneheld H er syrer, og stoff som inneheld OH er basar
- Ei syre og ei sur løysing er det same
- pH-verdien er alltid mellom 0 og 14
- Ei konsentrert syre er ei rein syre
- Konsentrasjon og styrke er det same
- Ei nøytralisering fører alltid til ei nøytral løysing
- Den korresponderande syra til ein base er alltid ein molekylsambinding
- Sidan H_2SO_4 er ei sterk syre avgis det 2 H^+

Vidare skriv Ringnes & Hannisdal (2021) at dersom elevane skriv fullstendige setningar i teksten av rapporten er det større sjanse for at læraren kan oppdage eventuelle misoppfatningar som eleven sit igjen med etter eit praktisk forsøk. Kind (2004) har også undersøkt elevar sine misoppfatningar rundt syrer og basar. Fleire av funna samsvarar med det Ringnes & Hannisdal (2021) har oppført i si liste. Noko som utmerkar seg meir i Kind (2004) si undersøking var at

elevane hadde større kunnskapar knytt til syrer enn basar, til tross for at dette blir undervist om i same tema og har dei like enkel eller kompleks definisjon.

Solo-taksonomi

John Biggs har skapt ein modell kalla SOLO-taksonomien, Structure of Observed Learning Outcome (Biggs & Collins, 1982). Denne modellen har som hensikt å måle elevane sitt læringsutbytte av undervisinga og sei dermed noko om kvaliteten på læringa som kan kome til syne. Modellen er inndelt etter 5 trinn som skal skildre eleven si forståing (Biggs & Collins, 1982). Solo-taksonomien sine trinn er utvikla med inspirasjon frå Piaget si utgreiing om barn sine kognitive utviklingsfasar, og kva operasjonar barna meistrar i kvar av fasane (Biggs & Collins, 1982).

Eit utdrag frå Biggs & Collins (1982, s.24) si oversikt kan grovt forenklast og gjenskapast slik:

<i>Nivå</i>	<i>Kjenneteikn</i>
<i>I - prestrukturelt</i>	Avskrive situasjonen
<i>II - unistrukturelt</i>	Kan identifisere enkle aspekt, Svært inkonsistent, Ingen samanheng
<i>III - multistrukturelt</i>	Kan gjere enkle generaliseringar, Litt inkonsistent
<i>IV - relasjonelt</i>	Meistrar generaliseringar innanfor kjent område
<i>V - abstrakt</i>	Meistrar generaliseringar over til nye områder og situasjonar

Tabell T-1 : Grov forenkling av SOLO-taksonomi (Biggs & Collins, 1982)

Tabell T-1 illustrerer at SOLO-taksonomien er systematisk er oppbygd etter synlege teikn på forståing i operasjonelle kognitive handlingar. Ettersom læringsutbytte er noko lærarar flest er opptekne av vil ein slik taksonomi kunne hjelpe med å belyse elevane sine prosessar og fagleg nivå.

Økt forståing kan og føre til djupnelæring – «å gradvis utvikle kunnskap og varig forståelse av begreper, metoder og sammenhenger i fag og mellom fagområder» (Utdanningsdirektoratet, 2019). Den siste delen som inkluderar at forståinga også skal kunne brukast på tvers av fagområde, samsvarar i stor grad med å kunne overføre generaliseringar til nye områder og situasjonar. Det er dermed belegg for å hevde at det abstrakte nivået i solo-taksonomien representerar djupneforståing, og at desse omgrepa kan brukast om kvarandre.

Dei ulike nivåa skildrar kompleksitet i forståing, og eg har dermed brukt SOLO-taksonomien til inspirasjon til å lage eit system over kva nivå av forståing elevane eksponerer i datamaterialet. Vi kjem tilbake til dette i metode-delen av oppgåva.

Metode

Kvalitativ analyse

I dette forskingsprosjektet er det valt å bruke eit kvalitativt forskingsdesign. Årsaka til det er at det samsvarar godt overeins med å sjå nærmare på eit avgrensa felt, noko som er eit sentralt kjenneteikn for kvalitativ forskning (Nilssen, 2012). Datamaterialet er eit sett med laboratorierapportar, der eg har fått djup innsikt i kvar einaste rapport. Feltet for forskinga er avgrensa til å fokusere på oppsett for forsøk i programfaget kjemi ved vidaregåande skular. Datamaterialet er endå meir avgrensa ettersom det kjem frå ein skule, med eit lite utval. Cohen et al. (2011) hevdar at kvalitative studiar ofte har eit rikt og detaljert datamateriale, til tross for at det brukar å ha eit mindre utval enn kvantitative studiar. Dette speglar mi oppleving av arbeidet med dette prosjektet.

Eit anna kjenneteikn ved kvalitativ forskning som også samsvarer med prosjektet er at det er deskriptivt, med eit datamateriale som inneheld tekst og bilete framfor tal (Bogdan & Biklen, 1997). Rapportane som er samla inn består av tekst, bilete og figurar. Analysen har i hovudsak fokusert på teksten i rapportane, men illustrasjonar er sett på i samanheng med tekstmaterialet.

Bogdan & Biklen (1997) hevdar at eit siste kjenneteikn ved kvalitative studiar er at datamaterialet analyserast induktivt, medan Hsieh & Shannon (2005) hevdar at det finnes tre tilnærmingar til å analysere kvalitativ forskning. Felles for desse er at tilnærmingane ønska å hente ut meining frå innhaldet i det tekstbaserte datamaterialet.

Induktiv analyse inneberer at forskaren på førehand ikkje har ein hypotese som dei ønska å bevise eller mot-bevise, men heller at sortering av mønstre, tema og kategoriar i datamaterialet formar kva veg analysen tek (Bogdan & Biklen, 1997, Nilssen, 2012). Etter innsamling av datamaterialet har koding vore eit verktøy for den induktive analysen i det kvalitative forskingsdesignet. Utmerkingar, mønster og samanhengar som er detektert etter koding er belyst som ein del av resultatet til analysen. I resultatet er det framstilt figurar som brukar tal og prosent for å skildre forskjellar og likheit (mønster) i datamaterialet. Til tross for at tal og å kvantifisere er teikn ved kvantitative forskingsdesign (Grønmo, 2021), så kan ikkje sjølv analysen av datamaterialet reknast som kvantitativ.

Sjølv formålet med analysen er avgjerande for om den høyrer til kvalitativ eller kvantitativ natur. Hoy & Adams (2015) belyser at kvalitative analysar forsøker å forstå ein spesifikk situasjon eller case, medan kvantitative analysar forsøker å sjå samanhengar mellom variablar frå til dømes hypotesetesting. Dermed kan det konkluderast at denne studien er av kvalitativ natur, sidan vi forsøker å oppnå forståing rundt korleis oppsett for forsøk påverkar kjemirapportane i studien.

Utval og oppsett

Datamaterialet i dette forskingsprosjektet er eit sett med forsøksrapportar frå to klassar i programfaget kjemi 1. Dei to klassane høyrer til den same vidaregåande skulen i Vestland fylke. Klassane er omtalt som klasse A og B for å skilje mellom dei. Det avgrensa utvalet skuldast praktiske grunnar. Dei to klassane som ønska å delta i prosjektet vart spurt om å delta fordi eg kjente til desse lærarane frå tidlegare utført praksis på denne skulen gjennom lektorutdanninga.

Valet om kva tema forsøka som skulle gjennomførast var knytt til var tatt ut i frå kvar desse klassane var i pensum. Dette var avgjort i samband med lærarane til kvar av klassane, slik at prosjektet ikkje skulle forstyrre undervisningsplanen til læraren i noko stor grad. Dermed er begge forsøka knytt til temaet syrer og basar

Gjennomføring av forsøka

I forsøk nr 1 skulle både klasse A og klasse B gjennomføre det eksakt same forsøket om eigenskapar til syrer og basar. Det er verdt å nemne at elevane i begge klassane også hadde tidlegare forkunnskapar om syrer og basar, sjølv om dette var det første forsøket dei utførte som omhandla temaet. Forsøket innebar at elevane skulle ta i bruk syrer og basar, tilsette BTB-indikator, utføre nøytralisering av ei syre og ein base, tilsette ulike metall og karbonat til syrer og basar. Meir detaljert forklaring finnes i vedlagte dokument.

Forskjellen er at klasse A aktivt vart oppfordra til å diskutere i grupper, på tvers av grupper og/eller i plenum før og etter kvart «oppdrag» i forsøket. Desse samtalanene var til dels rettleia av lærar, med formål om å halde samtalen på det faglege og få elevane til å tenke. det var noko fråverande i ein-til-ein diskusjonar mellom to medelevar ettersom ein lærar ikkje kan rettleie mange samtalar samtidig. Det er likevel implementert ei enkel rettleiing ved at lærar presenterer kva spørsmål elevane skal reflektere rundt.

Det var oppfordra å diskutere kva dei trudde kom til å skje, kvifor dei trudde det kom til å skje, deretter teste det ut og i etterkant diskutere kva som faktisk skjedde og om gruppene fekk like resultat. Etter lærar satt i gang diskusjonen gjekk lærar rundt og lytta til diskusjonane, og gav rettleiande kommentarar og spørsmål når elevane stod fast. Diskusjonar vil nok førekomme i klasse B også, men då på elevanes eget initiativ, utan oppfordring frå læraren. Begge klassar hadde oppsummerande samtalar i plenum i etterkant av forsøket.

I forsøk nr 2 skulle klasse A og klasse B gjennomføre volumetrisk titrering av sterk syre mot sterk base (eller omvendt). I klasse A hadde halve klassen sterk syre mot sterk base, og andre halva sterk base mot sterk syre. Her var det gjennomført grovtitrering og ei nøyaktig titrering. Deretter

skulle kvar gruppe fortynne sterk syre eller base, for å gje ei anna gruppe ei ukjent løysing dei skulle finne konsentrasjonen på. Medan dette skjedde, skulle gruppene følge med på kvarandre si gjennomføring og vurdere om eit unøyaktig resultat skuldast deira lagning av ukjent prøve eller om det skuldast den andre gruppas gjennomføring av titreringa. I siste del av dette forsøket vart det gjennomført ein demonstrasjon av læraren med pH-meter og digital titerkurve vist på skjerm i klasserommet.

Både gjennom elevane sine egne utføringar av titreringar, og til demonstrasjonen med titerkurve var det konkrete planar om å legge opp til diskusjonar rundt kva som skjer i erlenmeyerkolben når ein tilsett dropevis med titrant til analytten. Her var elevane oppfordra til å diskutere på gruppene under egne gjennomføringar, på tvers av gruppene etter gjennomføring, og med sidemannen under demonstrasjonen i tillegg til ein lærarstyrt samtale i plenum. I klasse B var dette forsøket gjennomført ganske annleis. Elevane jobba i grupper her også, men gjennomførte ei grovtitrering og to nøyaktige titreringar etterfølgd av oppsummerande samtale i plenum til slutt. Klasse B hadde dermed ingen grupper som vurderte kvarandre, og ingen demonstrasjon med pH-meter og titerkurver.

Innsamling av datamaterialet

Kvar av klassane er styrt av ein lærar som har samtykka til å delta på dette prosjektet. Begge lærarane har delteke på samtalar saman med meg som forskar om kva forsøk som skal gjennomførast, korleis det skal gjennomførast og kva føringar som skal leggest for rapportskrivinga til elevane. I ein av klassane var eg tilstede under gjennomgang av forsøk, medan i den andre klassen fikk eg oppdatering om korleis gjennomgang hadde gått i etterkant av utføringa.

Same dag som elevane gjennomførte forsøket var det satt av litt tid i etterkant til å starte på rapportskriving, denne tidsperioden varierte frå 15-60minutt. Årsaka til variasjonen er at nokon elevar blir ferdig før andre og kan starte på rapporten tidlegare. Deretter fikk elevane ein tidsfrist på innlevering til neste skuletime med kjemi, som var maksimalt 10 dagar etter gjennomføring av

forsøket. Til tross for dette, hadde majoriteten av elevane levert rapport i løpet av dei 3 neste dagane.

I kvar av klassane er det gjennomført to forsøk knytt til temaet syrer og basar, som det er samla inn elevrapportar til. Datamaterialet er kort summert i tabell M-1, med namn på forsøk, tal rapportar og vesentlege forskjellar i gjennomføring og utforming av rapportane.

Forsøk nr og klasse	Namn på forsøk	Rapport-utforming	Tal rapportar	Føring
1-A	Utforske eigenskapar ved syrer og basar	Utgitt mal	14	Individuelt
2-A	Volumetrisk titrering	Utgitt mal	7	Grupper
1-B	Utforske eigenskapar ved syrer og basar	Elevens val	16	Individuelt
2-B	Volumetrisk titrering	Elevens val	15	Individuelt

Tabell M-1: Oversikt over forsøk og tilhøyrande rapportar i datamaterialet.

Det er totalt 52 elevrapportar i datamaterialet. Ettersom dei same forsøka er gjennomført i to ulike klassar er det mogleg å bruke datamaterialet til å undersøke om oppsett for forsøka kan vere med på å påverke rapportane til elevane. I tillegg til å samle inn elevrapportane var det planlagt å ta opptak av diskusjonane i gruppene under gjennomføring av forsøka. Hensikta var å undersøke om elevane reflekterte og resonerte rundt dei faglege fenomena utan at dette kom med i forsøksrapportane. Dette vart dessverre ikkje mogleg ettersom ingen av elevane samtykka til å bli tatt opptak av i samtykkeskjemaet. Til tross for dette er det tatt notat frå klasse A, der eg som forskar var tilstede. Desse notata inkluderar overhøyrt samtalar mellom elevane i grupper, og på tvers av gruppene dei arbeida i.

Utgitt mal

Klasse A har fått utgitt ein mal til både forsøk 1 og 2, som rapporten skal leverast inn etter. Figur M-1 og M-2 viser eit utdrag av desse (fullstendig rapport er lagt til som vedlegg). Det er i begge rapportane bevisst lagt til oppfordringar om å diskutere saman på gruppa, i tillegg til at lærar sa i frå om dette i timen. Det er også satt av opne rom til grunngivingar i rapporten, for at elevane skal få starte ein tankeprosess og resonnerer rundt dei kjemiske fenomen. I etterkant skulle eg ønske at det også var lagt til ei oppfordring om å grunngi kvifor dei eventuelt trudde hypotesen ikkje stemte. Elevane som opplevde det gav ingen utdjuping rundt det.

Spørsmåla som er utforma har som hensikt å leie til diskusjon og få elevane til å notere resonneringa i diskusjonen. Til dømes er nokon av spørsmåla formulert slik:

- (1) Hva tror dere skjer om man tilsetter en liten bit kobber (Cu) i hver løsning? Diskuter på gruppen. Gi grunnlag for hvorfor dere har denne hypotesen*
- (2) Med utgangspunkt i reaksjonsligningen – forklar hva du tror skjer i kolben når man starter å tilsette standardløsning fra byretten. Hva tror du skjer frem mot ekvivalenspunktet? Diskuter på gruppen og begrunn hypotesen deres.*
- (3) Legg inn bilder av titerkurvene. Diskuter på gruppen om det er forskjeller og likheter mellom titerkurvene, og hvilken informasjon dette gir oss om hva som skjer når syrer og baser blandes. Noter hva dere kommer frem til.*

Eit anna bevisst val er at rapportmalen skal verke oversiktleg for elevane, og dermed er begge inndelt i mindre oppdelingar. Føremålet med dette er at det skal vere enklare for elevane å svare på kvar einaste del av oppgåva, slik at dei ikkje overser viktige bitar. Det har derimot likevel hendt at nokon elevar har levert blankt svar nokon stadar, men omfanget av dette er lite. Det er nytta enkle tabellar for innføring av observasjonar i malen, men alltid med spørsmål tilknytt innhaldet i tabellen under tabellen.

Forsøk 5.1 – Utforske egenskaper ved syrer og baser

Del A

Du har 1M løsning av HCl , CH_3COOH , NH_3 og NaOH . Hvilken pH tror du hver av disse løsningene har? Diskuter med gruppen din.

Løsning	HCl	CH_3COOH	NH_3	NaOH
Antatt pH				

Begrunn hvorfor dere tror hver løsning har denne pH-verdien:

-
-
-
-

Dypp et pH-papir i hver løsning, og noter hvilken pH løsningen har når dere måler.

Løsning	HCl	CH_3COOH	NH_3	NaOH
Målt pH				

Diskuter med gruppen og noter kort. Stemmer resultatene med hypotesen deres? Var noen av resultatene overraskende?

-
-
-

Del B

Du har 1M løsning av HCl , CH_3COOH , NH_3 og NaOH . Tilsett et par dråper BTB-indikator i hver løsning, og noter hvilken farge løsningene får.

Løsning	HCl	CH_3COOH	NH_3	NaOH
Farge				

Hva tror dere skjer om man heller HCl -løsningen over i NaOH -løsningen? Diskuter i gruppen og noter ned tanker om mulige utfall.

-
-
-

Figur M-1: Utdrag av rapportmal til forsøk 1 – egenskaper om syrer og baser.

Forsøk: Syre-Base-titrering

Del 1: Volumetrisk titrering med indikator

I denne delen av forsøket skal man bruke titrering til å bestemme konsentrasjonen av en syre eller base med ukjent konsentrasjon. Løsningen med ukjent konsentrasjon kalles prøveløsning. Prøveløsningen skal titreres mot en syre eller base med kjent konsentrasjon, dette kalles standardløsningen. Følg gjennomføringsinstruksjoner for titreringen fra eget ark.

Fyll inn resultatene i tabellen:

	Hvilken syre/base?	Volum (mL)	Konsentrasjon (mol/L)
Prøveløsning			
Standardløsning			

Hvilken indikator ble brukt i titreringen? Hvorfor er dette en passende indikator å bruke? Hva kunne skjedd om det ble brukt en annen indikator i forsøket? Diskuter på gruppen.

Fyll inn resultatene i tabellen:

	Før ekvivalenspunkt	Ved ekvivalenspunkt	Etter ekvivalenspunkt
Farge på løsning			

Skriv opp reaksjonsligningen for titreringen:

Med utgangspunkt i reaksjonsligningen – forklar hva du tror skjer i kolben når man starter å tilsette standardløsning fra byretten. Hva tror du skjer frem mot ekvivalenspunktet? Diskuter på gruppen.

Figur M-2: Utdrag fra rapportmal til forsøk nr 2 – volumetrisk titrering

Koding av datamaterialet

Det første tiltaket for å angripe datamaterialet og starte analyseprosessen var gjort ved å velje ut 5 tilfeldige rapportar frå forsøk nr 1 i kvar klasse, og for hand markere ut det som var interessant ved rapportane. Denne delen er ei svært grov sortering, og la eit grunnlag for å få innsikt i kva rapportane inneheldt. Denne prosessen vart gjenteke med 3 rapportar frå forsøk nr 2 i kvar klasse. Under grovsorteringa vart desse punkta registrert:

- Struktur: Elevane i klasse B hadde lik struktur på sine rapportar, til tross for at det ikkje var lagt noko føringar rundt kva rapportane skulle inkludere. Elevane i klasse A hadde

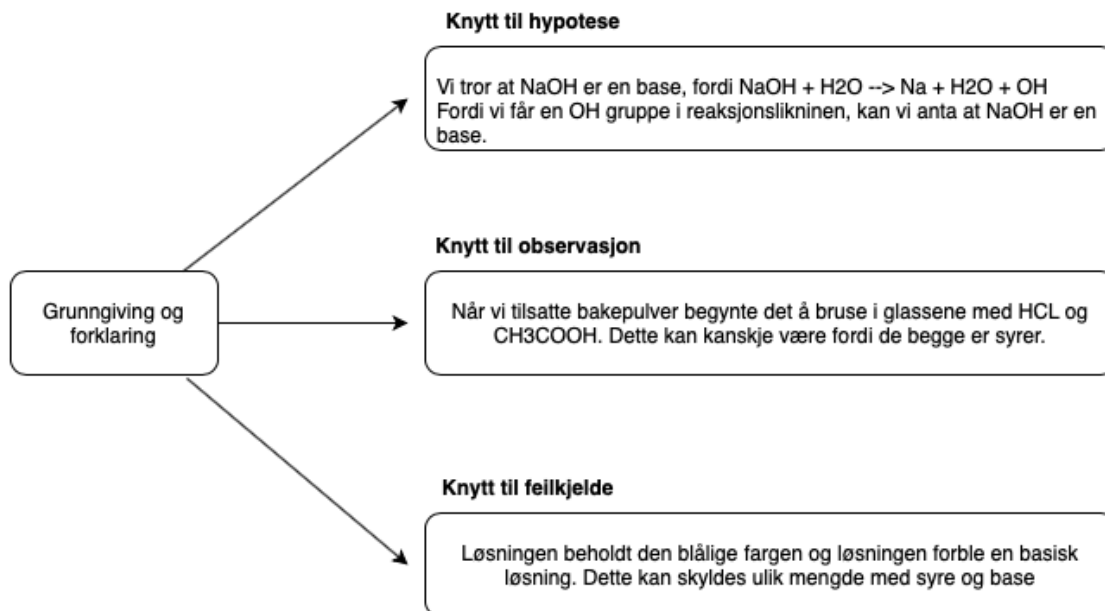
også lik struktur på sine rapportar, som var forventa sidan det var utgitt ein mal.

- Gjentakande setningar: I klasse B vart det gjenteke i fleire rapportar dei same setningane, til dømes: «I ein nøytraliseringsreaksjon får vi alltid danna vatn og eit salt». Ofte ordrett same setning, men også variantar av formuleringar som fortel dette. Nokon liknande dømer i klasse A.
- Elevens egne tankar: I nokon rapportar var der nesten ingen teikn til tekst som kunne fortelje noko om elevens egne resonneringar. I nokon rapportar var der hypotesar eller påstandar frå eleven utan grunngiving eller med ein mangelfull grunngiving som fortsett fortel lite om korleis eleven har resonnert.

Deretter vart alt datamaterialet implementert i programmet NVivo 12, og koda opent. I første omgang etter vanlege inndeling av rapportar: teori, framgangsmåte, observasjonar, hypotesar, konklusjonar, reaksjonslikningar og resultat. Etter første gjennomgang med å prøve å systematisere datamaterialet blei det vedtatt ei vurdering om at dei vanlege inndelingane av rapportane verken var dekkande nok for å skildre datamaterialet, eller var hensiktsmessige med omsyn til forskingsspørsmålet. Datamaterialet måtte angripast på ein ny måte, for å få ein kode som betre kan illustrere det rapportane fortel oss.

Vidare ønskte eg eit skilje i koden mellom kva som var eigenprodusert tekst og tankar, og kva som var reproduert/kopiert frå lærebok, tavle, eller liknande. Årsaken til det var at ein del av rapportane viste seg å bruke mykje plass på oppramsing av utstyr og framgangsmåte kopiert frå lærebok. Det vart også gjort ei vurdering om at det som var interessant å sjå vidare på var grunngivingar. Til dømes om ein elev har oppgitt ein hypotese så var det nokon gangar ingen utdjuping på kvifor eleven trudde dette kom til å skje, medan andre gangar var der vedlagt ei form for forklaring/grunngiving. Det same gjeld ved observasjonar, feilkjelder og konklusjonar. Det var

hensiktsmessig å framheve grunngevingane og forklaringane i koden. Figur M-3 skildrar nokon dømer på korleis grunngevingane vart koda vidare.



Figur M-3: Oversikt med dømer på koda grunngevingar, ut i frå om grunngevinga er knytt til hypotese, observasjonar eller feilkjelder.

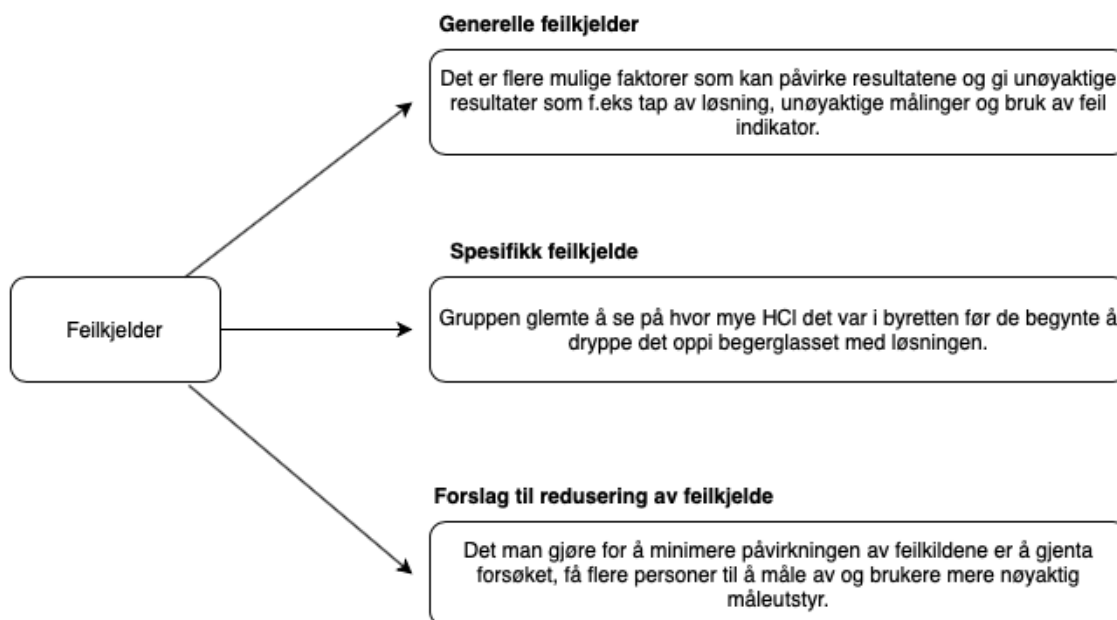
Etter ei ny runde med koding, der det på nytt var tatt tilfeldig utval på 5 rapportar, var det prøvd å kode kva kvar einaste setning i rapporten gav uttrykk for. Om noko ikkje passa inn i ein kategori vart det anten oppretta ein ny kategori, ny underkategori eller endra på ein tidlegare kategori. Prosessen vart gjenteke med nye tilfeldige utval fram til dei koda kategoriane var dekkande for alt innhaldet i rapportane. Det var dermed ført ganske mange tilfelle av aksial koding.

Deretter vart det vurdert om det var nokon av kategoriane som hadde noko til felles, og det var openbart at fleire av kategoriane inneheldt *kopiert eller produsert tekst*, samt fleire av kategoriane inneheldt *elevane sin eigenproduserte tekst*. Desse blei gjort til overordna kategoriar, men det var ikkje alle underkategoriane som passa fullstendig inn i ein av desse. Dermed vart det

oppretta ein overordnakategori til med *tekst som inneheldt ei blanding*. Alt innhaldet i rapportane er heretter underlagt ein av dei overordna kategoriane markert i blått.

I neste del av kodinga var det registrert om observasjonar var basert på sanseintrykk eller måleverdiar, og om dei vart oppgitt som oppramsingar utan forklaring eller som ein del av ei forklaring. Til dømes er «*Med det første ble fargen helt blå, som vil si at det var veldig basisk. Når vi rørte litt rundt ble fargen lysere og lysere til den ble grønn*» koda som observasjon med forklaring. Til samanlikning er «*fargen ble blå*» koda som observasjon utan forklaring.

Feilkjelder vart deretter koda etter om dei var generelle eller spesifikke for utføringa av forsøket, eller om det var oppgitt forslag om redusering av feilkjelder (*figur M-4*). Konklusjonar blei stort sett oppgitt som ein slutning om hypotesen stemte eller ikkje, og elles vart dei dobbelt koda under grunngevingar. Dermed vart ikkje desse koda vidare, sidan ein heller kunne sjå på grunngevingane samla.



Figur M-4: Oversikt på dømer med koding av feilkjelder. Sortert etter generelle feilkjelder, spesifikke feilkjelder og forslag til redusering av feilkjelder.

For å illustrere hovudkategoriane med tilhøyrande underkategoriar etter open og aksial koding er det laga ein tabell. *Tabell M-2* viser denne oversikta.

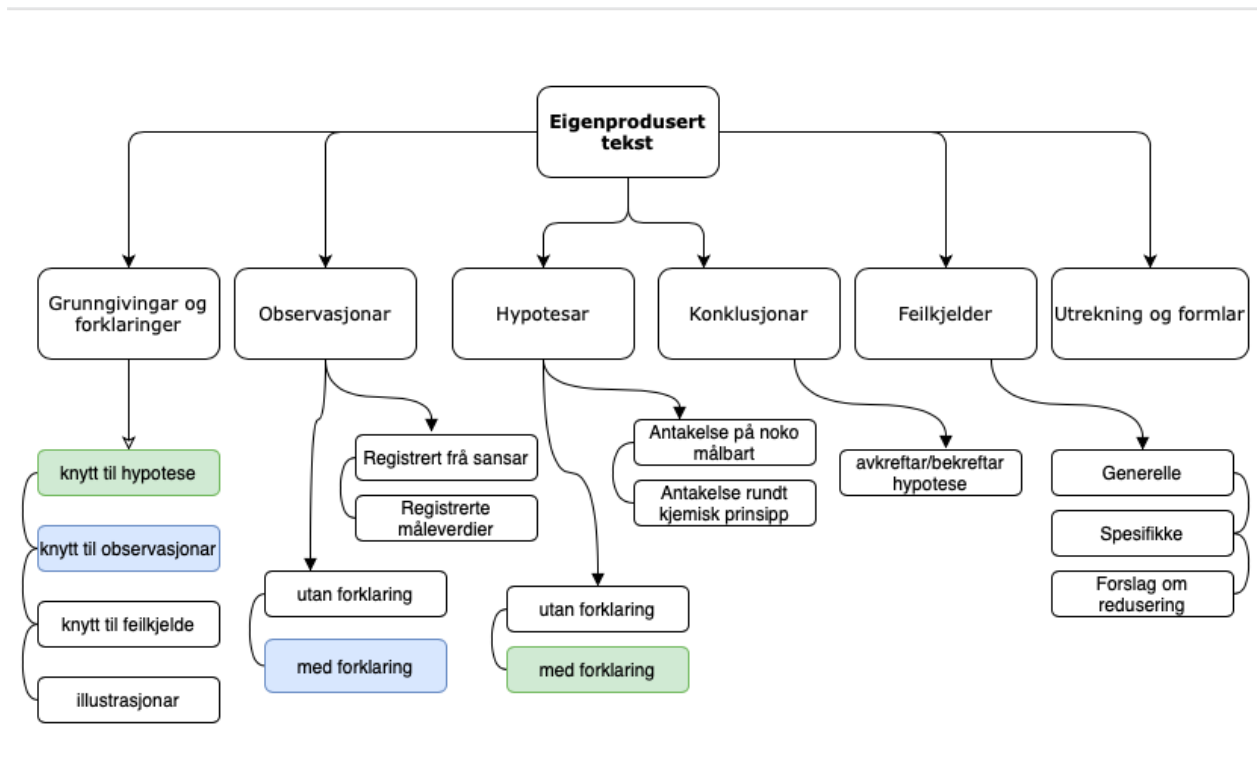
Hovudkategoriar	Skildring av kategori	Underkategoriar
Grunngivingar og forklaringar	Elevens faglege resonneringar presentert i forsøksrapportane ved at eleven forsøker å forklare ein hypotese, påstand eller konklusjon.	Knytt til hypotese Knytt til observasjon Knytt til feilkjelde illustrasjonar som er ein del av forklaringa
Observasjonar	Observasjonar inneberer registrerte måleverdiar (pH) samt observasjonar frå sansane til eleven (fargeendring, bobler)	Registrert frå sansar Registrert frå måleverdiar Med forklaring Utan forklaring
Hypotesar	Hypotesar inneberer kva eleven trur kjem til å skje i forsøket som er observerbart/målbart eller kva påstandar og antakingar eleven har om kjemiske prinsipp som ikkje er direkte observerbare	Med forklaring Utan forklaring Gjetting på utfall (målbar føresetnad) Antaking rundt grunnlag for kjemisk prinsipp
Konklusjonar	Konklusjonar inneberer faglege slutningar som eleven tek eller resonnera seg fram til, gjennom heile rapporten.	Avkreftar eller bekreftar hypotese
Feilkjelder	Det eleven gjev som årsak til unøyaktig eller feil resultat i forsøket	Generelle feilkjelder for eit slikt forsøk Spesifikke feilkjelder til elevens eigen gjennomføring Forslag til å redusere feilkjelder
Utrekning og formlar	Utrekning av konsentrasjonar, volum, og formlar brukt i utrekninga.	Ingen ny underkategori

Teori	Presentert bakgrunnsteori til temaet syrer og basar	Ingen ny underkategori
Prosedyre	Innklipt frå lærebok om forsøket	Formål Utstyr
Framgangsmåte	Forklaring av korleis forsøket blei gjennomført. Anten med eigne ord eller limt inn oppskrift frå lærebok.	Ingen ny underkategori
Reaksjonslikningar	Fullstendige og påbegynte reaksjonslikningar	Vilkårleg plassering Knytt til teori Knytt til grunngivingar

Tabell M-2: *Oversikt over hovudkategoriar og tilhøyrande underkategoriar etter første koding.*

Den delen av rapportane som går under hovudkategorien «eigenprodusert tekst» er meir detaljert koda i nye underkategoriar samanlikna med dei to andre overordna kategoriane. Årsaken til dette er at denne delen av rapportane vekka ei større interesse, og fortel meir om elevens eigne tankar og resonneringar. Unntaket er underkategorien «utrekning og formlar» som presentera færre sekvensar med eigenprodusert tekst enn dei resterande underkategoriane i denne hovudkategorien.

Til tross for dette er hovudkategoriane «reprodusert tekst» og «blanding av eigenprodusert og reprodusert tekst» likevel viktige for å skildre innhaldet i rapportane. I tillegg vil desse kategoriane vere med på å vise til forskjellar mellom kva utforming rapportane har om elevane sjølv får velje, samanlikna med når dei får utgitt ein mal, samt eventuelle forskjellar mellom dei to klassane som deltok i prosjektet.



Figur M-5: Oversikt over underkategoriar til hovudkategorien eigenprodusert tekst. Knaggjar markert med lik farge er kodar som overlappar og tilsvarar den same teksten i rapportane.

Under detaljert koding av hypotesar vart det i første omgang sortert etter om hypotesen inkluderte ei forklaring eller om den mangla forklaring. Til dømes er setninga «*Vi tror at det er hydrogen gass fordi den er fargeløs og har verken lukt eller smak*» koda som hypotese med forklaring, medan «*Jeg tror det blir dannet en basisk løsning*» er koda som hypotese utan forklaring.

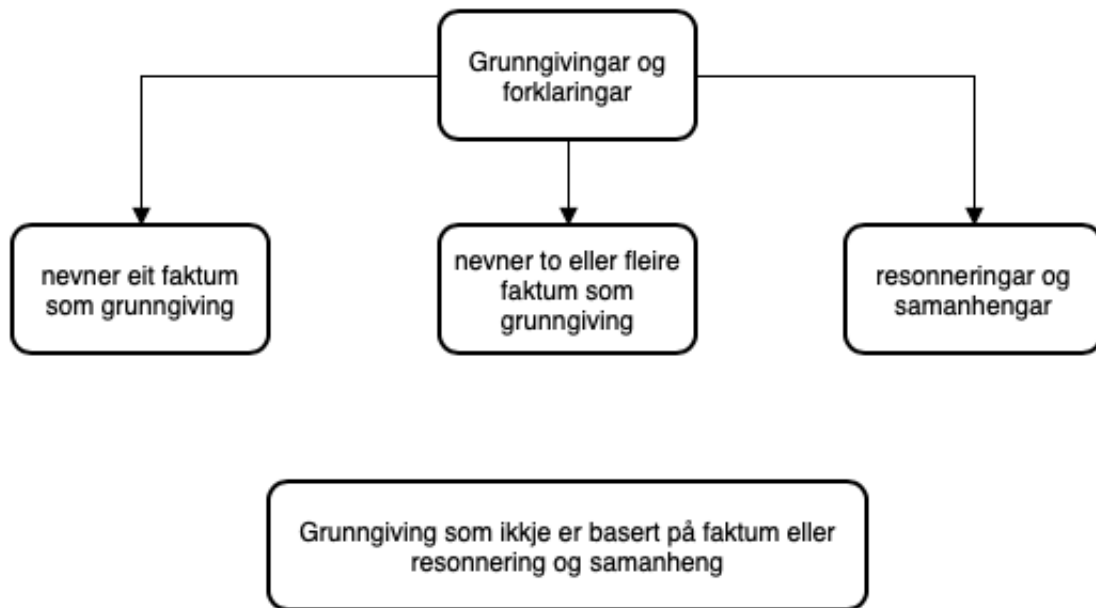
For å seie noko meir om innhaldet i desse forklaringane vart det forsøkt å sortere om forklaringa var knytt til teorien, om der var ein mogleg teoretisk tanke bak hypotesen utan at det var direkte skrevet eller om det ikkje kunne knytast til teorien. Eit problem som blei oppdaga var at desse kategoriane i ein del tilfelle overlappa med kvarandre, og dermed vart ikkje systematiseringa så klar og tydeleg som ønskeleg.

Ei løysing på dette var å heller prøve å systematisere innhaldet på ein annan måte. Dette blei forsøkt ved å samle saman ein del av hypotesane og sjå på felles trekk eller ulikheiter ved tekstsekvensane. Ei enkel tilnærming er om hypotesane og dei tilhøyrande grunngevingane var teoretisk riktige, delvis riktige eller feilaktige. Noko anna som var merkbart var at ein del hypotesar var gjettingar på kva utfall ein trur ein vil få på noko målbart eller observerbart, medan ein del hypotesar var lagt fram slik at eleven antar noko om kjemiske prinsipp som ikkje er direkte observerbare. Sistnemnte er meir teoretisk anlagt, og dermed kan ein skilje mellom desse.

For å dykke endå djupare i datamaterialet vart det vurdert at grunngevingane til hypotesane også kunne sorterast ut i frå om dei består av et faktum, to eller fleire faktum eller om dei består av resonneringar og samanhengar. Dette er inspirert av SOLO-taksonomien (Biggs & Collins, 1982), og blei i etterkant vurdert til at dette kunne implementerast på alle grunngevingane og forklaringane i rapportane, ikkje utplukkande for hypotesar. Her vart det vurdert at dette var ei betre tilnærming for å skildre innhaldet i hypotesane enn tidlegare plan om teoretisk riktig, delvis riktig og feilaktig.

Ei grunngeving med eit faktum som grunngeving er vurdert som det enklaste, medan ei grunngeving som inkluderar resonneringar og samanhengar er vurdert som meir komplekse. Dersom eleven nemner fleire faktum men ikkje klarar å formulere samanhengen mellom dei, blir det anset som eit mellomnivå. I koden inspirert frå SOLO-taksonomien finnes det berre 3 nivå som delar inn etter kompleksitet. Det var ingen grunngevingar som kunne ha overføringsverdi til det abstrakte nivået (V) i den opprinnelege SOLO-taksonomien. Dei tre nivåa som er koda representerar dermed eit lågare nivå, til tross for at resonneringar og samanhengar blei funne i nokon rapportar.

Figur M-6 viser ei oversikt over den SOLO-inspirerte koden.



Figur M-6: Oversikt over detaljert koding for hovudkategorien grunngivingar og forklaringar, inspirert frå SOLO-taksonomi (Biggs & Collins, 1982).

Nokon dømer på val tatt under detaljert koding

Under kategorien grunngivingar og forklaringar var det openbart kva som var knytt til hypotesar, knytt til observasjonar eller knytt til feilkjelder, fordi ein kunne sjå grunngivinga i samanheng med resten av teksten i rapporten. Det som kravde meir arbeid var å sortere om ei grunngiving inkluderte eit faktum, to eller fleire faktum eller om grunngivinga presenterte ein samanheng eller ei resonnering.

Som figur M-2 viser er der også ein kategori for grunngivingar og forklaringar som ikkje er basert på faktum eller samanhengar. Det var svært få grunngivingar som enda opp i denne kategorien. Det var mest ønskeleg at faktum og samanhengar skulle vere dekkande for alle grunngivingane, men det var til dømes ikkje dekkande for «*Jeg tror NH3 har en pH verdi på 11 fordi jeg føler det er en sterk base*» og liknande utdjupingar. Tabell M-3 viser ei oversikt over dømer på det innhaldet i grunngivingane som kunne kodast ut i frå faktum og resonneringar.

Innhald i grunngiving	Dømer
Eit faktum	<p>«Jeg tror CH_3COOH vil bli sur fordi det er en syre»</p> <p>«Gjennom at kobber er et edelmetall kommer det ikke til å reagere med andre stoffer»</p> <p>«Løsningen vil bli gjennomsiktig fordi nøytrale løsninger får gjennomsiktig farge med BTB»</p>
To eller fleire faktum	<p>«HCl er en syre og NaOH er en base, så vi tror de kommer til å bli mer nøytral»</p> <p>«Vi tror den blir blå fordi NaOH er basisk (pH 13), og når vi tar den sure HCl løsningen (pH 1), vil løsningen pHen minke, men vil fortsatt være basisk»</p>
Samanheng eller resonnering	<p>«Vi tror at syrene vil endre farge til blå, fordi vi tror et syrer får ting til å oksidere raskere. Kobberet vil da oksidere og siden kobberoksid er blått så vil løsningen bli blå»</p> <p>«Vi tror NH_3 er en base. NH_3 mottar et H^+ ion fordi den har et ledig elektronpar i sitt ytterste skall. Disse to ledige elektronene binder seg til H^+ ionet (protonet)»</p>

Tabell M-3: Dømer på detaljert koding av grunngivingar og forklaringar. Koding etter grad av kompleksitet, inspirert av SOLO-taksonom (Biggs & Collins, 1982).

Hovudkategorien hypotesar er organisert ut i frå om hypotesen bringer med ei forklaring, eller om den står oppført utan noko utdjuping. I tillegg er det kodar for om hypotesen elevane gir er ein føresetnad på noko målbart (gjetting på utfall), til dømes «*Jeg tror løsningen vil få pH 2 siden HCl er en syre*». Her vil elevane ha moglegheit til å empirisk teste sin hypotese i forsøket.

Det andre alternativet er om hypotesen er påstand eller teoretisk gjetting på noko som grunngir kjemiske prinsipp og ikkje er direkte observerbare, til dømes «*Vi antar at NH_3 er en base siden*

NH₄ er et mye mer stabilt molekyl. NH₃ + H₂O --> NH₄ + OH. Molekylet vil da ta opp H⁺ ioner, som forteller oss at det er en base». I dette tilfellet har eleven danna ein teoretisk tanke om korleis basar fungerer, men prinsippet om å ta i mot H⁺ ion vil ikkje kunne vere direkte målbart eller observerbart for eleven.

Under hovudkategorien observasjonar var det enkelt å avgjere om ei setning representerte observasjon frå sanseintrykk eller om det var ein måleverdi. Dei fleste sanseintrykka kan oppsummerast som «løysinga endra farge til blå/gul» eller «det begynte å boble». Måleverdiar var hovudsakleg målt pH med pH-papir. Dermed var det få val som måtte takast, fordi det var tydeleg formidla kva elevane observerte med lite rom for tolking om det låg noko meir bak. Store delar av observasjonane var oppført i tabell, utan noko vidare forklaring. Delane med forklaringar er koda under *grunngevingar og forklaringar*.

Kvaliteten av studien

Til tross for at koding er eit nyttig verktøy til å finne mønster i datamaterialet, så er det viktig å understreke at det ikkje kan trekkast sikre konklusjonar ut i frå eventuelle forskjellar og likheitar som oppdagast etter koding. Dei samanhengane som presenterast blir forsøkt å drøfte rundt og forklare i lys av teori, men det er kjent at ein kvalitativ studie og den analytiske tilnærminga er unik (Nilssen, 2012). Dette inneberer at dersom ein ny forskar skal prøve å rekonstruere prosjektet vil dei truleg få eit anna resultat.

Årsaka til dette er at kvalitative studiar berer preg av forskarsubjektivitet og «refleksivitet» i større grad enn kvantitative studiar (Cohen et al, 2011, Nilssen, 2012). Dette omtalast ofte som at forskaren er eit eige instrument i studien. Det blir tatt subjektive val under analysen om kva som skal studerast nærare og kva som avskrivast frå vidare koding. I tillegg blir deltakarane i studien påverka av at forskaren er tilstede. I kva grad eller korleis elevane blir påverka varierer ut i frå relasjon til forskaren, korleis forskaren oppfører seg og snakkar, samt andre situasjonsbestemte omsyn (Bogdan & Biklen, 1997). Dette fenomenet kallast ofte Heisenberg-effekten.

Desse aspekta gjer det vanskeleg å avgjere om studien er generaliserbar, og om dei funna som presenterast er haldbare utanfor dette forskingsprosjektet. Bogdan & Biklen (1997, s. 33) skriv «*another way some qualitative researchers approach generalizability is to think that if they carefully document a given setting or group of subjects, it is then someone else's job to see how it fits into the general scheme of things*». Ut i frå dette perspektivet er det ikkje nødvendig for forskaren å avgjere kor generaliserbar studien er, men det er derimot veldig viktig å dokumentere aspekta i prosjektet nøye. Til tross for dette hevdar Firestone (1993) at kvalitative studiar kan generaliserast analytisk ved å bygge koplingar mellom studien og tidlegare teori rundt emnet. Dermed er det forsøkt å forklare mønster og samanhengar i datamaterialet opp mot teori i diskusjonsdelen av prosjektet.

Ein annan faktor som medverkar til kvaliteten på ein studie er realibiliteten, også kalla pålitelegheita. Golafshani (2003) argumentera for at reliabilitet må vurderast ulikt i kvalitative og kvantitative studiar ettersom studiane høyrer til i ulike paradigme der premisset for konsistens av like funn ved rekonstruksjon av studien i ein kvantitativ studie er motstridande med at dette aldri er mogleg i ein kvalitativ studie. I staden kan pålitelegheit vurderast etter i kva grad datamaterialet samsvarar med det som hendte under dei faktiske forholda i forskingsprosjektet (Bogdan & Biklen, 1997, Nilssen, 2012). Ut i frå denne forklaringa er det naturleg at god dokumentering og transparens er nøkkelen til god reliabilitet i eit kvalitativt forskingsdesign.

Det er forsøkt å vise transparens i studien ved å vise til val som vart tatt under koding av datamaterialet. Det er mykje tekst som skal gjennom prosessen, og det er dermed vanskeleg å belyse alt, men det er forsøkt å få fram val om kva idear som blei forlete undervegs i prosessen, og kva val som blei vidareført til ei meir selektiv koding. Dette er dei essensielle stega som bygger opp til resultata som er lagt fram, og transparens rundt desse skal auke realibiliteten i følge Nilssen (2012). Dermed er der grunnlag for å seie at studien eg har lagt fram er påliteleg, i det minste til ein viss grad.

Ein faktor som kunne auka pålitelegheita er om det hadde blitt brukt fleire analysemetodar til å støtte opp om truverdigheita om at dei faktiske forholda er skildra, slik som opprinneleg var planlagt (opptak av diskusjon i klassen). Det kallast triangulering når det blir samla inn fleire former for datamateriale, og dette hadde også auka validiteten til studien (Cohen, 2011).

Validitet eller gyldigheit blir av Golafshani (2003) omtalt som eit mål på i kva grad forskinga måler og undersøker det som var intensjonen å måle. Intensjonen i dette masterprosjektet var å undersøke korleis oppsett for forsøk kan påverke rapportar i kjemifaget. Etter mi vurdering vil ei systematisk analyse av forsøksrapportar kunne belyse nettopp dette. Det er sjølvstøtt mogleg at der finnes aspekt rundt oppsett for forsøk som ikkje er inkludert i denne studien ettersom oppsett for forsøk er eit relativt bredt begrep. Likevel kan det argumenterast for at det som er studert i dette forskingsprosjektet omhandlar oppsett for forsøk, og det er belyst korleis det påverkar forsøksrapportane som er innsamla, og dermed har studien validitet.

Av omsyn til etikk vil eg tydeleggjere at både elevar og lærarar har samtykka til å være ein del av dette forskingsprosjektet. Dei har motteke eit informasjonsskriv om studien, og kva deira samtykke inneberer. Elevane kunne krysse av om dei ønska å dele laboratorierapportar, om dei var opne for å bli tatt opptak av, samt om dei ønska å delta i intervju eller spørjeundersøking.

Forsøksrapportane var levert inn til deira eigen lærar i faget, og vidare gav læraren meg tilgang på datamaterialet. Det stod namn på noko av det innleverte datamaterialet, men dette er fjerna til formål for studien. Verken elev eller lærar skal kunne gjenkjennast. Alle rapportane er digitale filer, og dermed er ikkje gjenkjenning eller tolking av handskrift eit tema i prosessen.

Resultat

Koding av datamaterialet har systematisert innhaldet i rapportane slik at det kan analyserast med fokus på interesseområde som er relevant for forskingsspørsmålet. I denne delen vil det bli lagt fram ei analyse som fokusera på delane av rapportane som er elevane sin eigenproduserte tekst.

Figur M-1 under metodedelen viser ei oversikt over alle underkategoriane for denne delen. I tillegg vil det presenterast forskjellar i rapportane mellom klassane, og mellom dei to forsøka som er gjennomført i kvar klasse.

Grunngevingar og forklaringar

I forsøk nr 1 – *eigenskapar til syrer og basar* viser analyse av koden ein tydeleg forskjell i kor hyppig det blir inkludert grunngevingar og forklaringar i rapportane til dei to klassane i prosjektet (tabell R-1). Det er også verdt å merke seg at den største forskjellen er grunngevingar og forklaringar knytt til hypotese i forsøket. I klasse A vart det etterspurt hypotesar i den utgitte malen, medan klasse B kunne utforme sin rapport etter eige ønske. Det er truleg ei årsak til forskjellen. Dersom ein ser vekk i frå grunngevingar knytt til hypotesar har klasse A likevel så vidt fleire tilfelle av grunngevingar, men forskjellen er ikkje vesentleg stor.

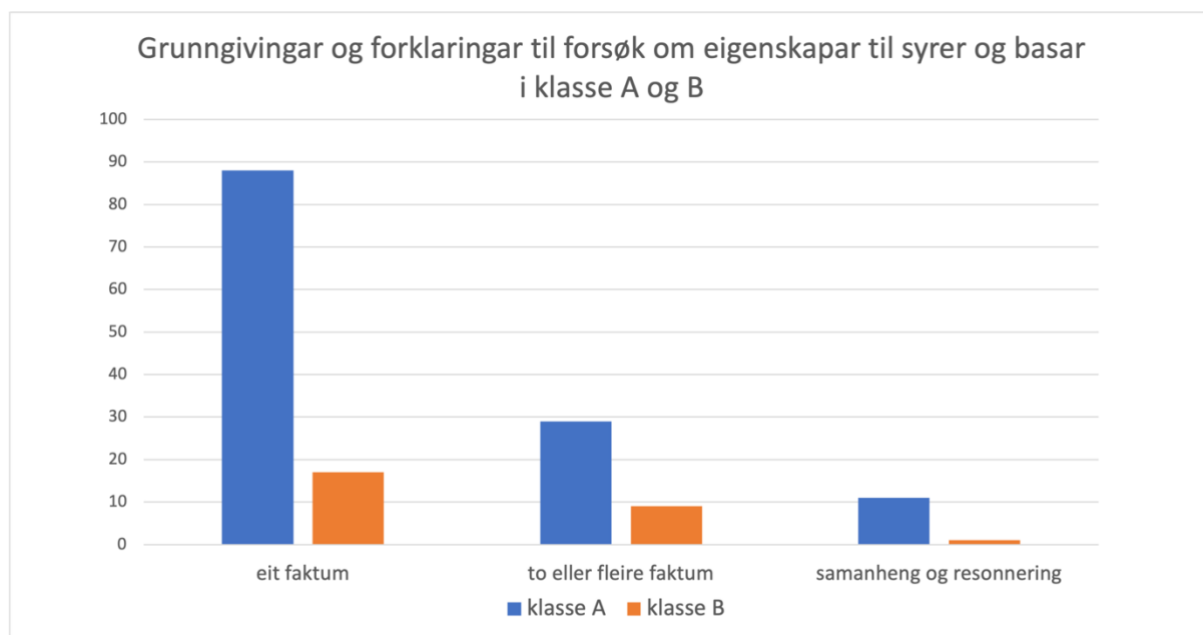
Klasse	Totalt	Snitt per rapport	Knytt til hypotese	Knytt til observasjonar	Knytt til feilkjelder	Illustrasjon
A	128	9,1	95	28	2	3
B	26	1,6	2	24	0	0

Tabell R-1 : Oversikt over talte koda grunngevingar og forklaringar i forsøk om eigenskapane til syrer og basar

Grunngevingane som er koda etter grad av kompleksitet (SOLO-inspirert) viser at begge klassar i størst grad presenterer enkle grunngevingar basert på eit faktum. I klasse A tilsvarar denne kategorien 69% av alle grunngevingane (88 av 128stk), medan i klasse B tilsvarar det 63% av alle grunngevingane (17 av 27stk).

Grunngevingar basert på to eller fleire faktum er prosentvis meir tilstede i klasse B (33%, 9 av 27stk), enn i klasse A (23%, 29 av 128stk). Den mest komplekse inndelinga er samanhengar og resonneringar. Det er få grunngevingar i begge klassar av denne kategorien. Klasse A har likevel ein større andel av desse, enn klasse B (8% i klasse A, 4% i klasse B). Ettersom det er så få tilfelle i denne kategorien kan prosentdel verke misvisande. 8% i klasse A tilsvarar 17 av 128 kodar, medan

4% i klasse B tilsvarar berre eit tilfelle av 27 talte kodar. *Figur R-1* illustrerer desse resultat, ut i frå talte kodar i datamaterialet.



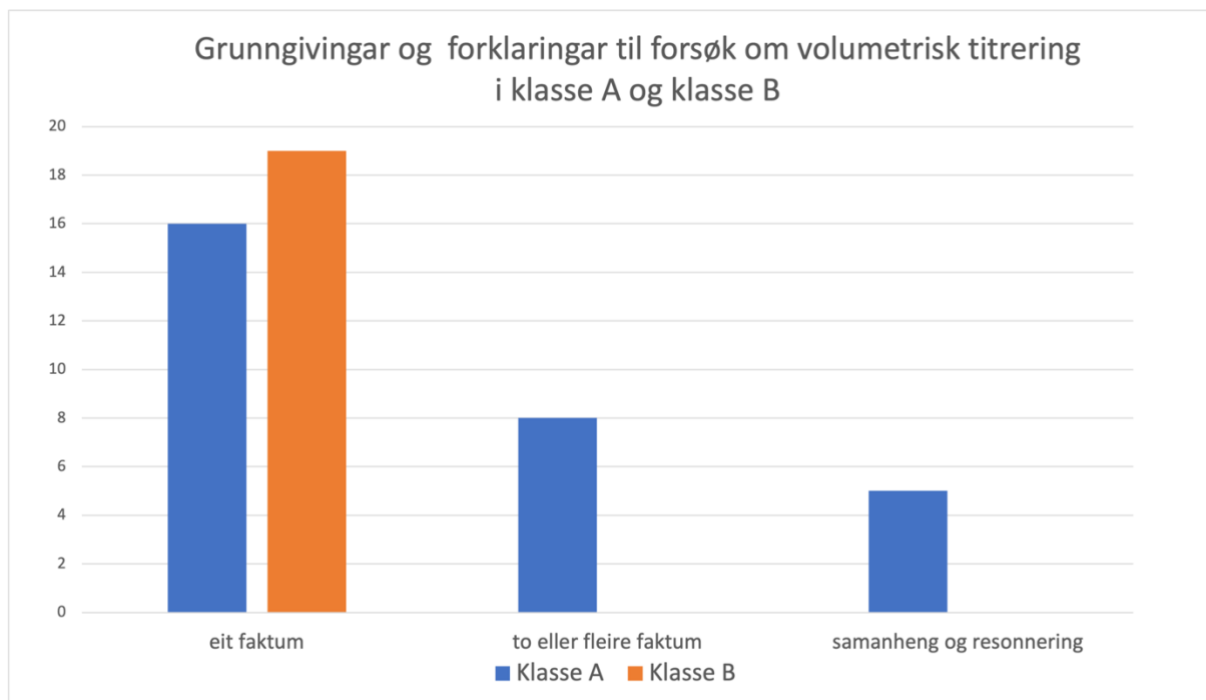
Figur R-1: Grunngivingar og forklaringar til forsøk om eigenskapane til syrer og basar, sortert etter innhald i grunngiving. Inspirert frå SOLO-taksonomi. Y-aksen viser talte kodar.

I forsøk nr 2 – volumetrisk titrering av syrer og basar viser analyse av kodinga framleis at klasse A legg fram fleire grunngivingar og forklaringar på faglege påstandar enn klasse B. Forskjellen er igjen størst rundt grunngivingar knytt til hypotese, men i dette forsøket var det også vesentlege forskjellar mellom grunngivingar knytt til feilkjelder. Grunngivingar knytt til observasjonar ser ved første augekast ut til å være nokon lunde likt mellom klassane, men tabellen kan være litt misvisande ettersom klasse A leverte 7 rapportar til dette forsøket, og klasse B leverte 15 rapportar. Dermed er 8 grunngivingar knytt til observasjonar fordelt på 7 framleis ein del meir enn 7 grunngivingar knytt til observasjonar fordelt på 15 rapportar.

Klasse	Totalt	Snitt per rapport	Knytt til hypotese	Knytt til observasjonar	Knytt til feilkjelder	Illustrasjon
A	33	4,7	14	8	5	6
B	13	0,9	2	7	1	3

Tabell R-2: Oversikt over talte koda grunngevingar og forklaringar i forsøk om volumetrisk titrering av syrer og basar

Sorterte grunngevingar etter kompleksitet viser at klasse B presenterte alle sine grunngevingar i dette forsøket basert på eit faktum (19stk). Til samanlikning presenterte klasse A totalt 29 grunngevingar, der 55% var basert på eit faktum, 28% innehaldd to eller fleire faktum og 17% presenterte ei form for resonnering eller ein fagleg samanheng. *Figur R-2* illustrera dette resultatet.



Figur R-2: Grunngevingar og forklaringar til forsøk om volumetrisk titrering i klasse A og klasse B. Sortert etter innhald i grunngeving, inspirert frå SOLO-taksonomi. Y-aksen viser talte kodar.

Det er tydeleg frå figur R-1, og figur R-2 at klasse A, i begge forsøka presenterer fleire samanhengar og resonneringar i sine rapportar samanlikna med klasse B. Det er også verdt å merke seg at klasse A har ei aukeing i slike komplekse grunngevingar frå forsøk 1 til forsøk 2. I analyseprogrammet viser det at ein stor andel av grunngevingane med resonneringar og samanhengar høyrer til del 3 av forsøk 2 (lærarstyrt demonstrasjon).

Total sum av grunngevingar kan variere i eit forsøk ut i frå om det er koda etter knytt til hypotese, observasjonar, feilkjelder, illustrasjon eller om det er koda detaljert etter eit faktum, to eller fleire

faktum, sammenheng og resonnering kan vere ulike. Årsaka til dette er at det i nokon tilfelle er hensiktsmessig å sjå på fleire setningar i sammenheng med kvarandre som ei grunngeving, medan i andre tilfelle kunne kvar setning registrerast som ei grunngeving åleine. Til dømes kan sekvensen «Hydrogenklorid (HCL) fikk en pH-verdi på 1 og derfor kan vi si det er en syre. Når vi blandet inn BTB fikk blandingen en gul farge som også indikerer at det er en syre», i første koding regnast som 2 grunngevingar knytt til observasjonar, medan det under detaljert koding etter kompleksitet kan regnast som ei grunngeving basert på to eller fleire faktum.

Dømer på fagleg interessante grunngevingar

Dei grunngevingane som er vurdert til å vere fagleg interessante er stort sett dømer frå grunngevingar som viser resonneringar eller sammenhengar. I nokon tilfelle kan det derimot også vere interessant å sjå på enklare grunngevingar som kanskje viser til feilaktige førestillingar elevane har rundt kjemiske prinsipp. Nedanfor vil eg trekke ut og kommentere nokon dømer inndelt etter gruppe I, gruppe II og gruppe III i tabell R-3.

Gruppe nr	Kva feilaktige førestillingar finn vi hjå grunngevingane?
I	Utrekning av pH og korleis surleiksgrad verkar
II	Molekylformel og bindingsforhold i molekyl
III	Kjemiske reaksjonar

Tabell R-3: Inndeling etter feilaktige førestillingar elevane har rundt kjemiske prinsipp

Gruppe I

«Jeg tror at disse løsningene vil nøytralisere hverandre siden HCl (PH=1) er svært surt og NaOH er svært basisk (PH=13). 1+6=7 og 13-6=7. 7=nøytral. Dermed vil løsningen bli gjennomiktig når de blandes».

Døme nr 1 - Her kan det sjå ut som eleven har ei førestilling om at dersom to løysingar har pH som er like langt unna midtpunktet (pH = 7) så vil desse alltid nøytralisere kvarandre.

«Vi tror den blir blå fordi NaOH er en base, med pH på 13, som blandes med HCl, med pH på 1. pH-en minker dermed med 1, men vil fortsatt være basisk».

Døme nr 2 – Dette eksempelet liknar litt på det første, men her trur eleven at utrekning av pH kan gjerast ved å ta den høgaste pH-en og trekke frå den lågaste.

Gruppe II

«Jeg tror NaOH har en pH – verdi på 5, siden den ligner på en vanlig syre basert på den kjemiske formelen».

Døme nr 3 – eleven studerar molekylformelen til NaOH og synes dette liknar på ei syre. Det kan tolkast som at eleven tenker alle stoff med hydrogen vil vere ei syre, men ei slik tolking vil aldri vere sikker. Det som derimot er sikkert er at eleven har ei underliggande feilaktig førestilling rundt syrer og basar.

«CH₃COOH har en OH gruppe og er derfor en base og tar opp H⁺ ioner».

Døme nr 4 – eleven studerar molekylformelen til eddiksyre, og trur at OH- kan spaltast av frå molekylet. Dette viser til at eleven har lite kjennskap til bindingsforholda i molekylet. (OH-gruppa har kovalent binding til resten av molekylet, og kan ikkje spaltast av slik som i ioniske bindingar)

Gruppe III

«Vi tror at syrene vil endre farge til blå, fordi vi tror et syrer får ting til å oksidere raskere. Kobberet vil da oksidere og siden kobberoksid er blått så vil løsningen bli blå».

Døme nr 5- eleven har tatt ei logisk slutning om fargeendring basert på forkunnskapar om at koparoksid har ein blå farge, og at CuO vil bli danna ved oksidering. Den feilaktige førestillinga i dette tilfellet er at alle syrer verkar oksiderande. Til tross for dette er det ei god resonnering frå eleven si side.

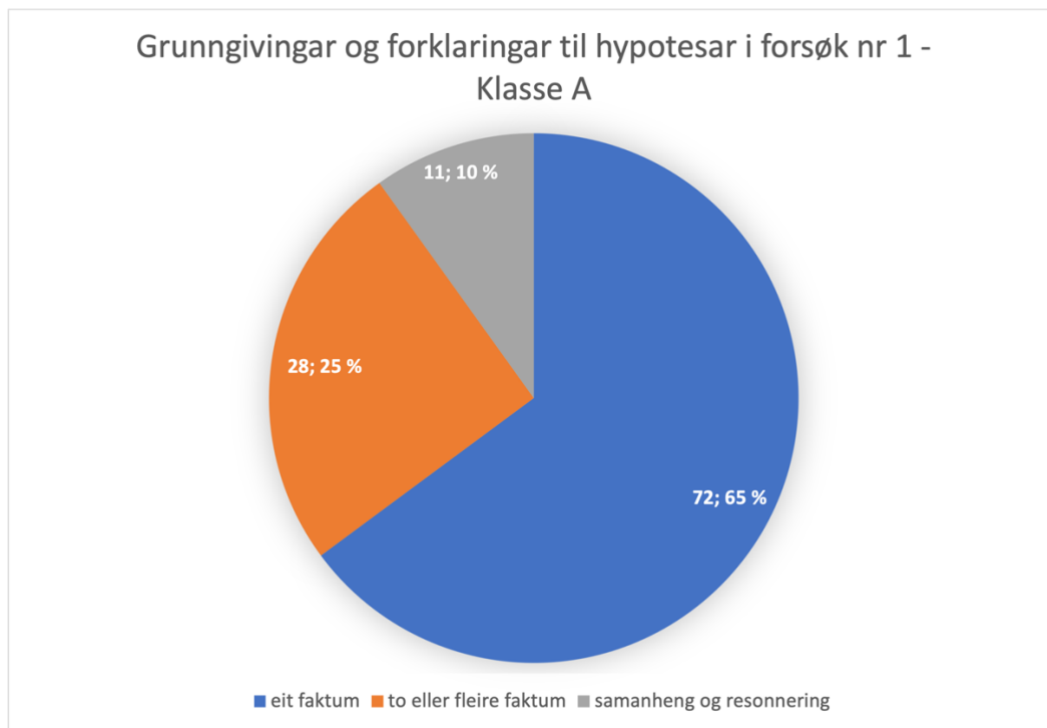
«HCl er svært sur og NaOH er svært basisk. Dermed vil løsningen bli gjennomskiktig når de blandes. Vi kan også se det gjennom reaksjonsligningen. NaCl og H₂O er nøytrale».

Døme nr 6 – eleven har ei førestilling om at veldig sure og veldig basiske løysingar alltid vil bli nøytrale saman. Det kan også sjå ut som eleven trur at produkta i ein nøytraliseringsreaksjon er nøytrale. Det stemmer i dette tilfellet, men vil ikkje alltid vere riktig. Det er derimot vanskeleg å påstå at eleven har ei førestilling om at det alltid vil vere slik, det er mogleg at eleven klarar å skilje mellom tilfella. Første del av dette dømet kunne også høyrte til i *gruppe 1*.

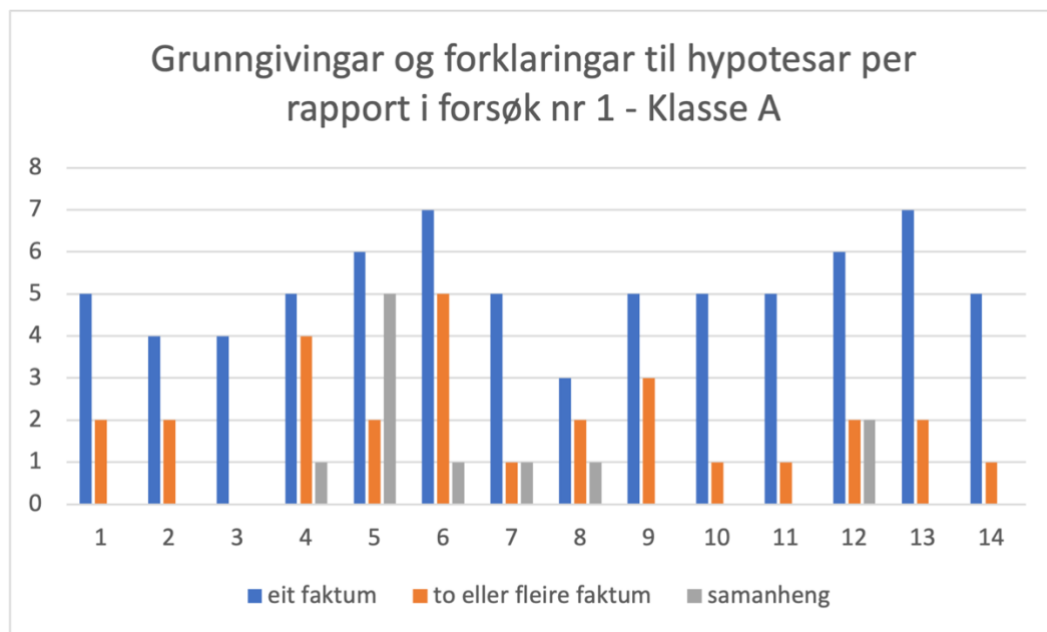
Hypotesar

Figur R-1 og Figur R-2 viser at klasse B til saman hadde 4 grunngivingar knytt til hypotese i alle rapportane (31 stk). Dermed er det ikkje hensiktsmessig å lage ein figur til desse hypotesane. Årsaka til at det var få grunngivingar knytt til hypotesar i klasse B var fordi elevane i denne klassen ikkje inkluderte hypotesar som ein del av sine rapportar. Det er verdt å notere slik at det ikkje framstår som at rapportane hadde hypotesar, men mangla grunngivingar til hypotesane.

Klasse A sine rapportar inkluderte derimot hypotesar i nesten alle rapportane. Inndelt etter den SOLO-taksonomi- inspirerte koden for kompleksitet i grunngivingane, viser rapportane frå forsøk 1 at det vanlegaste er å legge fram eit faktum som grunngiving, medan det minst vanlege er meir komplekse grunngivingar basert på resonneringar og samanhengar (*Figur R-1*).



Figur R-3: Grunngevingar og forklaringar til hypotesar oppgitt i prosent. Data henta frå forsøk om syrer og basar i klasse A.



Figur R-4: Grunngevingar og forklaringar til hypotesar oppgitt per rapport. Data henta frå forsøk om syrer og basar i klasse A. Y-aksen viser talte kodar, x-aksen viser tal rapportar.

Figur R-4 viser at til tross for lite variasjon mellom talte grunngevingar basert på eit faktum, så er det ein del meir variasjon mellom rapportane i dei to andre kategoriane. Det er spesielt ein

rapport som inneheld ein del fleire grunngevingar med resonneringar og samanhengar, medan over halvparten av rapportane inneheld ingen tilfeller av samanheng og resonnering. Å basere ei grunngeving til hypotesen på to eller fleire faktum variera frå 0 til 5 stk per rapport.

Observasjonar og feilkjelder

Som vist tidlegare (*tabell R-1, tabell R-2*) er grunngevingar ofte knytt opp mot det elevane observera i forsøka. I tillegg er hypotesar elevane dannar seg ofte knytt opp mot noko målbart eller observerbart. Ein stor andel av observasjonane er innført i tabell, utan noko vidare utdjuping. Observasjonar med kommentarar er koda under *grunngevingar og forklaringar*.

I forsøk nr 1 var det presentert få feilkjelder i rapportane, og berre to grunngevingar knytt til feilkjelder. Årsaka til dette var nok at dette forsøket legg opp til kva elevane trur vil skje, og deretter teste om det skjer, utan at det er eit bestemt resultat som skal oppnås. Forsøket er designa for at elevane skal bli kjent med korleis syrer og basar reagerar med andre stoff. Dei få feilkjeldene som er nemnt omhandlar at mengda syre og base var ulik før dei blanda HCl med NaOH, og dermed fekk dei ikkje nøytral løysing. I forsøk nr 2 var det derimot ein del fleire feilkjelder oppgitt (totalt 8 koda sekvensar), og 6 grunngevingar knytt til desse. Ein del av dei koda setningane inneheld oppramsingar av fleire generelle feilkjelder knytt til eit slikt forsøk. Med andre ord er det nemnt fleire feilkjelder enn det koden viser.

Totalt 7 rapportar i titreringsforsøket inneheldt generelle feilkilder, 3 rapportar inneheld spesifikke feilkjelder til noko som førte til unøyaktig eller feilaktig resultat under deira gjennomføring, og 2 rapportar nemner korleis ein kan redusere feilkjelder. Sistnemnte er også generelt for eit titreringsforsøk.

Notat frå undervisingstimane

Notata frå timane er relativt korte, men inneheld ein del utsegn frå diskusjonane som vart heldt under gjennomføring av forsøka. Desse notata er utelukkande frå klasse A, grunna praktiske

avgrensingar. Klassane gjennomførte forsøka samstundes, og dermed var det kunn mogleg å vere tilstede i ein klasse. Notat frå timen med forsøk om eigenskapar til syrer og basar viser at elevane i nokon tilfelle hadde resonneringar undervegs som ikkje nødvendigvis er inkluderte i rapportane. Det er vanskeleg å seie noko på kor stort omfanget er av dette fenomenet ettersom eg ikkje overhørte alle samtalane, og ikkje har noko meir å støtte meg på enn hukommelsen og kor raskt eg kunne notere.

Dei tilfella eg finner kan skildrast som at eleven har diskutert med ein annan med-elev om ein hypotese dei har, stemmer eller ikkje. Det kan sjå ut som at det elevane finn ut ikkje stemmer, eller er usikker på om stemmer kan bli ekskludert frå rapporten. Til dømes viser notata at ei gruppe diskuterte om CH_3COOH var ei syre eller ein base. Utdrag frå notat:

Elev1: «Den har OH på slutten, så jeg tror det er en base»

Elev 2: «Jeg tror ikke alle baser har OH i seg»

Elev1 : «Kanskje ikke alle, men hvis de har det er det ofte en base»

Elev 1: «Tror du at det er en syre?»

Elev 3: «Den har mange hydrogen som den kan gi fra seg, så det kan være en syre. Men jeg vet ikke altså. Kan være en base også»

Elev 4: «Jeg føler jeg har lest før at det er en syre»

I rapportane kjem ikkje dette fram nokon stad, til tross for at det er interessante resonneringar ein gjerne skulle ønske å få fram. Det same skjedde i eit anna tilfelle, der to grupper diskuterte om det kunne være klorgass som vart sloppe ut i reaksjon mellom HCl og magnesium. Grunnen til resonneringa deira var at HCl inneheldt klor, men i rapportane har ingen elevar nemnt at dei trur det vart sloppe ut klorgass.

[Andre faktorar som utmerka seg ved rapportane](#)

Alle rapportane i klasse B inneheldt utstyrliste og framgangsmåte, og ein del av rapportane inneheldt bakgrunnsteori om syrer og basar. Desse delane av rapportane var fullstendig eller delvis reproduisert frå lærebok eller tavle. Klasse A sine rapportar var i form av utgitt mal som

ikkje eksplisitt spurte etter dette. I forsøk om volumetrisk titrering vart framgangsmåte likevel inkludert hos nokon.

I eit overblikk av rapportane frå klasse B utgjorde utstyrliste og framgangsmåte omlag halvparten av sidetalet i rapportane. Dette er et grovt estimat tatt på augemål, og deretter rekna ut gjennomsnitt. Hensikta er å skildre kor stor del av rapportane dette inneberer. Hå nokon få rapportar er det alt som er levert inn. Det resterande området i rapportane er brukt til observasjonar og resultat, inkludert bilete frå utføring av forsøket.

Rapportane til forsøk om eigenskapen til syrer og basar inneheldt ingen utrekningar, medan i rapportane til forsøk om volumetrisk titrering var utrekning av ukjent konsentrasjon ein sentral del av rapporten. Denne delen viser ikkje noko relevant for forskingsspørsmålet, til tross for at det er nyttig for ein lærar å sjå om elevane meistrar ei slik utrekning.

Diskusjon

Under diskusjons-kapitelet vil funn i resultatdelen bli lagt fram og drøfta i lys av litteratur rundt det aktuelle emnet. Det vil spesielt bli lagt vekt på utforming av forsøksrapportar, i kva grad elevane sine resonneringar kjem fram i datamaterialet, og om diskusjonane gjennom forsøka. I tillegg er det vedlagt ein bit om elevane sine førestillingar rundt kjemiske prinsipp som kom til syne i rapportane.

Tankar rundt utforming av forsøksrapportar

Innanfor vitenskap har IMRaD blitt ein vanleg struktur for rapportskrivingar (Sollaci & Pereira, 2004). Dette inneberer at rapporten har ein introduksjon, metode, resultat og ein diskusjonsdel. Elevane i klasse B følger delvis ein slik struktur. Alle har introduksjon, metodedelen består av framgangsmåte og resultat er vedlagt. Det som derimot ofte manglar er diskusjonsdelen. I tillegg inkluderar ikkje elevane hypotesar i nokon del av rapporten, som vitenskaplege metodar brukar å bygge utprøvingane sine rundt. Ein kan argumentere for at elevane i klasse B likevel får betre

skrivetrening i korleis vitenskaplege artiklar i dag skrivast, då dei har meir likheit til IMRaD enn klasse A med utgitt rapportmal.

Eit utdrag av rapportmal til forsøk nr 1 i klasse A viser at elevane vart oppfordra til å grunngi hypotesane sine. *Tabell R-1* viser at det var ein større andel grunngivingar i klasse A, spesielt knytt til hypotesar. Elles i rapportane var det ikkje like store forskjellar på tal grunngivingar mellom klassane, noko som kan tyde på at å direkte etterspør grunngivingar i sjølv oppsettet for rapportar kan fremje elevane sine resonneringar i ein forsøksrapport. Dersom eg skulle gjort noko annleis ville eg også direkte spurt kvifor elevane trur hypotesen deira eventuelt ikkje stemte.

Etter testing av hypotesane kom denne teksten; «*Diskuter med gruppen og noter kort. Stemmer resultatene med hypotesen deres? Var noen av resultatene overraskende?*». Her var det antatt at diskusjon rundt resultata og påfølgande spørsmål ville være nok til at elevane ville resonnerer og notere tankane sine. Det er mogleg at diskusjonen starta ein tankeprosess hjå elevane, men resultatet av den resonneringa er ikkje å finne i rapportane. Dei fleste svara var «hypotesen stemte» eller «hypotesen stemte ikke».

I teoridelen vart det lagt fram at Ringnes & Hannisdal (2014) anbefalte å gi elevane friare tøyler i korleis dei kunne utforme rapportane sine, framfor å gi ein bestemt mal eller struktur elevane skulle følgje. Argumentet for dette var at det truleg ville gi elevane eit meir positivt syn på rapportskriving, etter at KUN-undersøkelsen (2005) hadde vist at elvane mislikar å skrive rapportar.

Dette kan knytast opp mot sjølvbestemmingsteorien, som viser til at elevar opplever læringsmiljøet som meir positivt når dei får større friheit til å ta egne val i undervisinga (Ryan & Deci, 2000). I klasse B har elevane fått velje heilt fritt korleis dei vil utforme sin rapport. Til tross for at det i dette forskingsprosjektet ikkje er innhenta noko data for å vise til elevane sin oppleving rundt desse rapportane, så ønsker eg å belyse nokon forskjellar mellom fritt val av rapport og utgitt mal som kom fram i resultatdelen.

Klasse B brukte ein vesentleg stor del av sine rapportar til utstyrsliste og framgangsmåte (omlag halvparten av totalt tal sider). I tillegg var det også satt av ein del plass til bilete frå forsøket. Dermed er det lite plass igjen til elevane sin eigenproduserte tekst. Sjølv om det er godt mogleg at dette har gitt elevane eit meir positivt syn på rapportskriving, så er eg kritisk til om det er like gunstig for læringsutbytte. Utstyrsliste og framgangsmåte kan representere metode-delen i ein IMRaD-strukturert rapport. Frå teorien veit vi at det er eit viktig punkt å kunne formidle prosess og vitenskaplege funn for å vidareutvikle forskning(Nair & Nair, 2014).

Personleg mistenker eg at stort fokus på framgangsmåte og utstyrsliter ikkje vil vere den delen av rapporten som er med på å utvide forståing for dei kjemiske konsept og fenomen, men at det heller er resultat og diskusjonsdelen som vil bidra til det. Denne mistanken er basert på teorien som viser til at refleksjon og resonnering i hovudsak er det som vidareutviklar forståing (Woodley, 2009). Det vart tidlegare tatt opp at elevane bør skrive rapportar, nettopp fordi det generera læring (Ringnes & Hannisdal, 2021). Dermed er det hensiktsmessig å ikkje minke dette læringsutbyttet sidan det er ein av dei største grunnane til å i det heile tatt gjennomføre eit slikt etterarbeid.

Har eg derimot grunnlag for å påstå at det er mindre læring knytt til fritt val rundt utforming av forsøksrapportar? Svaret er nei. Ein slik årsaks-samanheng er ikkje ein konklusjon eg kan dra ut i frå denne kvalitative studien. Likevel vil eg belyse at klasse B i begge sine forsøk inkluderte færre grunngevingar i sine rapportar, som er eit punkt eg oppfattar er viktig for å knyte observasjonane saman med teorien. Grunnlaget mitt er basert på at når du må forklare noko, eller grunngi ein påstand må du reflektere over kvifor det er slik. Woodley (2009) hevda at refleksjon er eit viktig steg i å danne koplingar mellom det teoretiske og det praktiske. Og dermed kan det argumenterast for at klasse B har fått danna færre utgangspunkt for at dette kan skje.

Det er likevel ikkje mogleg å hevde at det er utforming av rapportmalen åleine som kan ha medført til færre grunngevingar i klasse B. Det kan sjølv sagt også skuldast andre faktorar som ein generell forskjell på klassane eller andre forhold rundt forsøket. Vi veit allereie at klasse A hadde

implementert diskusjonar undervegs i forsøka, i tillegg til at forsøk om volumetrisk titrering blei gjennomført ganske ulikt i dei to klassane. Dette kan dermed også vere med på å forklare forskjellane i mengda grunngevingar som vart presentert. Ein siste ting er at vi ikkje kan hevde at klasse B ikkje hadde gode refleksjonar, til tross for at det ikkje kom fram i rapportane. Vi kan kunn belyse at det er ein registrert forskjell mellom rapportane i dei to klassane, og prøve å forklare kva dette fortel oss.

Elevanes tankar og resonneringar i rapportane

Til tross for ein gjennomtenkt plan der det var valt ut forsøk med kjemiske prinsipp å diskutere rundt, oppfordringar til og igangsetting av diskusjon samt eksplisitt spørsmål om grunngeving i rapportane i klasse A så viser resultatdelen at det er dei færreste grunngevingane som inneheld meir komplekse resonneringar og samanhengar. I forsøk nr 1 var det kunn 8% av grunngevingane, og under halvparten av rapportane som inneheldt resonneringar eller ein fagleg samanheng (*figur R-1, figur R-4*).

Vi kan derimot sjå at denne delen økte i forsøk nr 2, til at 17% av grunngevingane bestod av resonnering eller samanhengar. Til samanlikning hadde klasse B ingen grunngevingar i denne kategorien, men denne klassen har svært liten forskjell frå forsøk nr 1 til forsøk nr 2 på dette området. Dermed er det meir hensiktsmessig å diskutere kva som kan ha medført til denne aukinga i klasse A.

Sjølve utforminga av rapportane er nokså like til begge forsøka, men det er ein vesentleg forskjell i gjennomføring. Klasse A gjennomførte først ei volumetrisk titrering, deretter lagde dei ei ukjent løysing til ei anna gruppe og vurderte denne gruppa si utføring av titreringa, og til slutt vart dei presentert med ein demonstrasjon frå læraren. Ut i frå dei koda grunngevingane til dette forsøket kan ein sjå at del 2 (vurdere anna gruppe si utføring av titrering) medførte fleire grunngevingar knytt til feilkjelder, noko som var forventa. Det som derimot ikkje var forutsett i like stor grad var at grunngevingar med samanhengar og resonneringar i stor grad høyrer til del 3 om demonstrasjon frå læraren.

Frå teorien veit vi at demonstrasjonar åleine ofte ikkje gir noko spesielt utvida forståing hjå elevane (Roth, 1997), likevel inneberer grunngevingane knytt til denne delen meir kompleksitet. Ei mogleg forklaring på dette kan vere at demonstrasjonen kom i tillegg til elevforsøket, og at elevane dermed kan ha fleire representasjonar å knytte teorien opp mot. Woodley (2009) kallar demonstrasjonar utført av lærar for «directly related activity» som signaliserer at demonstrasjonen også vil gi elevane nye assosiasjonar til emnet.

Sjølv om Minner (2004) hevda at elevane lærer mest av elevforsøk dei sjølv utfører, så vil dei i dette tilfelle ha den utføringa ferskt i minnet medan demonstrasjonen blir utført. Ein slik situasjon der elevforsøk først er gjennomgått, etterfølgt av ein lærardemonstrasjon med forklaring kan minne om produktiv feiling (Kapur, 2016).

I dette tilfelle vil lærardemonstrasjonen verke som ein del av konsolideringa som inkluderar instruksjonar om konseptet elevane tidlegare hadde testa ut på eigenhand. Etersom produktiv feiling er bevist å auke forståing, kan denne teorien vere med på å skildre kvifor klasse A presenterte fleire resonneringar og samanhengar i sine rapportar. Resonneringar og samanhengar viser til djupare forståing enn å legge fram faktum utan noko meir utdjuping. Kodinga inspirert frå SOLO-taksonomien baserte seg på dette.

Ein personleg tanke er at det truleg kan hjelpe elevane til å sjå fleire sider ved det same emnet. I titreringa elevane utførte så kunne dei observere ekvivalenspunktet ved hjelp av indikator og fargeendring. Under demonstrasjonen med pH-meter blir elevane derimot vist korleis ein graf for pH i kolben utviklar seg samtidig som det blir tilsatt syre eller base til løysinga. Både elevforsøket og demonstrasjonen omhandlar det same temaet, men det er mogleg at demonstrasjonen kunne supplere til den faglege kunnskapen, og at dette har medført til fleire resonneringar i rapportane, slik som vi veit at klasse A har.

Det er også mogleg at det som teorien tilseier at sjølve elevforsøket var det som skapte mest forståing, og at det var forsøket (ikkje demonstrasjonen) som førte til ei auking i presenterte

resonneringar og samanhengar i rapporten. Dette er vanskeleg å utelukke, sjølv om vi kan vise til at klasse B ikkje har denne førekomsten av samanhengar i sine rapportar, og dei einskild utøvde elevforsøk. Det er så store forskjellar i gjennomføring at det er fleire variablar som spelar inn, mellom anna at berre ein av klassane (A) vurderte andre grupper si utføring, og at det var lagt opp til diskusjonar undervegs. I tillegg har vi også den faktoren at det er to forskjellige klassar med to ulike lærarar og ein kan ikkje oversjå at den faktoren alltid kan vere ein mogleg årsak til funna.

Tankar om implementering av diskusjonar

Som nemnt i dei to førekomande delkapitla kan diskusjonar gjennomført undervegs i forsøk og demonstrasjon vere ein mogleg årsak til at det var oppgitt både fleire grunngevingar totalt i klasse A, og fleire grunngevingar som inkluderte resonnering og samanheng i rapportane. Eit punkt som talar mot dette er at det ikkje var noko som forhindra elevane i klasse B å diskutere dei faglege fenomenene i forsøka. Dermed kan det tenkast at det har oppstått diskusjonar i denne klassen også, sjølv om dei ikkje var initiert av lærar. Dyste (2013) hevdar derimot at for at slike diskusjonar skal få optimalt læringsutbytte bør dei vere rettleia av ein lærar.

Eit anna punkt som er verdt å nemne frå Dyste (2013), er at det viktigaste punktet for læringsutbyttet var konsolidering i ein plenumsdiskusjon i etterkant av forsøket. Dette vart utført i begge klassane. Dermed kan det argumenterast for at begge klassar bør ha fått med seg dei mest essensielle punkta frå forsøka. Til tross for dette er det få faglege resonneringar i rapportane til begge klassane, men vesentleg fleire i klasse A enn B. Crouch et al (2004) vedtok at det å danne seg hypotesar rundt demonstrasjonane og diskutere desse før utprøving var ein ting som kunne auke forståinga. Eg antar dette gjeld for både elevforsøk og demonstrasjonar. Ut i frå denne samanhengen kan det vere eit mogleg punkt som kan forklare forskjellane mellom klassane med omsyn til grunngevingane.

Klasse A diskuterte på gruppa kva dei trudde ville skje før utprøving, medan klasse B nærmast ikkje presentera hypotesar i forsøksrapportane sine ein gang. Dermed er dette ei nokså plausibel forklaring til forskjellen. Ei anna forklaring i lys av litteraturen kan vere at Abrahams & Millar (2008) understreka viktigheita av å diskutere observasjonar og kjemiske fenomen også samtidig

som det praktiske arbeidet utøvast. Det er altså ikkje berre diskusjonar før og etter det praktiske arbeidet som kan vere ei mogleg forklaring. Mest sannsynleg er det ein kombinasjon av alle desse faktorane som har bidratt til dei forskjellige datamaterialet og resultatata viser.

Dersom eg skulle gjort noko annleis i samband med diskusjonane ville eg tilført eit spørsmål på slutten i konsolideringsfasen om kva elevane har lært under forsøket. Dette kan i følge Ringnes & Hannisdal (2014) bidra til ein diskusjon som kan avdekke misoppfatningar elevane har danna seg, og dermed vidareutvikle forståinga til elevane endå meir. Torsheim, Kolstø & Andresen (2016) bekreftar også at felles klassesdiskusjonar er ei god fagleg hjelp, og at å veksle mellom gruppesamtalar og klasse samtalar kan bringe fram ny kunnskap elevane kan bygge vidare på. Under gjennomgangen av forsøket var det forsøkt på ei slik veksling, men det kunne truleg også vore meir systematisk implementert i konsolideringsfasen.

Kjemiske førestillingar til syne i rapportane

Eit siste punkt eg vil legge fram er resultatata som høyrer til *tabell R-3*. I rapportane er det avdekka nokon feilaktige førestillingar som elevane har til temaet syrer og basar eller til grunnleggande kjemiske prinsipp. I teoridelen var det belyst ei rekke med 11 vanlege misoppfatningar elevane har til dette emnet (Ringnes & Hannisdal, 2014). Ei av desse var veldig synleg i rapportane, spesielt i klasse A sine hypotesar. Denne misoppfatninga var at stoff som inneheld H er syrer, medan stoff som inneheld OH er basar. Dette kom også til syne under notat frå timane.

Til tross for at dette ofte stemmer, så vil ei oppfatning om at dette alltid stemmer vere feil, og forvirre elevane. Til dømes var det fleire grupper som møtte på ei utfordring når CH_3COOH sin molekylformel både inneheld H og OH. Her er det altså ikkje openbart for elevane korleis stoffet vil dissosiere i vatn, og om det har høve til å gi frå seg eller ta i mot proton. Det var også nokon grupper som trudde at NH_3 var ei syre, og forklarte det ved at molekylet inneheldt hydrogen, og derfor kunne det gi frå seg hydrogen-ion. Dette dømet kan vere forvirrande for elevane, ettersom det stemmer i nokon tilfelle. NH_3 er ein amfolytt og kan reagere både som syre, og som base. Elevane oppdaga at NH_3 reagerte som ein base i dette forsøket.

Det vart også oppdaga ei misoppfatning som Ringnes & Hannisdal (2014) ikkje hadde nemnt. Nemleg at elevane ikkje forstår heilt korleis pH fungerer og endrar seg i reaksjon med nye løysingar (*døme nr 1 og 2 til gruppe I i tabell R-3*). Dette kom også til syne i klasse A sine hypotesar. Det kan ut i frå dette forklarast at å inkludere hypotesar i rapportane kan vere ein fordel for læraren i form av at det gir meir innsikt i kva kunnskapsmanglar som må dekkast hjå elevane i klassen.

Det er også høveleg å prøve å seie noko om i kva grad forsøka som blei gjennomført kan ha ført til at elevane har utleia ny kunnskap i etterkant av forming av hypotesane. Til dømes vil elevane i forsøk nr 1 ha utprøvd hypotesane sine, og oppdaga at CH_3COOH er ei syre, medan NH_3 er ein base. Dermed vil elevane sjølv ha blitt oppmerksam på at dei hadde ei feilaktig førestilling om noko. Det er likevel ikkje sikkert at det å bli gjort oppmerksam på at hypotesen er gal vil føre til at elevane lærar seg kvifor hypotesen var feil, men dei kan truleg føle eit behov for å finne det ut.

Som nemnt tidlegare gav elevane ingen utdjuping rundt feil hypotese i rapportane, noko som er grunnen til at eg ville formulert spørsmåla i den delen av rapporten annleis dersom eg skulle gjort forskingsprosjektet på nytt. Sidan det ikkje er noko meir utdjupingar i rapportane rundt dette er det vanskeleg å avgjere om det førte til utvikling av tankar og utviding av forståinga til elevane. Det er kunn mogleg å påpeike at det opna for ei moglegheit for oppklaring når elevane diskuterte resultatata i grupper.

Når det kjem til mangel på forståing av korleis ein utrekna pH (*døme nr 1 og 2 til gruppe I i tabell R-3*), så var der ingenting ved forsøket som la opp til at elevane ville utvide denne forståinga i forsøk nr 1. I neste forsøk ville eleven derimot bli bedt om å vise utrekning av konsentrasjon og pH, og dermed utfyller forsøka kvarandre på dette punktet.

Konklusjon

Funn etter kvalitativ analyse er satt i lys av teorien under diskusjonsdelen. Dette kan summerast til at dersom læraren utformar ein mal elevane skal følgje, og direkte etterspør hypotesar og grunngevingar så kan det verke som læraren vil få meir innsikt i elevane sin tankeprosess rundt forsøka, og at det er betre læring knytt opp mot skrivning av rapporten. Fritt val for utforming av rapport gir elevane friheit og er knytt opp mot noko meir positiv skrivning for elevane, men dei unngår gjerne å ta inkludere hypotesar dersom dei sjølv får velje. Dermed bør lærar ta omsyn til kva formål ein rapport skal ha.

Skal den vere eit reiskap for vidareutvikling av tankar, som og gir læraren innsikt i elevane sin tankeprosess? Eller skal den vere eit reiskap for at elevane kan vise kreativitet? Kanskje noko ein kan sjå tilbake på for å repetere forsøk før munnleg eksamen? Føremålet med rapporten vil vere avgjerande for kva som blir mest hensiktsmessig for det enkelte forsøket. Dersom læraren har ein bestemt tanke om kva han eller vil oppnå med rapportane bør det leggst til rette for. Elevane kan også trenge rettleiing og støtte mot det ønska produktet læraren søker. Friheit kan derimot sikkert ofte fungere fint dersom elevane allereie har ein vane for rapportskrivning som er tilfredsstillande hjå læraren.

Det kan verke som at diskusjon før, undervegs og etter gjennomføring av forsøk også kan ha noko å seie for kva tankeprosessar som blir uttrykt i rapportane. Det er relativt vanleg å ha samtalar i etterkant av eit forsøk, men mange elevar og lærarar kan potensielt auke læringspotensialet dersom det er lagt opp til fleire situasjonar der elevane blir oppfordra til å presentere ein tanke, og lytte til elevar sine tankar, med høve til å reagere og kommentere på desse. Dette er eit viktig punkt sidan det fleire stadar er nemnt at eit praktisk forsøk åleine ikkje er tilstrekkeleg for å at elevane skal auke forståinga si rundt vitskaplege fenomen.

Implikasjonar for vidare forskning

For vidare forskning hadde det i første omgang vore ideelt å studere lydopptak og forsøksrapportar saman, for å undersøke kva resonneringar som eventuelt blir utelatt frå rapportane, eller om det er godt samsvar mellom det som diskuterast i klasserommet og det som presenterast i

rapportane. Det var opprinneleg tenkt å gjere i dette forskingsprosjektet, men det let seg ikkje gjere av den praktiske årsaka at ingen elevar ønska å bli tatt opptak av. Notat frå undervisingstimane kan så vidt belyse dette, men ikkje på nokon systematisk måte som kunne analyserast kvalitativt.

Ettersom problemstillinga «korleis kan oppsett for forsøk påverke kjemirapportar?» er eit ganske breidd spørsmål kan det nok også argumenterast for at det er fleire aspekt rundt oppsett for forsøk som ikkje er belyst i dette forskingsprosjektet. Det kunne mellom anna vore interessant å undersøke om utforskande forsøk vil fremje resonneringar og samanhengar i rapportane, eller studere nærmare om demonstrasjonar i fleire samanhengar kan auke læringsutbyttet til elevane når det blir nytta som eit supplement til elevforsøk. Då kan det undersøkast med og utan diskusjonar slik at ein meir sikkert kan avgjere om det er sjølve demonstrasjonen som gir eit positivt utfall.

Det er truleg også potensiale for å undersøke om der er andre rapportformer enn utgitt mal eller fritt val av utforming som kan påverke resultata. Ei open problemstilling opnar for mange tilnærmingar, og det er klar at dette forskingsprosjektet ikkje har belyst alle dei moglege tilnærmingane som finnes.

Implikasjonar for kjemiundervising

Til tross for at der finnes fleire aspekt rundt oppsett for forsøk som er mogleg å undersøke, så er der også oppnådd ei djupare innsikt i nokon tiltak ein lærar kan gjennomføre for å påverke innhaldet i kjemirapportane til elevane: tydelege spørsmål i utforming av rapportmalar og rettleiing i form av diskusjonar vekselvis i grupper og i plenum. Dette kan vere med på å vidareutvikle dei førestillingane elevane har av kjemiske konsept og fenomen.

For nokon vil dette vere ei god nytte som kan direkte implementerast i undervisinga. Det er derimot også sannsynleg at nokon lærarar framleis vil føretrekke andre metodar, fordi det krev

meir tid og organisering å lage gode rapportmalar eller å legge opp til fleire diskusjonar. Lærar er ofte under eit tidspress og vil dessverre handle deretter.

For dei som finner desse funna interessante, og har tid til å prøve dei ut i si eiga undervising, så kan det derimot være supert å lese akkurat kva du som lærar kan gjere for å påverke innhaldet i forsøksrapportar. Det er likevel ikkje sikkert at det som er resultatet av dette forskingsprosjektet vil vere overførbart til andre klasserom. Det legg eit utgangspunkt for vidare utprøving, og eg har god tru på at det er sunt for lærarar å prøve å forbetre sine undervisningsopplegg, og å prøve ut nye tiltak som har belegg for at dei kanskje kan fungere og forbetre ein praksis.

I mi eiga undervising ønsker eg å fortsette å prøve ut desse tiltaka, men med det første vil det nok ikkje skje så systematisk som i dette forskingsprosjektet. Eg håpar likevel at utprøving over tid vil kunne addere til den kunnskapen eg har oppnådd i lys av dette prosjektet.

Litteraturliste

- Abrahams, I. & Millar, R. (2008). Does practical work really work? A study of the effectiveness of practical work as a teaching and learning method in school science. *International Journal of Science Education*, 30(14), pp.1945-1969.
- Bauman, Z. (2000). *Savnet fellesskap*. Oslo. Cappelen Akademisk.
- Biggs, J. B. & Collis, K. F. (1982). *Evaluating the quality of learning: The SOLO taxonomy (structure of the observed learning outcome)*. Academic Press.
- Bogdan, R., & Biklen, S. K. (1997). *Qualitative research for education*. Boston, MA: Allyn & Bacon.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2011). *Research methods in education* (7th ed.). London: Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203720967>
- Crouch, C., Fagen, A., Callan, J. & Mazur, E., (2004). Classroom demonstrations: Learning tools or entertainment?. *American Journal of Physics*, 72(6), pp.835-838.
- Dysthe, O. (2013). Dialog, samspill og læring: Flerstemmige læringsfellesskap i teori og praksis. I Krumsvik, R. J. & Säljö, R. (Red), *Praktisk-pedagogisk utdanning: En antologi*. Bergen. Fagbokforlaget.
- Firestone, W.A. (1993). Alternative arguments for generalizing from data as applied to qualitative research. *Educational Researcher*, 22, 16-23.
- Golafshani, N. (2003). Understanding reliability and validity in qualitative research. *The Qualitative Report*, 8(4), 597-606. <https://doi.org/10.46743/2160-3715/2003.1870>
- Grønmo, S (2021). Kvantitativ metode. *Store Norske Leksikon*. Lasta ned [29.05.22] frå https://snl.no/kvantitativ_metode
- Gunel, M., Hand, B. & Prain, V. (2007). Writing for learning in science: A secondary analysis of six studies. *Int J of Sci and Math Educ* 5, 615–637.
- Hodson, D. (1990). A critical look at practical work in school science. *School Science Review*, 71 (256), 33-40
- Hoy, W. & Adams, C. (2015). *Quantitative research in education*. 2nd ed. SAGE Publications Inc.
- Hsieh, H. & Shannon, S. (2005). Three approaches to qualitative content analysis. *Qualitative Health Research*, 15(9), 1277-1288.

- Kapur, M. (2016). Examining productive failure, productive success, unproductive failure, and unproductive success in learning, *Educational Psychologist*, 51:2,289-299
- Kind, V. (2004). Beyond Appearances: *Students Misconceptions About Basic Chemical Ideas*.
- Kunnskapsdepartementet (2017). *Overordnet del: verdier og prinsipper for grunnopplæringen*. Fastsatt som forskrift ved kongelig resolusjon. Læreplanverket for Kunnskapsløftet 2020
- Mercer, N., Dawes, L., Wegerif, R. & Sams, C., (2004). Reasoning as a scientist: ways of helping children to use language to learn science. *British Educational Research Journal*, 30(3), pp.359-377.
- Millar, R. (2004) *The role of practical work in the teaching and learning of science*.
- Minner, Daphne & Levy, Abigail & Century, Jeanne. (2010). Inquiry-based science instruction—What is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching*. 47. 474 - 496.
- Nair, P. & Nair, V. (2014). *Scientific writing and communication in agriculture and natural resources*.
- Nilsen, T., & Kaarstein, H. (Eds.). (2021). *Med blikket mot naturfag. Nye analyser av TIMSS 2019-data og trender 2015-2019*. Universitetsforlaget.
- Nilssen, V. L. (2012). Analyse i kvalitative studier: *Den skrivende forskeren*, Universitetsforlaget.
- Osborne, J. (1993). Alternatives to practical work. *School Science Review*, 75 (271), 117-123.
- Ramberg, I. (2006). *Realfag eller ikke? Elevers motivasjon for valg og bortvalg av realfag i videregående opplæring*.
- Ringnes, V., & Hannisdal, M. (2014). *Kjemi fagdidaktikk. Kjemi i skolen*. (3. utg). Oslo: Cappelen Damm Akademisk
- Roth, W., McRobbie, C., Lucas, K. and Boutonn, S., (1997). Why may students fail to learn from demonstrations? *A social practice perspective on learning in physics*. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(5), pp.509-533.
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Intrinsic and extrinsic motivations: Classic definitions and new directions. *Contemporary educational psychology*, 25(1), 54-67

- Sollaci, L. B., & Pereira, M. G. (2004). The introduction, methods, results, and discussion (IMRAD) structure: a fifty-year survey. *Journal of the medical library association*, 92(3), 364.
- Thorsheim, F., Kolstø, S. and Andresen, M. (2016). *Erfaringsbasert læring*. Bergen: Fagbokforlaget.
- Utdanningsdirektoratet (2006). *Læreplan i kjemi - programfag i utdanningsprogram for studiespesialisering*.
- Utdanningsdirektoratet (2021). *Læreplan for kjemi (KJE01-02)*. Fastsatt som forskrift. Læreplanverket for Kunnskapsløftet 2020.
- Utdanningsdirektoratet (2019). *Dypbdelæring. Definisjon av dybdelæring*. Lasta ned [30.06.22] frå <https://www.udir.no/laring-og-trivsel/dybdelaring/>
- Vygotsky, L. S., & Cole, M. (1978). *Mind in society: Development of higher psychological processes*. Harvard university press.
- Woodley, E. (2009). Practical work in science – why is it important? *School Science Review*. 91, (335), 49-51