

Spørsmål i en kjemilærebok: en studie av potensialer for dybdelæring på videregående skole

Maria Nøkland



Masteroppgave i kjemididaktikk, ved Kjemisk institutt

Universitetet i Bergen

24. juni 2019

© Maria Nøkland

2019

Spørsmål i en kjemilærebok: en studie av potensialer for dybdelæring på videregående skole

Maria Nøkland

<https://bora.uib.no/>

Forord

Takk til min veileder Matthias Stadler for tro og tillit på at jeg kunne gjennomføre denne oppgaven, og for god veiledning gjennom hele prosessen.

Takk til Ann Kristin som fast følgesvenn i kjemiens verden og takk til Hanne for uvurderlig hjelp med setningsoppbygging og lokasjon av doble mellomrom.

Takk til familie og venner som har støttet og oppmuntret hele veien. Takk til min kjære Peter som alltid har hatt troen.

Takk til café real for god kaffe.

Sammendrag

Denne studien omhandler dybdeløring og hvordan dybdeløring kan se ut i praksis. Studien tar utgangspunkt i en revidert utgave av kjemi 1 bok, og analysen av tre tillegg fra denne boken danner hovedgrunnlaget i oppgaven. Funn fra analysen ble diskutert ut fra didaktisk teori og teori om dybdeløring.

Funnene viste potensial for dybdeløring i alle tre tilleggene i grunnboken. Disse potensialene var begrenset, men ved tilrettelegging ved blant annet gruppearbeid, refleksjon, og krav om argumentasjon kan potensialene bli innfridd.

Ut ifra studien finnes det implikasjoner jeg kan trekke ut for egen undervisning i som lektor i kjemi. Blant annet fokus på de grunnleggende ideene i et kapittel, viktigheten av elevenes faglige snakk og fokus på aktivering av forkunnskaper.

Innhold

Forord.....	iv
Sammendrag.....	v
1. Innledning.....	3
1.1 Bakgrunn for problemstillingen	3
1.2 Avgrensning og problemstilling.....	4
1.3 Oppgavens struktur og gjennomføring.....	5
2. Teori	6
2.1 Dybdelæring i norsk skolepolitikk	6
2.2 Dybdelæring, en begrepsavklaring.....	10
2.3 Oppsummering og fokusering av dybdelæring	17
2.4 Undervisningstilnæringer som bygger forståelse	18
2.4.1 Elevsnakk som et redskap for læring.....	18
2.4.2 Ambitious science teaching (AST).....	22
2.4.3 Problembasert læring som metodisk tilnærming	25
3. Metode.....	27
3.1 Forskningsdesign.....	27
3.2 Beskrivelse av tillegg i Aqua 1.....	27
3.3 Analyse av tillegg i læreverket Aqua	29
3.4 Utdyping fra forfattere, forlag og første erfaringer fra en lærer	30
3.5 Studiens kvalitet	31
3.5.1 Reliabilitet	31
3.5.2 Validitet	31
3.5.3 Generaliserbarhet.....	31
4. Analyse.....	32
4.1 «Har du tenkt på?»	32
4.2 «Refleksjonsspørsmål».....	36
4.3 «Har du forstått det?»	40
4.4 Oppsummering av analysefunn	42

5. Diskusjon.....	44
5.1 Forsknings spørsmål 1: Hva krever de nye tilleggene i Aqua fra eleven?	44
5.1.1 «Har du tenkt på?».....	44
5.1.2 «Refleksjonsspørsmål».....	44
5.1.3 «Har du forstått det?»	45
5.2 Forsknings spørsmål 2: På hvilke måter kan tilleggene brukes i kjemiundervisningen?	45
5.2.1 «Har du tenkt på?».....	45
5.2.2 «Refleksjonsspørsmål».....	46
5.2.3 «Har du forstått det?»	47
5.3 Forsknings spørsmål 3: I hvilken grad kan tilleggene bidra til dybdelæring?.....	48
5.3.1 «Har du tenkt på?».....	48
5.3.2 «Refleksjonsspørsmål».....	49
5.3.3 «Har du forstått det?»	49
6. Konklusjon	51
6.1 Hovedfunn.....	51
6.2 Implikasjoner for forskning og veien videre	51
Referanser.....	53

1. Innledning

1.1 Bakgrunn for problemstillingen

Høsten 2018 fikk jeg høre at Gyldendal hadde kommet med en revidert utgave av kjemi 1 læreboken, AQUA 1. Gjennom utdannelsen har lærebøker vært et av de sentrale temaene vi har diskutert. I kjemididaktikken har vi undersøkt oppbygging, innhold og struktur i ulike kjemibøker, og med siste praksisperiode friskt i minne var jeg spent på å se hvilke grep som var gjort. Jeg var spesielt interessert i å se om de hadde gjort endringer i kapitteloppbyggingen, ettersom dette var noe vi hadde snakket om både i didaktikkundervisningen og ute i praksis.

På forlaget sine hjemmesider kunne jeg lese at det hadde blitt lagt vekt på «Dybdelæring, se sammenhenger og refleksjoner over egen læring». Dette gjorde meg nysgjerrig ettersom mine forventninger var litt endring i teorien, kapitteloppbyggingen og oppdatering av eksamensoppgaver i studiebooken. Jeg oppdaget at flere ulike typer oppgaver og aktiviteter var lagt inn i grunnboken og studiebooken. Spørsmålet som oppstod da var; hva er egentlig dybdelæring og kan slike grep lede til denne typen læring? Dette gav meg inspirasjon til oppgaven.

På Utdanningsdirektoratet sine hjemmesider står det at samfunnsendringer nasjonalt og globalt fører til en endring i arbeidslivet, og derfor er det behov for å se på nødvendige endringer i grunnopplæringen (Utdanningsdirektoratet, 2018). Denne endringen i skolens fag kalles Fagfornyelsen. Dybdelæring er blitt et sentralt begrep i denne prosessen gjennom Ludvigsenutvalget sine utredninger om fremtidens skole. Revidering av det tidligere læreplanverket, Kunnskapsløftet, er satt i gang, og ulike grupper jobber med utvikling av nye læreplaner som, i fellesfagene, skal tre i kraft fra høsten 2020. De nye læreplanene fokuserer blant annet på å fremme dybdelæring i de ulike fagene, og dybdelæring er også kommet inn i den nye overordnede delen av læreplanen under kompetanse i å lære. Tverrfaglige tema demokrati og medborgerskap, bærekraftig utvikling, folkehelse og livsmestring er viktige punkt i Fagfornyelsen.

Allerede før fagfornyelsen i kjemi 1 er i gang, har Gyldendal tatt det nye slagordet inn i en revisjon av læreverket. Forlaget skriver at de har oppdatert både det faglige og det pedagogiske uttrykket til verket slik at det blir «lettere å se sammenhenger, jobbe med dybdelæring og oppnå god fagforståelse i kjemi» (Gyldendal).

Dybdelæring er et høyt aktuelt tema innenfor utdanning. Hvordan jeg, som nært forestående lærer, kan legge til rette for dybdelæring i klasserommet var derfor et veldig spennende tema å ta tak i. I denne oppgaven ønsker jeg å klargjøre begrepet dybdelæring, og konkretisere grep som kan sannsynliggjøre dybdelæring i kjemiundervisningen.

1.2 Avgrensning og problemstilling

Problemstillingen i oppgaven er:

På hvilken måte kan endringene gjort i den reviderte utgaven av AQUA 1 støtte opp om elevers dybdelæring?

Lærebøker brukes av lærere i planleggingsfaser, i timer og er et sentralt læremiddel for elever i norsk skole (Gilje, 2016). Tradisjonelt er lærebøkene i kjemi bygget opp ved at kapittelet starter med de relevante læreplanmålene for det kommende kapittelet, før det underveis er delt opp i teorifylte delkapitler med eksempler på utregninger, bilder og figurer. I slutten av et kapittel står en oppsummering og hva elevene bør kunne etter kapitlet er gjennomgått. Oppgaver er enten plassert i en egen plass i grunnboken, i en adskilt studiebok, eller i en digital ressurs tilhørende læreverket. Nytt i den reviderte utgaven av grunnboken, AQUA 1, er at tre ulike spørsmålstyper er lagt inn i kapitlene.

Oppgavens problemstilling er relatert til et nytt felt som har oppstått i forbindelse med Fagfornyelsen, og denne problemstillingen skal undersøkes ved følgende tre forskningsspørsmål:

1. Hva krever de nye tilleggene i AQUA 1 fra elevene?
2. På hvilke måter kan tilleggene brukes i kjemiundervisningen?
3. I hvilken grad kan tilleggene bidra til dybdelæring?

Det første forskningsspørsmålet handler i hovedsak om å vurdere plassering og hvilken kunnskap tilleggene etterspør. I det andre og tredje forskningsspørsmålet skal tilleggene knyttes til den didaktiske teorien angående bruk og læringspotensial, der det tredje spørsmålet også skal besvares ut fra teori om dybdelæring.

1.3 Oppgavens struktur og gjennomføring

Strukturen i oppgaven er følgende: forord, innledning, teori, metode, analyse, diskusjon og konklusjon.

Dybdelæring er et nytt begrep, og forskning på dybdelæring er begrenset, noe som påvirker det teoretiske grunnlaget tilgjengelig for oppgaven. For å gi en innsikt i prosessen som har ledet frem til at dybdelæring blir brukt forlaget Gyldendal, omhandler første del av teorien hvordan debatten rundt dybdelæring har kommet inn i norsk utdanningspolitikk. Her blir utredninger (NOU 2014: 7; NOU 2015: 8) og stortingsmelding (Kunnskapsdepartementet, 2015-2016) angående fagfornyelsen lagt frem. Utredningene, og stortingsmeldingen ledet videre til referanser fra den vitenskapelige diskusjonen rundt dybdelæring, som blir lagt frem i andre delen av teorien (Bransford, Brown, & Cocking, 2000; Marton & Säljö, 1976; National Research Council, 2012; Ohlsson, 2011; Sawyer, 2006). I tillegg til referansene fra utredningene blir også nyere litteratur fra de to siste årene anvendt for å vise hvordan dybdelæring har blitt tatt videre av ulike skoleforskere og lærere (Fullan, Quinn, & McEachen, 2018; Østern, Dahl, Strømme, Petersen, Østern, Selander, 2019). Den tredje delen av teorikapittelet er pedagogisk og didaktisk teori (Pettersen, 2017; Thorsheim, Kolstø, & Andresen, 2016; Windschitl, Thompson, & Braaten, 2018).

Fokus på et læremiddel i forbindelse med dybdelæring er så langt jeg har sett, ikke gjort tidligere. På grunn av dette måtte tilleggene i læreboken analyseres ut fra etablert didaktisk teori. Basert på prinsipper fra det teoretiske grunnlaget som ble bygget rundt dybdelæring ble det identifisert metoder som kunne sannsynliggjøre at elevene utviklet de aktuelle kompetansene i undervisningen. Problembasert læring (PBL) er en generell pedagogisk modell, som ble valgt ut på bakgrunn av at den blir nevnt flere steder i litteraturen angående dybdelæring. Ambitious science teaching (AST) ble valgt da dette er en konkret didaktisk metode i naturfag som fokuserer på hvordan elever skal oppnå forståelse i faget. I tillegg ble teori om elevers faglige samtaler, fra boken *Erfaringsbasert læring*, også benyttet i analysen.

Etttersom læreboken er såpass ny, var det ikke mulig å hente inn empiri som kunne analyseres. Jeg er takknemlig for en lærer som hadde den reviderte utgaven av boken bidro med interessante og relevante erfaringer fra bruk av tillegg i kapittel 7, noe som bidro til at dette kapittelet ble valgt ut for analysen av de konkrete spørsmålene.

2. Teori

2.1 Dybdeløring i norsk skolepolitikk

I juni 2013 oppnevnte regjeringen Stoltenberg II et utvalg ledet av professor Sten Ludvigsen. Utvalget fikk i oppdrag å gjennomgå den norske grunnopplæringsens fag og innhold, sett opp mot krav til kompetanse i et fremtidig samfunns- og arbeidsliv (Kunnskapsdepartementet, 2015-2016, s. 15). Dette resulterte i to offentlige utredninger; *Elevenes læring i fremtidens skole- et kunnskapsgrunnlag* (NOU 2014: 7) og *Fremtidens skole — Fornyelse av fag og kompetanser* (NOU 2015: 8). Sentralt i begge utredningene er behovet for å legge vekt på det utvalget kaller *dybdeløring*. Denne anbefalingen ble fulgt opp i stortingsmeldingen *Fag – Fordypning – Forståelse - En fornyelse av Kunnskapsløftet* som ble godkjent i 2016 og begrepet har siden da satt sitt preg på debatten om fremtidens norske skole.

2.1.1 NOU 2014 og NOU 2015: Ludvigsen-utvalget

Kompetanser for fremtiden

I Kunnskapsløftet ble det innført en kompetansebasert læreplan, hvor grunnleggende kompetanser og ferdigheter ble vektlagt. Et av hovedpunktene i Ludvigsen-utvalgets delutredning fra 2014 er en innføring av et bredt kompetansebegrep, som åpner opp for flere sider av elevenes læring enn tidligere. Kompetanse handler ifølge utvalget om å kunne løse oppgaver og møte utfordringer i ulike sammenhenger, og inkluderer både kognitive, praktiske, sosiale og emosjonelle sider ved elevenes læring. Dette innebærer også holdninger, verdier og etiske vurderinger (NOU 2014: 7, s. 8) (NOU 2015: 8, s. 14). Utvalget begrunner inkluderingen av sosiale og emosjonelle sider med at disse kan bidra positivt til elevens læringsresultater, og at informasjon om blant annet elevens samarbeidskompetanse er begrenset i skolen nå. Inkluderingen belyser også skolens brede samfunnsoppdrag som handler om mer enn at elever skal få faglig kompetanse. Utvalget peker til forskning som tyder på at elever med svake skoleprestasjoner har stort utbytte av systematisk jobbing med sosiale og emosjonelle kompetanser (NOU 2014: 7, 2014, s. 10).

Teknologiutvikling, globalisering, kulturelt mangfold og demokrati, klima og miljø og den raske utviklingen i kunnskapssamfunnet, er alle utviklingstrekk som preger hva som vil være viktig å ha kunnskap om i fremtiden (NOU 2014: 7, 2014, s. 12). Ludvigsen-utvalget kommer i hovedutredningen med fire kompetanseområder de mener må bli satt fokus på med tanke på framtidig samfunns- og arbeidsliv (NOU 2015: 8, 2015, s. 8):

- fagspesifikk kompetanse
- kompetanse i å lære
- kompetanse i å kommunisere, samhandle og delta
- kompetanse i å utforske og skape.

Fagspesifikk kompetanse innebærer de sentrale metodene, tenkemåtene, begrepene og prinsippene et fag består av. Kompetanse i å lære gjør elever bedre rustet til å løse problemer på en reflektert måte. Derfor må metakognisjon og selvregulert læring bli lagt vekt på i alle fag. Kommunikasjon, samhandling og deltagelse er viktig for samfunnsdeltagelse og bør være i fokus i undervisningen. Kompetanse i å utforske og skape omhandler problemløsning, kritisk tenking, kreativitet og innovasjon, som alle er viktige ferdigheter for å håndtere fremtidige samfunnsutfordringer (NOU 2015: 8, 2015, ss. 9-10). Dersom man legger til grunn utvalgets definisjon på kompetanse, kan det sies at de tre andre kompetanseområdene også er inkludert i fagspesifikk kompetanse. For å lære noe faglig, behøves det at elevene kan lære, kommunisere og utforske, men samtidig legger utvalget vekt på viktigheten av å utvikle kompetansene hver for seg. De anbefaler en fornyelse av skolefagene som reflekterer behovet for å utvikle kompetanser fra de fire områdene.

Dybdelæring

Ifølge utvalget er det sentrale med kompetanse at man skal kunne anvende kunnskap i nye sammenhenger og til å løse nye problemer. Det er her dybdelæring kommer inn (NOU 2015: 8, 2015, s. 10).

Dybdelæring handler ifølge utvalget om at:

Elevene gradvis utvikler sin forståelse av begreper og sammenhenger innenfor et fagområde. Det handler også om å forstå temaer og problemstillinger som går på tvers av fag- eller kunnskapsområder. Dybdelæring innebærer at elevene bruker sin evne til å analysere, løse problemer og reflektere over egen læring, til å konstruere helhetlig og varig forståelse. (NOU 2014: 7, 2014, s. 35)

Utvalget bringer også opp begrepet overflatelæring, som en kontrast til dybdelæring. Overflatelæring handler om at kunnskapen som læres ikke blir satt i en større sammenheng, og knyttes til et syn på læring som kunnskapsoverføring fra læreren til eleven (NOU 2014: 7, 2014, s. 35). Utvalget henviser til forskningsfunn som viser at dybdelæring har varig og positiv

innflytelse på hvordan elevene handler, tenker, føler og ser på seg selv som lærende individer. De legger vekt på at dybdelæring er helt avgjørende for faglig utvikling, varig læring og mestring over tid (NOU 2014: 7, 2014, s. 11).

Dybdelæring sammenlignes med utviklingen fra nybegynnere til eksperter. Ludvigsen-utvalget påpeker at det er dybdeforståelse som ligger til grunn for at eksperter kan tolke og trekke slutninger ut av ny informasjon, dette ved å knytte de nye ideene til informasjon som allerede er kjent (NOU 2014: 7, 2014, s. 35). Fagspesifikk kompetanse kan knyttes direkte til utviklingen av ekspertkompetanse, mens de tre andre kompetanseområdene er mer generelle. Et kriterium for å oppnå dybdelæring er at elevene må få nok tid til å jobbe med begreper for å gradvis utvikle forståelse av dem. Utvalget sier også at dybdelæring ikke er «dybde i alt for alle», men at elevene kan ha ulike behov for hva de fordypet seg i, og hvordan de fordypet seg, som også handler om å kunne tilpasse opplæringen for den enkelte elev (NOU 2015: 8, 2015, s. 41). Utvalget legger også vekt på at lærernes fagdidaktiske kunnskap er avgjørende for progresjon i faget, og dermed også for dybdelæring (NOU 2015: 8, 2015, s. 42).

2.1.2 Meld. St. 28 Fag-Fordypelse- Forståelse

15. april 2016 ble meldingen om fagfornyelsen godkjent av stortinget. Kunnskapsdepartementet har lagt vekt på flere av Ludvigsenutvalget sine forslag og anbefalinger, men ikke alle. Blant de anbefalingene som er tatt videre er behovet for dybdelæring. Definisjonen av dybdelæring lyder følgende fra stortingsmelding 28:

«Dybdelæring betyr at elevene gradvis og over tid utvikler sin forståelse av begreper og sammenhenger innenfor et fag. Overflatelæring, som legger vekt på innlæring av faktakunnskap uten at kunnskapen settes i sammenheng, står i kontrast til dybdelæring. Elevenes læringsutbytte øker når de gjennom dybdelæring utvikler en helhetlig forståelse av fag og ser sammenhengen mellom fag, samt greier å anvende det de har lært, til å løse problemer og oppgaver i nye sammenhenger» (Kunnskapsdepartementet, 2015-2016, s. 14)

Departementet vurderer at for å oppnå dybde, kreves det et bevisst samspill mellom bredde og dybde i undervisningen. For stor bredde kan føre til for lite tid til å gå i dybden, som da kan resultere i at elevene bare lærer på overflaten. Departementet begrunner likevel viktigheten av bredde med at elevene må kunne sette kunnskapen inn i en større sammenheng, for å få en helhetlig forståelse av hva fagområdet innebærer. Dette kan også hjelpe elevene til å forstå

relevansen av det de lærer, som igjen er en viktig motivasjonsfaktor (Kunnskapsdepartementet, 2015-2016, s. 33).

Som nevnt tidligere, så Ludvigsenutvalget det som nødvendig å inkludere sosiale og emosjonelle sider ved elevenes læring i definisjonen av kompetanse. I høringsinstansene derimot, oppsto det uenigheter angående hvorvidt sosiale og emosjonelle deler av læring burde inkluderes i kompetansebegrepet. Utdanningsforbundet argumenterte med at sosiale og emosjonelle kompetanser er så viktige for elevene at de bør innlemmes i fagene, både som forutsetninger for læring og i undervisningsvurdering. Andre er derimot bekymret for at skolen skal ha en for målrettet og instrumentell tilnærming til å styre elevenes emosjonelle og sosiale utvikling. Det er også bekymringer knyttet til om det brede kompetansebegrepet bidrar til «underkommunisering» av viktigheten av å tilegne seg faglig kunnskap. I departementets definisjon av kompetanse er de sosiale og emosjonelle sidene utelatt. (Kunnskapsdepartementet, 2015-2016, ss. 27-28).

At læreplaner og kompetansemål har et omfang som gir tilstrekkelig tid til fordypning er viktig for å legge til rette for elevenes dybdelæring. Departementet tar i likhet med Ludvigsen-utvalget tak i utfordringen med stofftrengsel i skolen, og foreslår at det bør gjøres en prioritering av fagenes sentrale deler, som departementet kaller *kjerneelementer*. Dette består av sentrale begreper, metoder, tenkemåter, kunnskapsområder og uttrykksformer i faget (Kunnskapsdepartementet, 2015-2016, ss. 33-34).

Sammendrag

Av Ludvigsenutvalget sine utredninger er evalueringen at norsk skole bærer for stort preg av overflatelæring, og har behov for et større fokus på dybdelæring. Resultatet av dybdelæring er at elever utvikler en helhetlig og varig forståelse innenfor et fag eller på tvers av fag. Elevene oppnår dermed anvendbar kunnskap som kan overføres til nye situasjoner. Dybdelæring er derfor viktig for å tilegne seg kompetanser som blir viktige i fremtiden. Kunnskapsdepartementet har inkludert behovet for dybdelæring i undervisningen i sin utforming av fagfornyelsen. De har også snakket om spenningsforholdet mellom å legge vekt på dybde i undervisning, samtidig som den må være bred nok til at man kan se sammenhenger innenfor fag og på tvers av fagfelt. Deres konklusjon er at det må bli lagt vekt på kjerneelementer i fagene. Dybdelæring forutsetter tid til å gå i dybden, tydelig progresjon i faget og læreres fagdidaktiske kunnskap. Utvalget legger klart frem hva resultatet av dybdelæring er,

men med unntak av at det er en prosess er det fortsatt uavklart hvordan dybdelæring kan oppnås i undervisning. Dette skal undersøkes grundigere videre i de følgende delkapitlene.

2.2 Dybdelæring, en begrepsavklaring

Begrepet dybdelæring, slik det blir brukt i Ludvigsen-utvalgets utredninger, er basert på teori fra ulike kilder om hvordan elever lærer. I den internasjonale litteraturen blir begrep som «deep learning», «deeper learning», «deeper understanding» eller «deeper conceptual knowledge» brukt. For de to første begrepene er dybdelæring den mest logiske norske oversettelsen. De to siste kan bedre oversettes med dybdeforståelse. Litteraturen brukt i denne oppgaven gjør ikke en tydelig forskjell mellom disse begrepene dermed oversettes det med dybdelæring.

Hovedvekten av teorien jeg har valgt å legge frem i følgende del, er valgt ut på bakgrunn av kilder som går igjen fra artikler og utredninger. Jeg har inkludert bidrag fra norske og internasjonale kilder, og også «policy» litteratur fra USA. Sentralt er «the science of learning», som er en samlebetegnelse på kognitiv læringsforskning. I tillegg er det også tatt med bidrag som fokuserer på sosiale og emosjonelle perspektiv. Kilder som viser til konkrete praksiser har blitt vektlagt, og konkrete eksempler på hvordan forfattere mener dybdelæring kan realiseres blir presentert. Ved å legge frem denne litteraturen ønsker jeg å tydeliggjøre likheter og forskjeller mellom dybdelæring slik det er beskrevet i norske styringsdokument og andre kilder.

Historisk opprinnelse

Å omtale dybde i sammenheng med læring er ikke noe nytt. Flere forskere begynte på 1970-tallet å studere hvordan elever faktisk lærer, og «the science of learning» ble født. Fra at læring tidligere ble sett på som en overføring av et sett av fakta og prosedyrer fra læreren og inn i elevenes hode, ble det på grunn av blant annet teknologiutvikling ikke lenger like viktig å kunne memorere fakta og prosedyrer. Det ble derfor et behov for å forstå hvordan elever kunne oppnå dypere forståelse av komplekse konsept og jobbe med dem for å komme på nye ideer, produkt, teorier og ny kunnskap (Sawyer, 2006, ss. 1-2).

Roger Säljö og Ference Marton var noen av de første som benyttet begrepene dybde og overflate i tilknytning til læring. Dette var i forbindelse med et forskningsprosjekt ved universitetet i Göteborg på midten av 1970-tallet. De utførte en undersøkelse, der målet var å se på hva studentene satt igjen med etter at de hadde lest en akademisk tekst. Fokuset var ikke hvor mye de lærte, men hva de lærte. Funnene viste et klart skille mellom studentene som prosesserte teksten på overflatenivå (surface-level processing) kontra de som prosesserte på dybdnivå

(deep-level processing) (Marton & Säljö, 1976, s. 7). De som tilnærmet seg teksten på et overflatenivå var opptatt av å lære selve teksten, for å kunne reprodusere mest mulig faktakunnskap, og hadde problemer med å svare når de fikk spørsmål om forfatterens mening om noe. De som derimot prosesserte teksten på et dypt nivå, fokuserte på hva intensjonen med teksten var og hva forfatteren ønsket si (Marton & Säljö, 1976, ss. 7-8).

På 1990-tallet begynte forskere å få en felles forståelse av noen grunnleggende fakta om hvordan elever lærer. Viktigheten av dypere forståelse av konsepter, fokus på studenters læringsprosesser, skapelse av gode læringsmiljø, bygging av ny kunnskap på elevers tidligere forståelse, samt refleksjon over egen læring var blant konklusjonene om hvordan elever lærer (Bransford et al., 2000, ss. 238-247). Et av de viktige forskningsområdene var forskjellen mellom nybegynnere og eksperter. Ikke fordi det er forventet at elever skal bli eksperter på skolen, men ved å studere eksperter kan man se hvordan vellykket læring ser ut. Forskningen viste at det ikke er generelle ferdigheter som hukommelse eller intelligens, heller ikke bruken av generelle strategier som skiller nybegynnere fra eksperter. Eksperter tilegner seg omfattende kunnskap og organiserer denne slik at det påvirker hva de legger merke til og hvordan de organiserer, representerer og tolker ny informasjon. Dette påvirker også evnen til å huske, resonnere og løse problemer (Bransford et al., 2000, s. 31).

Viktigheten av å bygge ny kunnskap på elevers tidligere kunnskap baserer seg på teorier om overføring; «transfer». Med overføring av kunnskap, tenker man mest på å kunne overføre det du har lært i en situasjon til en annen for eksempel fra matematikktimen til kjemitimen. Bransford (2000) ser på all læring som overføring fra tidligere erfaringer. Dette begrunnes i at selv de første stegene når elevene skal lære noe nytt er basert på kunnskapen som elevene tar med seg inn i klasserommet, altså en overføring (Bransford et al., 2000, s. 68). Dette vil ha viktige implikasjoner for undervisningen. Et at de viktige punktene er at elever kan ha forkunnskaper som ikke er «aktivert», men som kan være relevant for lærings situasjonen. Det er da viktig for læreren å aktivere elevenes forkunnskap, for å bidra til å knytte faget sammen med erfaringer elevene har fra hverdagslivet. Et annet viktig punkt er at det ikke er utelukkende positivt å bygge på elevenes forkunnskaper. Elevene kan misforstå ny informasjon på grunn av forkunnskapen de bruker for å konstruere ny kunnskap. Dersom elevene konstruerer en representasjon av nye konsept, som er sammenhengende for dem, og misforstår dypt vil de ikke klare å se dette. Det er derfor viktig at lærere strever etter å gjøre elvers læring synlig (Bransford, et al., 2000, ss. 68-71).

I følge Sawyer (2006) er det flere kognitive kjennetegn på dybdelæring. Elevene må relatere nye ideer og begreper til egne forkunnskaper og erfaringer, og integrere kunnskapen i sammenhengende begrepssystemer («interrelated conceptual systems»). Det innebærer også at elevene ser etter mønster og underliggende prinsipper, samt at de evaluerer nye ideer og relaterer dem til konklusjoner. Det kreves også at elevene forstår hvordan kunnskap blir til gjennom dialog, at de vurderer kritisk hvor logisk et argument er og at de reflekterer over egen forståelse og læring (Sawyer, 2006, s. 4). Dybdelæring fører til at kunnskap kan brukes i ukjente situasjoner og modifiseres for nye situasjoner (Sawyer, 2006, s. 2).

En sentral metode for at elever lærer dypt, er når de kan ta del i autentiske oppgaveløsninger. Dette er oppgaver som kan kobles til aktiviteter som eksperter utfører i en disiplin, men som er tilpasset til elevens nivå (Sawyer, 2006, s. 5).

Dybdelæring og overflatelæring kan sees på som et skille mellom tradisjonell undervisning og moderne undervisning med vekt på forståelse, og kan fort bli satt opp som kontraster til hverandre. I et slikt perspektiv representerer som regel dybdelæring den gode læringen, og overflatelæring den mindre gode eller mindre nyttige læringen. Basert på teorien vil det gi mer mening å se på det som noe som beskriver to ytterpunkter av læring. Dette betyr ikke at de er urelaterte til hverandre. Noe som fører til overflatelæring, kan så føre videre til dybdelæring, og det er læring som både kan ha overflate og dybde ved seg.

Defining Deeper Learning and 21st Century Skills

Arbeid gjort av National Research Council, videre NRC, ligger til grunn for utdanningsreformer i USA, og flere andre land benytter seg av dette arbeidet, blant andre Ludvigsen-utvalget. I boken «Education for life and work: developing transferable knowledge and skills in the 21st century» blir det lagt frem arbeid gjort av en komité som fikk i oppdrag å definere dybdelæring og kompetanser for det 21. århundre (National Research Council, 2012).

Dybdelæring blir definert som prosessen hvor et individ blir i stand til å bruke det som er lært i én situasjon, i nye situasjoner. «The product of deeper learning is transferable knowledge, including content knowledge in a domain and knowledge of how, why, and when to apply this knowledge to answer questions and solve problems» (National Research Council, 2012, s. 5). De velger å bytte ut ferdigheter (skills) med kompetanser, for å tydeliggjøre sitt syn på at ferdigheter og kunnskap er sammenflettet. Ifølge NRC har kompetanse tre domener: et kognitivt domene, et intra- og et inter-personlig domene og disse tre er sammenflettet i menneskers utvikling og læring (National Research Council, 2012, ss. 21-22).

Det påpekes at dybdelæring er en prosess, både innenfor individuelle kognitive prosesser og gjennom sosiale interaksjoner i et samfunn. Læringsutbyttet av prosesseringen er kompetanser for det 21. århundre (National Research Council, 2012, s. 75). NRC er obs på at overføring av kunnskap og ferdigheter til nye situasjoner er en utfordring.

[T]he history of research on transfer suggests that there are limits to how far the knowledge and skills developed through deeper learning can transfer. Transfer is possible within subject area or domain of knowledge, when effective instructional methods are used. (National Research Council, 2012, s. 83)

Å kunne overføre kunnskapen man har lært til nye situasjoner er blitt sett på som det karakteristiske med dypere læring.

NRC mener at det mangler god forskning på hvordan denne overføringen kan læres, men de har samlet noen dokumenterte metoder som har vist positiv utvikling for overførbar kunnskap. Dette inkluderer bruk av flere og varierte representasjoner av konsept som for eksempel grafer og modeller, og oppgaver som oppfordrer elevene til å utdype, stiller spørsmål ved det de leser og forklare tema for seg selv. Det å engasjere elever i utfordrende oppgaver med støttende veiledning og kontinuerlige tilbakemeldinger har vist seg å være til fordel for dypere læring hos nybegynnere. I undervisning av prosedurale ferdigheter, er det viktig med nøye forklarte eksempler og caser. Deretter kan man ta bort mer og mer av forklaringene ettersom elevene har fått mer øving i prosedyrene. Å jobbe med elevenes motivasjon er grunnleggende, og her er det viktig å fokusere på at det er innsats og ikke evner som gjelder. At elever forstår og tror på at intelligens er foranderlig, ikke fiksert, er veldig viktig for motivasjonen. Dybdelæring øker når formativ vurdering blir brukt til å formidle klare læringsmål til elevene, kontinuerlig oppfølging og inkludering av eleven i egenvurdering og vurdering av medelever (National Research Council, 2012, ss. 161-166).

«Deep learning hypothesis»

Stellan Ohlsson er professor i psykologi med mye erfaring også innenfor informatikk. Ohlsson sin hypotese om dybdelæring handler om at mennesker har utviklet evnen til å undertrykke tidligere erfaringer og overstyre konklusjoner basert på disse. Denne overstyringen krever en dyp kognitiv forandring som blir mulig ved tre prosesser. Disse prosessene er kreativitet, adaptasjon og konversjon (Ohlsson, 2011, s. 21). Selv om Ohlsson går inn på mange spørsmål som ikke er relevant for denne oppgaven, inneholder den noen interessante ideer som kan utdype diskusjonen rundt dybdelæring.

Den første prosessen for dybdelæring er kreativitet. Denne prosessen er grunnleggende for at ny kunnskap skal oppstå, og for å finne løsninger på nye problem. Kombinering, akkumulering og restrukturering av tidligere kunnskap, er noe som kan føre til nye oppdagelser (Ohlsson, 2011, ss. 59-84).

Adaptasjon er den andre prosessen, og handler om tilpassing av kunnskap til nye situasjoner. Kompetansevekst mot en ekspertkompetanse, er en av de sentrale delene av adaptasjon. Ohlsson legger frem tre karakteristiske trekk med ekspertkompetanse; størrelsen av kunnskapsbasen, hvor spesifisert domenet er og fleksibilitet (Ohlsson, 2011, ss. 268-274)). Adaptasjon handler om å kunne lære av feil og overføre kunnskap i nye situasjoner. Dette er som beskrevet tidligere et sentralt poeng både for Ludvigsen-utvalget og andre som snakker om dybdelæring. «Students are forever disappointing their teachers by not applying the knowledge they have learned - or seem to have learned - to novel problems for which that knowledge is important» (Ohlsson, 2011, s. 236). Forskere snakker om “inert knowledge” som er kunnskap man kan uttrykke, men ikke bruke, og noen lærere har foreslått at dersom elevene skal kunne overføre det de har lært, må de lære akkurat hvilke situasjoner de kan bruke den i. Ohlsson mener dette er et veldig pessimistisk syn på menneskelig fleksibilitet (Ohlsson, 2011, s. 236). Dersom man har løst et spesifikt problem, kan utfordringen bli å overføre denne kunnskapen til et nytt problem. Dette er fordi reglene som er brukt er så spesifikke at de bare passer til den opprinnelige oppgaven. Hvis man derimot har mer generelle regler for problemløsningen, kan dette lettere overføres til nye, ukjente problemer. I en overføringssituasjon må det adaptivt arbeid inn mellom settet av nye regler som skal brukes og de reglene eleven kan fra før. Hvor mye som må gjøres av denne typen arbeid handler om hvor fjernt reglene som må brukes, ligger fra de mer generelle reglene. Ohlsson mener at problemet med transfer egentlig ikke er et annet problem en læring (Ohlsson, 2011, ss. 236-245).

Konversjon handler om omdannelse fra en overbevisning til en annen. Elever må først bli misfornøyd med den teorien de har i forkant før de kan tilegne seg den teorien som f.eks. naturfagslæreren vil lære bort. Ohlsson diskuterer at bruken av kognitiv konflikt ikke nødvendigvis fører til at eleven endrer sine feilaktige antagelser (Ohlsson, 2011, s. 324). Elevene må overkomme hjernens motstand mot forandring, og det skjer ikke automatisk ved introduksjon av en kognitiv konflikt. Konversjon skjer når en persons tillit til den nye teorien har blitt større enn tilliten til den iboende teorien, noe som krever refleksjon over hvorfor man tenker som man gjør (Ohlsson, 2011, s. 342). Å tro på noe kan innebære flere ulike dimensjoner av tillit. Man kan være sikker, tenke at noe er mulig, sannsynlig, usikker, ubestemt osv. Å få

frem graden av sikkerhet på et utsagn kan hjelpe elever å evaluere og revidere det de tror (Ohlsson, 2011, s. 330).

Deep learning: engage the world change the world

Michael Fullan er en anerkjent autoritet på utdannings-reformer. I boken *Deep Learning: Engage the world change the world* fra 2018 fremstilles et systemisk perspektiv på dybdeløring. Her er fokuset på å endre hele skolesystemet fra elever og lærere til skoleledere, foreldre og andre aktører. Dybdeløring betegnes som prosessen med å skaffe seg de seks globale kompetansene; kreativitet, kritisk tenkning, karakter, medborgerskap, kommunikasjon og samarbeid (Fullan et al., 2018, s. 41). På samme måte som det er gjort i de norske utredningene, er disse kompetansene valgt på bakgrunn av hva som vil være viktig i et fremtidig samfunnsniv. Ifølge Fullan er det fire elementer som inngår i utviklingen av dybdeløring: pedagogiske praksiser, lærende partnerskap, læringsmiljøer og bruk av digitale ressurser (Fullan et al., 2018, s. 92).

«Likehetshypotesen» er et av de sentrale argumentene for hvorfor man skal prioritere dybdeløring. Dybdeløring er nødvendig for alle, men for fremmedgjorte og understimulerte elever i tradisjonelle skoler kan det være ekstra fordelaktig. «Det er helt nødvendig å fjerne forskjeller og heve elevenes ferdigheter og kompetanse gjennom de teknikkene som utgjør dybdeløring» (Fullan et al., 2018, s. 50). Dette henger også sammen med viktigheten av trivsel for å lære. Her er både kognitiv, fysisk, sosial og emosjonell utvikling viktig. Det legges vekt på at barn lærer best i et miljø som anerkjenner forbindelsen mellom kognitiv og emosjonell utvikling (Fullan et al., 2018, ss. 48-49).

Boken gir ikke en konkret beskrivelse av hvordan dybdeløring kan utvikles i klasserommet. Det handler ifølge forfatterne om å se på de effektive pedagogiske praksisene med «dybdebriller» (Fullan et al., 2018, s. 121). Problembasert læring (PBL) og utforskende arbeidsmetoder blir i boken nevnt som gjengående pedagogiske modeller for dybdeløring. Men boken sier at det ikke kan settes likhetstegn mellom dybdeløring og PBL. Dybdeløring handler ikke om en spesifikk modell for undervisning, men er forankret i et bredt spekter av læringspraksiser. «Dybdeløring er en prosess som medfører at elevene tar i bruk mer kompleks tenking og arbeider kreativt for å løse gåtefulle problemer» (Fullan et al., 2018, s. 75).

Et eksempel på undervisningsopplegg for å støtte dybdeløring er en klasse i Finland. Klassen ble gitt i oppgave å velge ut et lite område i en skog og studere det nærmere over tid ved å ta bilder og gjøre notater og målinger. Elevene brukte digitale hjelpemidler, og intervjuet eksterne

eksperter via Skype. Elevene utforsket sitt lille område, og fikk gjennom det innsikt som ikke kunne kommet fra en lærebok. De lærte å se en velkjent skog med nye øyne og fikk større forståelse av de skjøre artene som bor der. Lærerne erfarte at elevene trivdes og blomstret når de fikk ansvar og valgmuligheter, og avsluttet eksempelet med å si at nysgjerrighet er et instinkt og dybdelæring er naturlig (Fullan et al., 2018, s. 131).

Dybde//læring

Flere norske forskere, didaktikere og lærere har blitt engasjert av debatten om dybdelæring. Noen av disse har forvandlet begrepet dybdelæring til dybde//læring, for å gi «dybde» en annen betydning enn det Ludvigsen-utvalget har gitt det (Østern, et al., 2019, s. 41). De mener at forbindelsen mellom kognitiv læringsteori og dybdelæring må forstyrres, og det er det de visuelt har gjort med å sette // mellom ordene. Gjennom det flerfaglige prosjektet *200 milliarder og 1*, ønsket forfatterne av boken *Dybde//læring* å undersøke om dybdelæring er noe mer enn definisjonen Ludvigsenutvalget har av begrepet (Østern, et al., 2019, s. 29). Forfatterne mener at denne definisjonen i for liten grad inneholder en kroppslig innfallsvinkel, og fokuserer for mye på at læring bare er kognitivt. Dybde//læring er en flerfaglig, relasjonell og skapende tilnærming til læring. (Østern, et al., 2019, s. 43). De spør seg selv om dybdelæring og overflatelæring er hverandres motsatser, og hva det er ved begrepet som gjør det så ettertraktet.

Forfatterne snakker om læring som performativ, som skapelse, ikke som tilegnelse. «Vi kan si at denne skapingen har en dybde ved seg fordi den ikke kan skje uavhengig av det kroppslige og emosjonelle og ikke av det kognitive» (Østern, et al., 2019, s. 53). De mener at dybden i læringen ikke handler om å tenke grundigere på kognitive prosesser, men å trekke kroppen med i læringsprosessen. Det handler om å få kroppen med på laget for å få fram følelsene som får elevene til å ville lære. Relasjoner, stemninger og kommunikasjon mellom lærere og elever skapes på kroppslig vis og har direkte innvirkning på læring (Østern, et al., 2019, s. 50).

Forfatterne mener at dybdelæring er begrenset fordi det kognitivistiske læringssynet preger ideene, og de spør seg om begrep som er utviklet i forbindelse med studenters læringsstrategier i høyere utdanning kan gjelde for barn i skolealder (Marton & Säljö, 1976). Selv om Ludvigsen-utvalget inkluderer elevens sosiale og emosjonelle utvikling, mener de at utvalget ikke viser egenverdiene i disse, men bare som et middel for den kognitive utviklingen. De mener at ingenting i det utvalget sier om dybdelæring handler om å forklare hvorfor «dybde» må være med. Snakker de ikke bare om vanlig læring? (Østern, et al., 2019, ss. 43-45)

De foreslår at dybde//undervisning er undervisning med et sanselig didaktisk design med vekt på dramaturgiske perspektiver i didaktisk kontekst. Dramaturgi handler om å komponere og skape sammenheng, og i en didaktisk kontekst handler det om å reflektere over hva som er det viktigste i undervisningen, og der man ønsker mest involvering og engasjement av elevene. Meningsskaping blir aktualisert når det er dramaturgisk tenkning som veileder undervisningsplanleggingen (Østern, et al., 2019, s. 72). Både elever og lærere sanser, tenker, relaterer, engasjeres, utfordres, beveger seg og blir beveget mens de skaper kunnskap og lærer sammen (Østern, et al., 2019, s. 75). *200 milliarder og I* var et tverrfaglig prosjekt der naturfag, religionsfag og kunsthøgskole ble forsøkt kombinert. Det ble aktivt forsøkt med et sanselig didaktisk design og inkludering av dramaturgiske perspektiver. I praksis innebar prosjektet at de undersøkte begrep som liv, død, forrættelse, følelser og kunst. Dette inkluderte tverrfaglig arbeid med religiøse og filosofiske perspektiver på temaer, etiske perspektiver på den naturfaglige delen og filosofisk samtale i klasserommet rundt temaene. Da de ett år etter prosjektet intervjuet tolv av elevene, kom det frem at alle kunne gjengi detaljert kunnskap fra ulike deler av prosjektet, og flere koblet også filosofiske perspektiver til naturfaglige.

2.3 Oppsummering og fokusering av dybdelæring

Alle kilder som er nevnt i denne oppgaven ser på dybdelæring som et komplekst konstrukt. De legger imidlertid forskjellig vekt på ulike aspekter. For det første er dybdelæring ikke noe nytt, men har blitt diskutert gjennom flere tiår. Noen av diskusjonene fokuserer på hvordan dybdelæring ser ut i klasserommet, andre vektlegger de kognitive prosessene, og noen ser mest på de sosiale og emosjonelle sidene ved læring.

På bakgrunn av teorien som er lagt frem konkluderer jeg med at dybdelæring er en prosess. Dette blir ofte diskutert i lys av det konkrete produktet; dybdeforståelse, som også er målet med dybdelæring. Dybdeforståelse handler om at elevene skal huske og kunne bruke det de lærer. For at elevene skal kunne oppnå dybdeforståelse kreves det en undervisning som tilrettelegger for dybdelæring. Det er vanskelig å beskrive dybdelæring konkret, ettersom det ikke er en bestemt undervisningsmetode som kan implementeres i klasserommet, men består av et variert utvalg av didaktiske og pedagogiske tilnærminger. Læring kan man gjøre ved å pugge, memorere og løse oppgaver som har faste prosedyrer, men det betyr ikke at man forstår det man holder på med, og dybdelæring skiller seg på dette viset fra læring. Dybdelæring er ikke det samme i alle fag. Derfor er didaktiske metoder som er relevant for kjemiundervisning valgt.

2.4 Undervisningstilnæringer som bygger forståelse

For å kunne knytte dybdelæring direkte til det som skjer i klasserommet, og til endringene som er gjort i Aqua-boken, er det viktig å konkretisere aktiviteter som sannsynliggjør dybdelæring. På bakgrunn av prinsippene dialog, autentisk oppgaveløsning, problembasert læring og utforskning, har jeg valgt ut noen tilnæringer til undervisning jeg mener har potensial til å legge til rette for dybdeforståelse hos elevene. Det vil også bli lagt vekt på teori fra boken *Erfaringsbasert læring* (Thorsheim et al., 2016). Denne boken går konkret inn i didaktiske grep relatert til språk og dialog i klasserommet og presenterer funn fra forskning angående faglig snakk for grupper og helklasser, samtidig som individuelle perspektiv også blir inkludert. En konkret undervisningsmetode jeg har valgt å presentere er «Ambitious science teaching», som beskriver trinnvis oppbygging av undervisningsbolker. I tillegg blir også problembasert læring drøftet.

2.4.1 Elevsnakk som et redskap for læring

Sentralt i de didaktiske tilnærmingene er viktigheten av elevers snakk. Dette kan kobles direkte til prinsipp i dybdelæring.

Selv om læring kan skje i stillhet, gjennom individuelle bearbeidinger av ideer, tenker mange at det er vesentlig å diskutere ideer og aktivere forkunnskaper språklig. Bare gjennom snakk og skriving kan læreren få frem språklig gjennomtenkning hos elevene, som læreren igjen kan respondere på. En annen ide som bygger opp om dette er at læring med forståelse krever gjennomtenkning av faglige ideer, noe som bare kan skje dersom elevene behersker språkbruken (Thorsheim et al., 2016, s. 129). For det individuelle aspektet kan formulering av tanker være en prosess som gir struktur i begrep som kanskje kan samle løse tråder. Den som snakker kan også bli bevisstgjort hull i logikken, som gjør at eleven må jobbe mer med sine egne argument i forklaringen. Det andre aspektet at man ser læring som en kollektiv prosess. Da er snakk viktig fordi det formulerer individets tanker til ressurser som andre kan bruke å tenke videre med. Det er avgjørende at lærere gir regelmessige muligheter for elevene der de kan prøve nye måter å snakke på, og støtte dem gjennom prosessen med å lære seg å «snakke naturfag» (Windschitl et al., 2018, ss. 39-40).

En av de mest brukte måtene å få elever til å snakke på, er å stille spørsmål. Det er mange som har undersøkt ulike spørsmålstyper, og hvilke muligheter disse gir angående elevenes læring. En grunnleggende tanke her er at det er viktig å identifisere hva som er målet med samtalene

man skal ha i klasserommet. Da er det ikke hvilket svar elevene skal komme frem til som må identifiseres, men læreren må på forhånd finne ut hvilken type intellektuelt arbeid de ønsker at elevene skal gjøre (Windschitl et al., 2018, s. 48). Det er også viktig å være klar over hvordan det kognitive kravet til oppgavene påvirker elevens snakk. Dersom oppgaven har et lavere kognitivt krav, etterspør den memorering av fakta, beskrivelse av ting, prosedyrer med foreskrevne trinn, eller direkte innsetting av tall i formler (Anderson & Krathwohl, 2001). Oppgave med lavere kognitive krav har ofte et svar som kan uttrykkes i noen få ord, og brukes ofte i sammenhenger rundt triadiske dialoger som beskrives nærmere beskrivelse senere i kapitlet. Oppgaver med høyere kognitive krav oppfordrer elevene til å resonnerer. Slike oppgaver kalles ofte autentiske oppgaver. Denne typen spørsmål er veldig like det forskere gjør i hverdagen, bare på et tilpasset nivå. Det kan blant annet være å sammenligne to ideer, forutsi utfall basert på en modell eller data, eller forklare hvorfor en prosess skjer som den gjør (Windschitl et al., 2018, ss. 51-53).

Ulike typer oppgaver og deres påvirkning på det faglige snakket i klasserommet er en sentral del i boken *Erfaringsbasert læring* (Thorsheim et al., 2016). Erfaringsbasert læring handler om å bruke observasjoner og erfaringer som utgangspunkt for læring (Thorsheim et al., 2016, s. 13). Selv om observasjonene og erfaringene skal være utgangspunktet for læring, er hovedaktiviteten de faglige samtaler som observasjonene og erfaringene starter. Erfaringene skal bli brukt som utgangspunktet for samtaler eller oppgavelæring der tolkning og bearbeiding er fokuset. Disse samtaler kan foregå i både gruppediskusjoner og helklassediskusjoner (Thorsheim et al., 2016, s. 111).

Det som kjennetegner utforskende samtaler i forhold til andre typer snakk, er at deltagerne engasjerer seg kritisk, men konstruktivt i hverandres ideer (Thorsheim et al., 2016, s. 116). Kolstø refererer til forskning gjort av Neil Mercer om hvordan språket kan brukes i læring. Når elever blir satt sammen i grupper der de skal vurdere hverandres argumenter kan det være en utfordring å få dette til å være konstruktivt. For at samtalen skal være utforskende og ikke gå over i kringling, er det viktig at elevene er innstilt på å utvikle nye ideer i stedet for å forsvare sine egne ideer. Mercer har identifisert ord som *fordi*, *hvis*, og *hvorfor* som kjennetegn på fruktbare utforskende samtaler. En sentral idé i Mercers forskning er at det finnes mange ulike typer samtaleformer i gruppearbeid. Til tross for at flere forskere har funnet at gruppediskusjoner kan fremme elevens begrepsforståelse, er det ofte slik at elever får lite ut av denne typen diskusjoner. Spørsmålet som bør stilles er hvordan man kan tilrettelegge for at lærerikt elevsnakk skal oppstå. Det blir også referert til andre studier som viser til positive

effekter på læring når elever anvender argumentasjon for og imot synspunkter (Thorsheim et al., 2016, ss. 116-117).

Et viktig funn angående gruppesamtaler er forskjellen det utgjør at elevene skal komme til enighet om et forslag eller en forklaring i slutten av gruppesnakket. «Flere studier tyder også på at det å be elevene utvikle en forklaring de er enige om, fremmer en type diskusjon og gjennomtenkning som øker læringen» (Thorsheim et al., 2016, s. 119). Dette kom frem ved to studier der elever som hadde jobbet i grupper hvor fokuset var på argumentasjon og det å finne én felles løsning gjorde det bedre på en test i etterkant av arbeidet enn de gruppene som ikke fikk spesifikke instruksjoner om argumentasjon (Thorsheim et al., 2016, ss. 118-119). Læreren oppfølging av gruppene er viktig ettersom gruppearbeid kan lede inn i feilforestillinger og uklarheter. Dette kan oppstå dersom en elev med sterke meninger og overbevisende argumenter trumfer gjennom sitt forslag.

En annen måte å bruke dialog i klasserommet er gjennom felles diskusjon i helklasse. Hva kan diskusjoner ledet av lærer i samlet klasse bidra med som ikke like lett kan oppnås i gruppediskusjoner? Et av svarene på dette er at elevene trenger støtte og tilrettelegging for å utvikle forståelse for den nye informasjonen som blir presentert, ellers bruker de kun deres tidligere kunnskaper (Thorsheim et al., 2016, s. 120). På samme måte som for gruppediskusjoner er det ikke sånn at alle typer klasseromsdiskusjoner fremmer læring. Elevenes deltagelse i klasseromsdiskusjoner kan for eksempel hemmes av deres forventning om rett svar, og da blir dialogen i klasserommet som en type test av elevene. Kolstøs hypotese er at elevene tolker situasjonen slik at det ikke er naturlig å gi et forslag på svar hvis de ikke tror de har forstått det noenlunde riktig (Thorsheim et al., 2016, s. 128). En mye benyttet dialogtype i klasserom er det som kalles triadiske dialoger, eller IRE (initiation, response, evaluation). Her initierer læreren samtalen ved bruk av et spørsmål som har et kjent rett svar. Deretter responderer en eller to elever, som vanligvis er de som rekker opp hånden først. Tilslutt evaluerer læreren responsen fra elevene, og forteller i hvilken grad svaret er faglig korrekt. Det kan også legges til utdypende faglig kommentarer. En av årsakene til at denne form for dialog blir anvendt i så stor grad kan være at den holder kontroll på klassen, og er derfor trygg for nye lærere å sjekke om det som er undervist er gått inn. Samtidig byr denne måten å spørre på utfordringer ved at det gir liten innsikt i hvordan elever tenker og snakker i faget, og læreren for liten innsikt i hva andre elever i klassen enn de få som får svare mener (Thorsheim et al., 2016, ss. 123-124).

Gjennom et forskningsprosjekt der målet var å finne metoder for å få elever til å formulere sin uferdige faglige forståelse, gav det resultater ved implementering av to endringer (Thorsheim et al., 2016, s. 129). Den første var at de hadde forventninger til at elevene skulle formulere forklaringer med egne ord, og det andre var å fjerne alt som kunne minne om vurdering av elevenes faglige formuleringer. Tilbakemeldingen som læreren gav besto av oppfølgingsspørsmål som skulle fremme avklaring eller inkludering av nye ideer i forklaringen. Kolstø mener at «underveisspråk» som kommer i slike samtaler og som ofte er upresist, ufullstendig, har noe feil, og kanskje noe rett språk, må fremelskes (Thorsheim et al., 2016, s. 134).

Etter prosjektet satt de igjen med fire prinsipper for aktivering av elever i faglige samtaler:

1. Bruk oppgaver og spørsmål som stimulerer elevene til å formulere med egne ord
2. Bruk oppgaver og tilbakemelding som stimulerer til tenkning og språklig formulering av ideer.
3. Still spørsmål som eleven faktisk kan svare på og som utforsker elevens forståelse
4. Vent med rett-galt -evaluering av elevsvar til etterkant av læringsprosessen.

(Fra boks 5.10 i Thorsheim et al., 2016, s. 135).

Aktivering av forkunnskaper er nødvendig for faglig resonnering. Dette er på grunn av potensielle vanskeligheter ved å komme inn i et nytt fagområde om ikke relevante forkunnskaper er aktivert. Triadiske dialoger kan fungere fint for å aktivere elevens forkunnskap dersom dialogen står i en sammenheng der spørsmålet som stilles utfordrer elevene til å resonere faglig. «[D]et viktigste er ikke hvilke typer spørsmål og kommentarer vi kommer med til elevene, men at disse har en karakter som gjør at elevene forstår at de nå forventes å reflektere.» (Thorsheim et al., 2016, s. 183).

Noen tips fra *Erfaringsbasert læring* til rutiner som kan få elevene til å delta i helklassediskusjoner:

Presskriving, er en annen metode for å forberede elever på deltagelse i fellesdiskusjoner. Da skal elevene skrive ned alt de kommer på, og «presse seg» til å notere mest mulig på ca. 4 min. Etter dette går elevene sammen i små grupper og leser opp for hverandre det de har kommet på, noe som kan hjelpe til å forstå at klassekamerater heller ikke vet alt.

I triggerbasert idebobling, snakker elever sammen i begynnelsen av en økt om en faglig trigger de har blitt introdusert for, for eksempel via et videoklipp. Elevene kan gjennom dette få frem ideer basert på egne forkunnskaper, som kan være godt utgangspunkt for videre klassesamtaler.

Grubletegninger, er et annet eksempel på et verktøy som kan legges til rette for faglig snakk. Slike tegninger viser en gruppe elever som har ulike synspunkt på en situasjon relevant til emnet de skal gjennomgå. Disse tegningene legger opp til at elevene skal velge hvem på tegningen de er mest enig med. Tegningene kan også brukes på slutten av en undervisningssekvens der elevene kan ta utgangspunkt i et av de gale forslagene og begrunne hvorfor det ikke stemmer.

Tenk-par-del metoden innebærer at man tenker selv først, så sammen med en annen elev, før man til slutt har en felles diskusjon i klassen. I den individuelle delen kan hver elev få ro til å tenke igjennom egne ideer eller løsningsforslag først. Sammen med en medelev får eleven satt ord på egne ideer og innspill fra den andre, noe som generelt vil gi økt faglig selvtillit og økt innsikt i egne forkunnskaper (Thorsheim et al., 2016, ss. 146-156).

Å oppfordre flere elever til å delta i snakk, krever at man legger grunnlaget for et trygt miljø for produktiv diskurs. Det er ikke gitt at elever har lært seg hvordan snakke godt sammen i grupper. Det er derfor viktig å jobbe med dette. Enten ved å definere samtalenormer (Windschitl et al., 2018, s. 67), eller regler for faglig samtale (Mercer, sitert i Thorsheim et al., 2016, s. 117).

2.4.2 Ambitious science teaching (AST)

Denne undervisningsmodellen er utviklet av forskere i USA sammen med lærere med mange års erfaring med undervisning i naturfagene. Metoden er bygget opp rundt fire konkrete kjernepraksiser som skal gå igjen gjennom undervisningen. Den første praksisen handler om planlegging, mens de tre andre brukes i selve undervisningen (Windschitl et al., 2018, s. 3). I det følgende vil jeg presentere de fire kjernepraksisene.

1. Planlegg for engasjement med store vitenskapelige ideer

Den første praksisen går ut på å planlegge for faglig engasjement hos elevene. Bakgrunnen for denne kjernepraksisen er at lærebøker inneholder så mange vitenskapelige ideer at elevene ikke klarer å se det større bilde av emnet. Dette kan resultere i at undervisningen bare består av urelaterte og isolerte timer etter hverandre. En utfordring er at elevene ikke forstår hvordan det som snakkes om kan relateres til hverdagen, og ulike aktiviteter blir gjort «fordi læreren sier

det». Løsninger på disse problemene kan ifølge AST ligge i planleggingsfasen (Windschitl et al., 2018, s. 19).

Det inngår tre steg i planlegging av undervisning i et emne. Det første er å identifisere de store ideene i temaet, for å kunne forsikre seg om at det er disse som er fokuset også i undervisningen. Etter å ha valgt ut to eller tre kjerneideer, velges det ut et fenomen til å forankre teorien i. Dette fenomenet kalles «anchoring events», og er andre steget (Windschitl et al., 2018, s. 25). Dette kan for eksempel være en sykkel som ruster eller nedgang i bestanden av hvaler i et område. Det er viktig at fenomenet er observerbart, enten med sansene eller ved hjelp av instrumenter, for å motivere elever til å forklare hva det er som skjer, og gi mening til læringsaktiviteter. Fenomenet man velger kommer man stadig tilbake til i løpet av undervisningen. Å få elevene til å diskutere årsaker til naturfaglige fenomen er komplekst og det treng flere vitenskapelige konsepter. Her blir det fokusert på at elevene ikke bare skal beskrive hva som skjer, men at de skal ta videre og diskutere hvorfor noe skjer. Et viktig poeng med å fokusere et emne eller kapittel på «anchoring events» er at kapitteloverskrifter og inndelinger gir mer sammenheng for lærere enn elever. Når det er mulig bør man velge «anchoring events» som elevene kan relatere til (Windschitl et al., 2018, ss. 25-27).

Det tredje man gjør i planleggingsfasen er å velge og ordne læringsaktiviteter som vil hjelpe elevene med å jobbe mot de store ideene i emnet. Dette innebærer blant annet å lage en grundig forklaring på hver «anchoring event». Det er ikke meningen at elevene skal lære seg lærerens forklaring, men heller at læreren skal forberede seg på å kunne respondere på elevenes forkunnskaper og ideer (Windschitl et al., 2018, s. 32).

2. Få frem elevers ideer

Dersom man følger AST metoden, begynner hver undervisningssekvens med å finne ut hva elevene kan fra før om det emnet omhandler. For at elevene skal kunne rekonstruere og reorganisere kunnskapen de har, må læreren få frem og samtale rundt hva elevene tenker på forhånd, for å se hvilke av ideene som kan brukes videre. Denne delen er en form for formativ vurdering, der læreren får kunnskap om elevenes tanker for å bruke dem som et middel for læring videre i undervisningen (Windschitl et al., 2018, s. 85).

Etter at lærer har fått frem elevenes forkunnskaper må han hjelpe dem til å representere tenkingen for de andre. På denne måten får han elevene til å organisere ulike ideer og vurdere hvor brukbare de er. Til slutt tilpasser han videre undervisning basert på elevenes tidligere

kunnskap for å adressere feiloppfattelser og kunne prioritere spørsmål som elever bryr seg om (Windschitl et al., 2018, s. 87).

I AST legges det vekt på å få en «jump start» på elevenes samtale. Dette kan være «anchoring events» som man har valgt i planleggingsfasen. Dersom dette er for komplekst, kan inngangen til å få frem elevenes tanker være en nyhetsartikkel, video, demonstrasjon eller lignende som virker som en trigger. Karakteristisk for denne inngangen er at den må være innenfor elevenes rekkevidde, samtidig som den er utfordrende, og at den må kunne utløse mange ulike ideer og hypoteser. Det er viktig å tenke over om elevene kan bruke hverdagskunnskap til å spekulere i hendelsene og spørsmålene. Man ønsker ikke å finne ut om eleven har det rette svaret, men man hører etter noe å bygge videre undervisning på (Windschitl et al., 2018, s. 88).

Å hjelpe elever til å representere tenkingen i plenum, kan gjøres ved hjelp av tegning eller skriving. Enten ved at elever i små grupper lager en modell eller ved å lage en liste av elevenes hypoteser på tavlen. På slutten av dagen, ser man over hva det er elevene har snakket om i form av delvis forståelse, hverdagspråk, misoppfattelser osv., for å finne ut hva man må fokusere på videre (Windschitl et al., 2018, ss. 105-106).

3.Støtte opp om pågående forandringer i elevenes tankegang.

For at elever skal endre tankegang krever det at de aktivt engasjerer seg i meningsskaping, både individuelt og sammen med andre.

Det første steget vil være å introdusere nye ideer. Mange vitenskapelige ideer er så abstrakte at elevene ikke selv kan oppdage dem. I AST blir undervisning der læreren forklarer vitenskapelige ideer kalt «interaktiv direkte instruksjon». Her er det viktig at man ikke skal gi en forklaring på et «anchoring event» eller noe annet de prøver å finne ut av, men gi elevene tilstrekkelig informasjon til å videre studere fenomenet de jobber med. Målet er at elevene skal bruke ideene som blir presentert til å resonnerer mens de gjør en aktivitet.

Å engasjere studentene i aktiviteter og meningsskaping er det andre steget. Aktiviteter som blant annet forsøk blir brukt i undervisning i naturfagene, men i seg selv så virker ikke disse aktivitetene å ha mye innflytelse på læring. I AST blir det lagt vekt på at meningsskaping i aktivitetene er viktig. Meningsskaping innebærer å lage koblinger og gjenkjenne bestemte mønster eller forhold (Windschitl et al., 2018, s. 173). En av metodene for å støtte opp om dette er at lærer aktivt går rundt i klasserommet og støtter innsikter og gjennombrudd i elevens tenking. Siste steg er kollektiv tenking, der elevene får høre hverandres resonnering.

4. Bringe sammen evidensbaserte forklaringer.

I den siste praksisen er målet at elevene skal konstruere og evaluere forklaringer og modeller på «anchoring event». I denne kjernepraksisen inngår det å samarbeide om å lage en «må ha» liste på hva som teller som en gyldig forklaring. Dette støtter opp om elevens metakognisjon med at de finner ut hva de kan og hva de fortsatt må finne ut av. Her legges det vekt på at elevene skal lage gode modeller og forklaringer uten hull. Sist gjenstår vurdering for forståelse, som innebærer at læreren lager en prøve som vurderer elevene i hva som har blitt undervist i. Dette inkluderer autentiske oppgaver og kombinerer oppgaver med høye og lave kognitive krav, samt tydeliggjør suksesskriteriene for elevene.

2.4.3 Problembasert læring som metodisk tilnærming

På 60-tallet ble det satt fokus på en utfordring ved legestudiet. Dr. Howard S. Barrows erfarte at legestudentene han underviste, opplevde det som vanskelig å benytte den kunnskapen de hadde lært i studiet i møtet med pasienter. Selv om de hadde gode resultater på eksamen, klarte de ikke å «aktivisere, mobilisere og anvende kunnskaper i møte med pasienter» (Barrows, sitert i Pettersen, 2017, s. 11). Det ble derfor satt i gang en undervisning der innleide skuespillere simulerte fysiske og psykiske symptomer, og bakgrunnshistorien til reelle pasienter. Prinsippene denne lærergruppen la til grunn rammer inn sentrale kjennetegn på PBL som gjelder også i dag (Pettersen, 2017, s. 11). I andre fag enn legestudiet er oppgavene utformet som autentiske eller virkelighetsnære scenarier eller beskrivelser av faglige fenomen det er noe problematisk med (Pettersen, 2017, s. 14).

Hovedprinsipper i PBL er: Problemet kommer først, elevene arbeider i små grupper, lærer fungerer som guide, læringen er selvstyrt og selvregulert og elevsentrert der problemoppgaven er verktøyet for å oppnå kunnskap og problemløsningsevner (Pettersen, 2017, s. 19).

Metoden går i hovedtrekk ut på at et problem først blir introdusert, og så følger de sju trinnene:

1. Hva handler dette om?
2. Brainstorming, kunnskapsaktivering
3. Mulige forklaringer
4. Hva kan vi/hva forstår vi/ hva kan vi ikke/hva må vi lære mer om,
5. Formulere lærebehov

6. Individuelle studier

7. Oppsummering/ diskusjon/ ny forståelse /bedre forklaringer

Kjernen i problembasert læring som pedagogisk metode er tilrettelegging av undervisningssituasjoner for å støtte og fremme studentenes læring, slik at de bedre kan erverve, aktivisere og anvende fagkunnskap i møtet med praktiske oppgaver og yrkesfaglige utfordringer (Pettersen, 2017, s. 15). Det som skiller PBL fra andre metoder er at problemet alltid skal komme først. Problemet skal få elevene til å anvende det de kan, i en praktisk setting. Ny fagkunnskap læres mens man jobber gjennom problemet (Pettersen, 2017, s. 54).

Å kunne anvende det man har lært, og overføre det til nye situasjoner er sentrale poeng både når man snakker om PBL og dybdelæring. Ser vi tilbake på St. meld. nr. 8 (Fag-fordypelse-forståelse) står det at elevens læringsutbytte øker når de gjennom dybdelæring utvikler en helhetlig forståelse av fag og ser sammenhengen mellom fag, samt greier å anvende det de har lært, til å løse problemer og oppgaver i nye sammenhenger. Dette også filosofien bak PBL.

3. Metode

3.1 Forskningsdesign

Formålet med denne masteroppgaven er å få en større forståelse av hvordan dybdeløring i kjemi kan realiseres. Dette er gjort ved å fokusere spesielt på en lærebok som allerede har gjort noen grep for å gjøre dybdeløring i kjemi lettere. Denne oppgavens forskning er blitt gjort ved å danne et teoretisk grunnlag rundt begrepet dybdeløring i kapittel 2, og videre i kapittel 2.3 identifiseres konkrete undervisningstilnæringer som sannsynliggjør dybdeløring. I analysen, som presenteres i kapittel 4, blir de nye tilleggene i AQUA 1 lagt frem og vurdert. Plassering, funksjon, krav og muligheter brettes ut i analysen. I kapittel 5 diskuteres funnene fra analysen opp mot de didaktiske metodene og teorien om dybdeløring presentert i kapitlene over. Figurer og spørsmål fra kjemilæreboken er gjengitt med tillatelse fra Gyldendal.

Oppgaven er utført ved hjelp av kvalitativ metode. I kvalitativ forskning ønsker man å oppnå forståelse av et sosialt fenomen, og derfor har fortolkning en stor betydning. Metodiske utfordringer er da knyttet til hvordan de sosiale fenomenene blir tolket og analysert (Thagaard, 2009, s. 11). Systematikk og innlevelse er sentrale aspekter ved kvalitativ forskning. Innlevelse er viktig for å oppnå forståelse, og en systematisk tilnærming til forskningsprosessen er viktig for de strategiske avgjørelsene som blir tatt for å oppnå en helhetlig forståelse av det som studeres (Thagaard, 2009, s. 12). Å utføre denne forskningen med kvalitativ metode er nødvendig for å kunne analysere potensialene til spørsmålene på en meningsfull måte.

Læreverket Aqua består av en grunnbok, en studiebok og et tilhørende nettsted. Grunnboken presenterer teori basert på målene i læreplanen, og studieboken består av aktiviteter, øvinger og mange varierte oppgaver til hvert kapittel. I den reviderte utgaven av læreverket er det kommet nye tillegg i både grunnboken og i studieboken. Grunnboken inneholdt tidligere bare teori, men har blitt tilføyd tre ulike spørsmålstyper og studieboken har fått inn flere *aktiviteter*. Aktivitetene kan gjøres til forskjellige tidspunkt i undervisningen, og på ulike måter, alt opp til læreren. De endringene som er lagt til, og som kommer igjen i alle kapitlene er beskrevet kort på forlaget sine hjemmesider og i forordet til grunnboken (Gyldendal, 2018), (Steen, Fimland, & Juel, 2018, ss. 2-3).

3.2 Beskrivelse av tillegg i Aqua 1

«Har du tenkt på?»-spørsmålene i grunnboken, er plassert helt i starten av kapittelet. På forlaget sine hjemmesider står det at målet med den første spørsmålstypen, er at elevene skal reflektere

over hva de skal lære og hva de kan fra før. Det står ikke spesifisert hvordan disse skal brukes. I forordet i boken står det «Kanskje du vil finne et slags svar selv etter å ha lest kapittelet», noe som kan tolkes som at spørsmålene skal bli tatt opp igjen mot slutten av kapittelet.

«Refleksjonsspørsmål» i grunnboken, er spredd utover kapitlene. De er skrevet med blå tekst og er merket med en oransje trekant. Ofte er de plassert alene, men noen plasser står flere spørsmål samlet. Inkludering av refleksjonsspørsmål underveis i kapittelet begrunnes på forlagets sider med at elevene skal trekke slutninger og tenke videre med å bruke det de har lært frem til da i kapittelet. Spørsmålene skal egne seg fint for pararbeid og gruppearbeid.

«Har du forstått det?»-spørsmålene i grunnboken er plassert helt på slutten av hvert kapittel. Hensikten er at disse skal fungere som en oppsummering av kapittelet. Disse spørsmålene er formulert som påstander som elevene skal svare på om er rett eller galt. Det er ikke lagt inn fasit til disse, og i innledningen står det at elevene kan svare på disse alene, eller gjerne diskutere med medelever. På forlaget sine hjemmesider står det at disse spørsmålene egner seg fint til klasseromsdiskusjon etter endt gjennomgang av kapittelet

«Grubletegningsoppgaver» er lagt til i studiebooken (Figur 1). Den første aktiviteten i hvert kapittel er en tegning av fire personer som sier sin mening om et sentralt spørsmål i kapittelet, som elevene skal kunne svare på. Her kan elevene bestemme seg for hvem de er mest enige med, og komme med argumenter for og imot de ulike utsagnene.



Figur 1: Grubletegning kapittel 7

Tenkeskriving, er en aktivitet i studieboken, ment for at elevene skal klargjøre tankene sine og få oversikt. Instruksene er at eleven skal bruke omtrent 5 min på fritt å skrive ned tanker og ideer om det aktuelle temaet. I disse aktivitetene står det: Skriv gjerne utforskende. Det står at oppgaven kan brukes før, underveis og i slutten av et kapittel, noe som påvirker hva som vil være utforskende skriving. Brukes denne oppgaven før gjennomgang av teori, vil elevene kunne komme med spørsmål og undringer basert på tidligere erfaringer. Kommer oppgaven underveis vil elevene kunne ta tak i det de har lært til da, lage modeller, figurer og tegninger formulerer spørsmål som oppstår basert på dette. Dersom oppgaven er plassert på slutten, vil elevene kunne bruke den til å formulere det de har lært, og samtidig dra teorien lengre, ut mot nye utforskende spørsmål de vil finne ut mer om.

«Hvilke svar er riktige?» er den siste aktiviteten i studieboken. Denne aktiviteten minner om «har du forstått det?», både i innhold og plassering. Her presenteres det ja/nei påstander til noen av de sentrale emnene i kapittelet. På forlaget sine nettsider står det at disse kan se enkle ut, men noen kan være lurespørsmål, der elevene må tenke seg godt om for å vurdere om svaret er ja eller nei. Her er det fasit lagt inn bak i boken. På forlaget sine hjemmesider står det at disse spørsmålene egner seg best for å jobbe sammen med andre.

Alle disse endringene som her er nevnt, er listet opp under overskriften «Dybdelæring, se sammenhenger og refleksjon over egen læring» på forlaget sine hjemmesider (Gyldendal, 2018). Det finnes også flere tillegg som ikke går igjen i alle kapitlene, for eksempel «parlesing/samarbeidslæring», men de blir ikke lagt frem og vurdert her.

3.3 Analyse av tillegg i læreverket Aqua

I analysen, kapittel 4, valgte jeg å se nærmere på de tre første tilleggene. Disse spørsmålstypene er lagt til i grunnboken og er knyttet sammen ved at de skal stimulere elevene til tenking, samtale og refleksjon. Spørsmålene er plassert slik at læreren oppfordres til å bruke tilleggene systematisk gjennom en undervisningssekvens, noe jeg syntes var interessant å se enda nærmere på.

Ettersom tilleggene er ulike typer spørsmål, har spørsmålskategorisering blitt vurdert. Det finnes mange ulike måter å kategorisere spørsmål på. En vanlig inndeling er åpne eller lukkede spørsmål. Lukkede spørsmål kjennetegnes med at det finnes det en avgrenset mengde svar, mens det i åpne spørsmål finnes det et vidt utvalg av godkjente løsninger. Åpne spørsmål fokuserer i hovedsak på elevenes tidligere erfaringer, samtidig som de får elevene til å begrunne

sine meninger, mens i lukkede spørsmål forventes det at elevene har gjennomgått det som blir spurt om (Blosser, 2000, s. 4). Det finnes også andre mer omfattende måter å kategorisere på, for eksempel Blooms taksonomi. Her kategoriseres spørsmål ut fra om de etterspør kunnskap, forståelse, anvendelse, analyse, syntese eller vurdering (Blosser, 2000, s. 13). Man kan også dele mellom autentiske spørsmål og testspørsmål, der autentiske spørsmål åpner opp for dialog mellom lærer og elev, mens testspørsmål er monologisk (Nystrand & Gamoran, 1997, s. 38). Om et spørsmål er autentisk, har et høyt kognitivt krav, om det er åpent, eller om alle disse innebærer det samme, kommer an på hvem som skriver om dem. Etter å ha vurdert ulike kategoriseringer av spørsmål, kom jeg frem til at det ikke vil være til stor nytte for meg å prøve å kategorisere spørsmålene, ettersom fokuset er på hvordan spørsmålene kan fungere i den konteksten de står i.

Den metodiske fremgangsmåten i analysedelen var at plassering og funksjonen til grepene først ble vurdert på et generelt grunnlag. Deretter ble de konkrete spørsmålene delt inn i grupper basert på hvilken kunnskap de etterspør. For å plassere spørsmålene ble det vurdert om svaret finnes i boken, hvilken respons som forventes av elevene og kobling til hverdagen.

3.4 Utdyping fra forfattere, forlag og første erfaringer fra en lærer

Underveis i oppgaven oppstod et behov for å undersøke mer om forfatterne og forlagets egne tanker om hvordan tilleggene i den reviderte utgaven av Aqua skulle brukes. På bakgrunn av dette, sendte jeg en mail til forlaget med forespørsel om en utdyping. Tilbakemeldingen ble gitt med bidrag fra både en ansatt i forlaget og en av forfatterne. For å oppnå en større forståelse av hvordan endringene kunne fungert i klasserommet, var det også ønskelig å få vite om praktisk erfaring ved bruk av den reviderte boken. Ettersom boken er så ny, vil det erfaringsbaserte kildematerialet være begrenset. Første erfaringer med bruk av boken fikk jeg høre gjennom en samtale med en lærer som hadde hatt den reviderte boken fra høsten 2018. Hun hadde brukt tilleggene i noen sammenhenger. Disse erfaringene, og bidrag fra forfatter og forlag ble trukket inn der det var relevant i analysen, og diskusjonen. Det er viktig å poengtere at disse erfaringene ikke er representative for alle klasser, men det viser til et eksempel på hvordan det kunne fungere.

3.5 Studiens kvalitet

3.5.1 Reliabilitet

Studiens reliabilitet handler om at dersom samme metode blir utført på samme utvalg så skal resultatene bli de samme (Cohen, Manion, & Morrison, 2011, s. 202). Denne studien er en teoretisk analyse, der alle dokumentene som er brukt er tilgjengelig for offentligheten. Reproduserbarheten er ikke en stor utfordring.

3.5.2 Validitet

Det som er relevant å tenke på i en slik studie er triangulering, og teoritriangulering. Triangulering kan defineres som bruken av to eller flere metoder for å samle inn data (Cohen, Manion, & Morrison, 2011, s. 195). Teoritriangulering handler om å benytte seg av flere og motstridene teorier for å unngå å bare vise ett synspunkt (Cohen et al., 2011, s. 196). Da teorien for dybdelæring ble valgt ut ble det forsøkt å velge dokumenter der forfatterne hadde litt ulike synsvinkler på hva dybdelæring er.

3.5.3 Generaliserbarhet

Med tanke på generaliserbarhet er man ute etter å finne ut om resultatene fra studien kan overføres til andre personer, kontekster eller situasjoner, eller om det kun er gjeldende lokalt (Kvale & Brinkmann, 2015, s. 289). I denne oppgaven ble det bare tatt utgangspunkt i ett kapittel, kapittel 7. For å undersøke generaliserbarheten ble trender fra den ene spørsmålstypen sjekket opp mot alle de andre kapitlene, og det ble funnet en likhet i trendene. Denne sammenligningen ble på grunn av omfang ikke gjort for de to andre spørsmålstypene. Erfaringer fra et klasserom som er med i analysen kan ikke generaliseres, men disse er kun brukt for å få et innsyn i en måte elever kan reagere i møte med spørsmålene.

4. Analyse

Analyse av grepene i AQUA 1 grunnbok

Spørsmål er en viktig del av hverdagens utveksling av informasjon, og også i undervisning spiller spørsmål en viktig rolle. I klasserommet kan spørsmål fungere på ulike måter for å oppfylle ulike funksjoner og formål. Spørsmål kan brukes for testing, som repetisjon, til utdyping, aktivering av forkunnskaper, skape interesse og undring, koble teori til praksis og antagelig enda mer. Måten spørsmål arbeides med, varierer også stort. En av måtene å bruke spørsmål på kan være gjennom IRE (initiering, respons, evaluering). En annen måte, er at spørsmålet brukes som grunnlag for felles diskusjoner i klassen. Elevene kan jobbe med spørsmål skriftlig, muntlig, individuelt, i grupper eller helklasser. I utdyping fra forlaget og forfatter forklares det at de tror mye god læring skjer når læreren setter i gang gruppearbeid der elevene må lære seg «å snakke kjemi». Dette svaret viser en av hovedtankene bak inkludering av tilleggene. Jeg vil analysere hvilke potensial for læring som ligger i de ulike tilleggene i AQUA 1, ved å vurdere ulike funksjoner spørsmålene har og måter å anvende spørsmålene på. Analysen har tre deler, der hver del omhandler en av spørsmålsgruppene «Har du tenkt på?», «Refleksjonsspørsmål» eller «Har du forstått det?». Gruppen blir først sett på generelt, og deretter spesifikt ved en analyse av de konkrete spørsmålene lagt til i et kapittel.

4.1 «Har du tenkt på?»

Disse spørsmålene, som er plassert helt i starten av et kapittel, mener jeg kan ha to funksjoner. For det første kan spørsmålene hjelpe elever til å tenke over hva de kan fra før, og for det andre kan elevene få et innblikk i hva de skal lære noe om. Fokuserer spørsmålene på elevene sine forkunnskaper, kan dette innebære at spørsmålene repeterer viktig kunnskap som elevene må ha med seg for å kunne forstå teorien i det nye kapittelet. Eksempler på dette kan være informasjon fra tidligere kapitler eller grunnleggende naturfaglig kunnskap. Det kan også være for å aktivere elevers forkunnskaper angående temaet som skal gjennomgås, ved å komme med spørsmål angående et hverdagsscenario eller fenomen som elevene kan relatere til. Dersom spørsmålene skal gi elevene et innblikk i hva som skal gjennomgås, kan spørsmålene omhandle store ideer i temaet, eller være knyttet opp mot kompetansemålene for det aktuelle kapittelet slik at elevene blir forberedt på hva de skal kunne svare på når det er gjennomgått. Med tittelen «Har du tenk på?» antyder det en retning på disse spørsmålene der det ikke er ment som en repetisjon av viktig teori fra tidligere, men at spørsmålene skal skape undring over noen

kjemiske fenomen som skal adresseres i kapittelet, eller komme med noen situasjoner fra hverdagen elevene kan fundere over. I forfatterens utdyping om bruken av «Har du tenkt på», sier de at spørsmålene skal være undrende, og at eleven kanskje vil finne svare på spørsmålene etter at kapittelet er gjennomgått. Spørsmålene skal ikke kunne svares på der og da. De har først og fremst tenkt at læreren retter oppmerksomhet mot spørsmålene, og elevene leser og funderer på dem selv.

Dersom funksjonen er å forberede elevene på hva de skal lære, tenker jeg at spørsmålene kan bli brukt både individuelt og sammen med andre elever. Ser man på spørsmålstypen som noe som skal aktivere forkunnskaper, mener jeg det kan være interessant å stille spørsmål i plenum slik at læreren kan høre hvilke tanker elevene har, og elevene kan undre i felleskap. Jobber elevene med spørsmålene individuelt, får de muligheter til å tenke over tidligere erfaringer og kunnskap de har. Elevene kan ha erfaringer som også kan aktivere andre elevers forkunnskaper og erfaringer, dersom de blir nevnt i plenum. For å muliggjøre begge formålene kan elevene først sitte alene, tenke gjennom spørsmålene og formulere noen ideer. Deretter kan elevene sette seg sammen med en eller to andre der de deler tanker og erfaringer, før det til slutt blir en felles diskusjon i klassen hvor læreren også får hørt på hva elevene har å si. På denne måten kan elevene også «varmes opp» til å delta i klasseromsdiskusjon, og de kan motiveres til å tenke gjennom spørsmålene grundigere enn om de bare skulle jobbe individuelt.

Tabell 1: «Har du tenkt på?» kapittel 7

Nr.	Spørsmål
1	Syrer finner vi over alt i naturen- i levende organismer og i laboratoriet. Noen er giftige, mens andre er livsviktige. Men har disse syrene noe til felles?
2	Hva er det som bestemmer at noen syrer er sterke, mens andre er svake?
3	Hva er det som gjør at en syre og en base alltid vil reagere godt med hverandre?
4	Hvorfor er regnvann litt surt?
5	Kan en sur løsning fortynnes så mye at den blir basisk?
6	Hvorfor kan noen stoffer skifte farge i sur og basisk løsning?

Tabell 1 viser spørsmålene som står under kategorien «Har du tenkt på?» i grunnboken. I analysen av spørsmålene for kapittel 7 er det viktig å ha med seg at det i kapittel 3 er et avsnitt om syre-base reaksjoner. Her står det om kjennetegn på syrer og baser, og Arrhenius` definisjon på syrer og baser står beskrevet. Førsteintrykket av spørsmålene i dette tillegget er likevel at det er spørsmål som er vanskelig for elevene å svare på i begynnelsen av kapitlet. Det er heller ikke tydelig hvilke forkunnskaper som er relevante for elevene å hente frem før kapitlet begynner. Det er ikke lagt inn noe fasit av spørsmålene, noe som kan tyde på at elevene ikke skal lete etter et rett svar. Samtidig er alle spørsmålene formulert slik at det antyder et definert fasitsvar. Det kan være tanken at elevene skal prøve å huske tilbake til hva de har lært om syre-base før, men selv om elevene husker godt fra kapittel 3 er det bare spørsmål 1 og 3 som kan besvares basert på det som er skrevet der. Dersom man spør «Har du tenkt på?» fremfor spørsmålene, kan det gjøre dem litt mer tilgjengelige, men da indikerer det også at svaret på alle kan være «ja, det har jeg tenkt på», eller «nei, det har jeg ikke tenkt på». Det er ikke formålet med spørsmålene å vite om elevene har tenkt på det som blir spurt om før eller ikke, men å finne ut hva elevene tenker når de hører spørsmålet og hvilken type teori, informasjon eller erfaringer de kobler til dem. Et forslag på tittel på denne gruppen spørsmål som dreier det i en annen retning kan være «Hva tenker du om?» eller «Hvilke tanker gjør du deg?». Dersom målet er å høre hva elevene husker fra kapittel 3 går det an å spør «Per, hva husker du om syre-base reaksjoner i kapittel 3?».

I «Har du tenkt på?» identifiserer jeg to typer spørsmål. Den første typen kan kalles semi-relaterbare, og her inngår spørsmål 1 og 4. Begge disse spørsmålene har delvis kobling til hverdagen. Det første spørsmålet informerer om at syrer og baser finnes overalt, også utenfor laboratoriet. Spørsmål 4 handler om nedbør, noe vi alle er mer eller mindre kjent med. Disse spørsmålene er likevel bare semi-relaterbare fordi det krever en god del kunnskap i syre-base kjemi for å kunne svare på og sette seg inn i spørsmålene.

Spørsmål 1 etterspør felles egenskaper for syrer. Dette spørsmålet representerer en av de store ideene og noe av det mest grunnleggende elevene skal kunne etter endt kapittel. Spørsmålet har til en viss grad blitt besvart i kapittel 3, og noen elever husker kanskje noen av disse ideene. Spørsmålet rommer både «ytre» kjennetegn ved blant annet smak og «indre» kjemiske kjennetegn ved å avgi H^+ (Arrhenius definisjon som står om i kapittel 3). Å huske at syrer smaker surt er nok lettere for elever å huske ettersom ordene er like, og noen kobler sitron til syrer, enn å huske den kjemiske definisjonen.

Spørsmål 4 forutsetter også kunnskap som går forbi det som er gjennomgått i kjemipensum, som karbonsyklusen og tema innenfor miljøkjemi, som utslipp av SO_2 fra forbrenninger. Det er heller ikke allmenn kunnskap at nedbør er litt surt, så det kan være vanskelig for elevene å forstå eller godta hva som blir spurt om. Spørsmålene er formulert på en måte som i liten grad stimulerer elevene til å hente frem forkunnskapene sine, ettersom de spør såpass spesifikt. Enten kan du det, eller så kan du det ikke. Spørsmålene vil vanskelig kunne fungere som faglige triggere ettersom de ikke spør om konkrete erfaringer elevene kan ha hatt, som for eksempel å vise et bilde av en statue som er skadet av sur nedbør.

Den andre gruppen inneholder resten av spørsmålene, spørsmål 2, 3, 5 og 6. Disse spørsmålene er rent teoretiske spørsmål. Her er spørsmålene spesifikke, og det kan være vanskelig å hente frem forkunnskaper, og i det hele tatt forstå hva som blir spurt om, selv om noen av spørsmålene har blitt besvart i kapittel 3. Dersom elevene husker en del fra dette kapitlet, har de forutsetninger til å kunne svare på spørsmål 3, forutsatt at de husker hva syre og base er og hvordan de reagerer. Spørsmålene har nok størst potensiale når det gjelder å fungere som spørsmål der man ønsker at elevene skal forberede seg på hva de skal lære om i kapitlet. Dette krever samtidig at elevene husker, og grubler på spørsmålene til de kommer til den aktuelle teorien, noe jeg ikke tror er så sannsynlig, i alle fall ikke når det stilles mange spørsmål.

Sammenligner man spørsmålene med kompetansemålene for syrer og baser i kjemi 1 er ikke alle relatert til disse heller. Kun at de skal kunne definere syre og base og gjøre rede for syre-base-reaksjoner. Samtidig omhandler spørsmålene flere av de store teoretiske ideene som elevene skal lære om i kapitlet, og kan fungere om en forberedelse. Dersom spørsmålene var plassert i slutten av kapitlet kunne nok elevene svart mer på dem, men ettersom de ikke dekker det viktigste elevene skal lære i kapitlet ville de ikke fungere så godt som en oppsummering. Læreren jeg snakket med sa det tok lang tid før hun oppdaget at disse spørsmålene stod i begynnelsen av kapitlet, og hun hadde dermed ikke benyttet dem i undervisningen.

Sammenligning av «Har du tenkt på» fra kapittel 7 med resten av kapitlene

For å få et innblikk i om trendene jeg fant for kapittel 7 også var tilfelle i de andre kapitlene, undersøkte jeg også denne spørsmålskategorien i resten av boken. Antallet spørsmål under «Har du tenkt på» varierer fra 2 til 7 spørsmål. De aller fleste av kapitlene har noen spørsmål som prøver å koble kjemikunnskapen med hverdagen, eller representerer scenarier som elevene kan sette seg inn i. Det er også samme trend som i kapittel 7 at mange av spørsmålene krever en god del teori for å besvares. Flere av kapitlene har likevel spørsmål som elevene kunne svare

på uten å ha gått gjennom teori, for eksempel «Hva skjer når et stoff løser seg i vann» (Kap 8). Det kapittelet som har flest «Har du tenkt på?» spørsmål er kapittel 10 som omhandler vann. Her er de aller fleste spørsmålene koblet til hverdagsscenarioer. Vann er et tema som elevene har erfaringer med, og det gir mening at det her er mange hverdagsrelaterte spørsmål.

4.2 «Refleksjonsspørsmål»

Dette er spørsmål som er plassert kontinuerlig gjennom kapitlet, og kan fungere på ulike måter. For det første kan det være en sjekk for elevene om de har fått med seg det de har lest, at de husker det og kan gjengi lærestoffet. Da vil spørsmålene fungere som kontrollspørsmål. Det kan også være spørsmål som tydeliggjør om man har forstått det man har lest. Dersom spørsmålene er av den sistnevnte karakter, kreves det at elevene bruker det de har lært, og tenker videre for å svare på spørsmålene. Refleksjon over hva elevene har lært, kan både bety å tenke gjennom det de har lært, men også hvordan elevene skal anvende denne kunnskapen. Et viktig premiss for at disse spørsmålene skal fungere som mulighet til å tenke videre ut ifra det elevene har lært, er at det som blir etterspurt ikke er direkte besvart i teksten. Noe som også forlaget beskriver at de ikke skal være. Dette hjelper også med å unngå at spørsmålene blir av typen «nøkkelspørsmål» der det bare er å lete gjennom teksten så finner man direkte svar. Dette er en vanlig spørsmålstype blant annet i naturfagsbøker. Disse oppgavene kan være enkle og greie for elevene å svare på, men læringsutbytte er diskuterbart når svaret kan skrives av boken.

Forlaget skriver også at spørsmålene egner seg fint for pararbeid og gruppearbeid. Det at disse spørsmålene er skrevet med blå tekst og oransje trekant, kan være nok til at elevene skal legge merke til spørsmålene og stoppe opp ved dem. Jeg tror likevel det er lite sannsynlig at elevene har nok motivasjon til å prøve seg på disse spørsmålene om ikke læreren har sagt ifra spesifikt at de skal brukes tid på.

Tabell 2: «Refleksjonsspørsmål» kapittel 7

Nr.	Spørsmål
1	Diskuter om en maskin som kan lage protoner (protongenerator) kan virke som en syre?
2	Tror du vi har sterke syrer i kroppen?
3	Hvordan bør man oppbevare sterke syrer og baser i hjemmet?
4	Hva er det som gjør sterke syrer og baser sterke?
5	Tidligere ble oksygen kalt surstoff i Norge. Kan du tenke deg hvorfor?
6	Hvordan kan noen svake baser være farligere enn sterke baser?
7	Hvorfor har ikke svake syrer sterke korresponderende baser?
8	Hvordan kan syrekonstanten fortelle oss noe om protolysegraden?
9	Hvorfor påvirker aldri tilsetning av natriumnitrat pH- verdien i en vannløsning?
10	Problemene med sur nedbør varierer mye fra land til land og fra sted til sted. Hva kan være årsaken til dette?
11	Hvorfor skades naturen av sur nedbør?
12	Hvorfor blir te lysere når vi legger en sitronskive i den?
13	Hvorfor er det enklere å heve pH- verdien fra 4 til 5 enn fra 2 til 3?
14	Hvordan kan du ut fra en titerkurve i en syre-base-titrering avgjøre om syra som blir titrert, er svak eller sterk?

I tabell 2 er en oversikt over refleksjonsspørsmålene som kommer underveis i kapittel 7, hvor ti av fjorten spørsmål begynner med; diskuter, hvorfor eller hvordan. Refleksjonsspørsmålene har ulik karakter. Jeg vil dele disse i tre grupper.

Spørsmål 4, 7-9 og 14 er spørsmål der et svar finnes i boken. Samtidig åpner spørsmålene for at elevene skal tenke lenger, og teste om de har forstått det de har lest. Jeg vil demonstrere dette med å se nærmere på tre av disse spørsmålene.

Spørsmål 4: «Hva er det som gjør sterke syrer og baser sterke?» Her blir det spurt etter et konsept, og står rett etter definisjonen på sterk syre og sterk base er gitt, så jeg antar mange elever vil svare «De protolyseres fullstendig». Dersom spørsmålet stilles «Hva er det som gjør en syre sterk, altså hva gjør at den spaltes fullstendig i ioner?» gir det en ny dybde til spørsmålet, og elevene må gå inn på kjemien i syre-base teorien. Dette kan være krevende for elevene, og inkluderer å se på de kjemiske egenskapene til syreresten, vurdere prinsipper som elektronegativitet og polarisering. Det kan være spørsmålet var tenkt for en slik refleksjon, men dette kommer ikke tydelig nok frem i formuleringen.

Spørsmål 7 er en typisk misoppfattelse hos elever. Dette spørsmålet adresserer denne misoppfattelsen ved å spørre elevene om å forklare hvorfor det ikke kan stemme. Dette kan også svares på ved å bruke det de har lært i kapittelet, men de behøver å kombinere teorien om sterke syrer/baser og svake syrer/baser. Svake syrer og baser danner likevekter. Dersom man sammenligner to svake syrer, så vil den som er svakest gi færrest ioner av den korresponderende basen. Dette betyr at den korresponderende basen til den svakeste syren lettere tar til seg H^+ , enn den korresponderende basen til den andre svake syren. Altså er den korresponderende basen til en svak syre sterkere jo svakere syren er. Elevene må prøve å sette seg inn i hva som ville vært situasjonen om en korresponderende base var sterk. Da ville alle ionene av den korresponderende basen ta opp H^+ , og bare gjendanne den svake syren. Poenget er at gradvis svakere syrer gir gradvis sterkere korresponderende baser.

Svaret på spørsmål 14 kan man finne i boken, men elevene er nødt til å kombinere det de har lært om svake og sterke syrer og om pH skalaen, for å kunne forklare hvorfor titerkurver ser ut som de gjør.

Jeg tenker at alle spørsmålene i denne gruppen kan øke forståelsen i kapittelet for elevene. Det er spørsmål som har potensial til å få elever, kanskje sammen med lærer, til å grave litt dypere for å finne hva som er kjemien bak spørsmålene.

Den andre gruppen inneholder spørsmål 1-3, 5-6 og 10-12. Dette er spørsmål som i ulik grad krever en tenkning som går lengre enn det som er pensum. Disse spørsmålene kobler til miljø, HMS, hverdagskunnskaper og mennesket. Jeg vil se litt nøyere på to spørsmål.

Spørsmål 10 er et miljøspørsmål som krever blant annet kunnskap om hvordan miljøgasser kan transporteres fra et sted til et annet. Samtidig er det et spennende tema, og selv om sur nedbør ikke er like aktuelt i dag, kan det likevel være interessant å studere, og kan bli relevant igjen i fremtiden. Dette kan også få elevene til å koble syre-base teorien til en situasjon i virkeligheten,

og elevene kan prøve å finne ut hva som gjorde at Sørlandet hadde størst problemer med sur nedbør.

I spørsmål 12 kreves det at eleven anvender det de har lært i en hverdagssituasjon. Elevene kan snakke om hva sitronskiven inneholder, og hva som kjemisk skjer med teen når sitronskiven blir lagt i. Kommer elevene frem til at sitron inneholder syre må dette brukes videre til å vurdere hva teen inneholder som gjør at den blir lysere. Da kan de anvende teorien om indikatorer og komme med forslag til at teen antagelig inneholder stoffer som virker som en indikator.

Spørsmål 13 skiller seg litt ut fra de andre, og får en gruppe for seg selv. Dette spørsmålet etterspør matematisk kunnskap om logaritmer, i tillegg til at forholdene til det konkrete systemet også spillet inn. Evnen til å motstå pH endring, buffere, er pensum i kjemi 2, så inkludering av dette må avhenge av klassen og situasjonen. Angående pH som logaritmisk skal kan dette være noe som er klart for noen elever, men ikke alle. For å sannsynliggjøre at elevene forstår koblingen, kan læreren for eksempel bruke litt tid på å skrive opp den logaritmiske skalaen (10) og undersøke hva det har å si i en titrering og hvordan det påvirker titerkurven.

Alle spørsmål i den første gruppen, i tillegg til spørsmål 13, er spørsmål som jeg tenker kan være lurt for læreren å lede elevene gjennom. Dette er på grunn av at spørsmålene kan bli besvart ganske simpelt og det kan behøves oppfølging fra læreren for å guide elevene inn på kjemien i spørsmålene, og da kan de bli ganske interessante.

Utfordringer og lærerens rolle i «Refleksjonsspørsmålene»

I samtalen jeg hadde med læreren som brukte denne boken kom det fram at noen av spørsmålene, etter hennes mening, var ledende og at elevene ville svare det som var overskriften på kapittelet. Hun dro frem spørsmål 12 og argumenterte med at dette spørsmålet er plassert i slutten av delkapittelet «Hvordan indikatorer virker», og at elevene da vil svare «på grunn av indikatorer» på spørsmål 12 uten å tenke videre. Dette tenker også jeg vil være et sannsynlig utfall, men dersom refleksjonsspørsmålet ble gitt, eller demonstrert før elevene lærte om indikatorer kunne spørsmålet få et mer utforskende preg. Uansett vil spørsmålet få en funksjon ved å koble kjemiverden og vår verden sammen, noe læreren kommenterte som veldig bra med flere av refleksjonsspørsmålene, og som hun var opptatt av å gjøre mer av i undervisningen. Refleksjonsspørsmålene kan være umotiverende for elever å stoppe ved dersom de leser gjennom et delkapittel og bare ønsker å lese ferdig. Dersom læreren oppmuntrer elevene til å diskutere spørsmålet, tror jeg det er mer sannsynlig at elevene setter seg inn i spørsmålet, enn om de bare leser det i forbifarten.

4.3 «Har du forstått det?»

Spørsmål som er plassert på slutten av et kapittel gir elevene mulighet til å oppsummere det de har lært. Elevene kan få testet om de kan det mest grunnleggende, men det kan også være spørsmål som utfordrer elevene til å tenke lengre, og til å formulere hva det de har lært kan brukes til ved hjelp av teori.

«Har du forstått det?» består at en rekke påstander om temaer fra kapitlet, som skal teste elevenes forståelse av det som er gjennomgått. Ved å benytte påstander som oppsummering åpner det for mulighet til å sjekke om elevene holder fast på vanlige misoppfattelser eller hverdagsforestillinger. Dette kan gjøres ved å inkludere påstander som høres logiske ut fra et hverdagsperspektiv, men som krever at elevene har forstått kjemiteorien for å svare rett. Det er ikke lagt inn fasit på påstandene, som strider litt med at man tenker det skal være en oppsummering der elevene kan sjekke om de har forstått teorien. Samtidig kan dette være nødvendig for å motivere elevene til å argumentere for og mot om påstandene er riktige og legge ned et arbeid i disse i stedet for å bare sjekke fasiten.

«Har du forstått det?» kapittel 7

Nr.	Spørsmål
1	Alle syrer er mer eller mindre giftige
2	En sterk syre har alltid høyere konsentrasjon enn en svak syre
3	Når en syre titrerer mot en base, blir løsningen alltid nøytral ved ekvivalenspunktet
4	En svak base har alltid en sterk korresponderende syre
5	Sterke syrer etser alltid mer enn svake syrer
6	Man kan bruke syrekonstantene til å sammenlikne protolysegraden til svake syrer
7	I flerprotiske syrer vil alltid første protolysetrinn ha høyere syrekonstant enn de seinere protolysetrinnene
8	Tilsetning av NaOH til vann vil øke løseligheten til marmor i vannet.
9	Nøytralisering er når en syre blir brutt ned
10	Når vi blander en nøytral og en basisk løsning blir blandingen nøytral
11	En blanding av like volumer av en løsning med pH 6 og en løsning med pH 8 blir en løsning med pH 7
12	Den sterke syren svovelsyre blir svakere når vi fortynner med en større mengde vann

Tabell 3 viser påstandene som står i tillegget «Har du forstått det?» i slutten av kapittel 7. Ut fra disse ser jeg to ulike typer påstander.

Den første gruppen av påstander, kunne også fungert som refleksjonsspørsmål. Dette gjelder påstand 6, 7 og 8. Påstand 6 og 8 krever at man bruker det som står i kapitlet og tenker litt videre. Svaret på påstand 7 står direkte i boken.

Resten av påstandene er mer eller mindre basert på typiske misoppfatninger hos elevene. Det er likevel ulike måter å tolke disse på, noe som kan være med på å bygge opp diskusjonen rundt dem. Jeg vil gå nærmere inn på noen av disse utsagnene, i lys av lærerens erfaringer.

Læreren forteller at den første påstanden «Alle syrer er mer eller mindre giftige», gav en fin diskusjon der klassen først konkluderte med at påstanden var rett. Etter timen hadde en av de elevene som ikke har best forståelse i kjemi kommet bort til læreren og argumentert med at det må finnes en definisjon på når noe er giftig, ellers er jo alt giftig, noe som viste at han tenkte videre.

Påstand 4, omhandler den nevnte misoppfattelsen under refleksjonsspørsmål 7, om styrken til korresponderende syrer og baser. Påstand 4, er gal, men kan bli satt som rett av flere elever på grunn av denne misoppfattelsen bunner ut i blanding med begreper. Sterkere korresponderende baser og sterke korresponderende baser er to veldig ulike kjemiske begrep, og det gjelder for elevene å rydde opp i hva begrepene betyr.

Påstand 11, er ganske interessant, og man kan diskutere utsagnet basert på hvilke typer syrer og baser løsningen består av, og hva det har å si at det er likt volum. Læreren var selv litt usikker på hva som var rett svar, noe som førte til diskusjon der de måtte prøve å finne svaret sammen.

Utfordringer og lærerens rolle i «Har du forstått det?»-spørsmålene.

Læreren jeg hadde samtale med, hadde brukt en dobbelttime på å gå gjennom disse utsagnene. Elevene jobbet først i grupper tre og tre, og deretter ble refleksjonene rundt påstandene tatt felles. Læreren sa at hun hadde håpet på diskusjon blant elevene, at det skulle bli en annerledes måte å oppsummere på, og ønsket at elevene skulle begrunne hvorfor de sa at en påstand var rett eller gal. Hennes erfaring var at elevene skrev rett, galt, galt, rett, uten å argumentere for eller mot. Særlig de flinkeste elevene ville bare få oppgaven unnagjort å spurte «Vi er ferdige. Hva skal vi gjøre nå?». De er ikke vant til å argumentere og å gå i dybden. Hun trodde at dersom de ble vant til å jobbe gjennom hele året med sånne typer spørsmål, kunne det gå bedre.

4.4 Oppsummering av analysefunn

I den reviderte utgaven av Aqua 1 er det lagt til nye grep for at det skal bli lettere for elevene å oppnå god fagforståelse i kjemi. Spørsmålene passer for at elevene skal jobbe sammen med oppgavene og bruke språket til å formulere forslag til løsninger og argumentere for og imot ulike syn. Funnt fra analysen viser at det ligger potensiale for læring i flere av de tilleggene som har kommet i den reviderte utgaven, men den spesifikke analysen av kapittel 7, viste at ikke alle grepene lykkes med å nå potensialene.

I analysen av «Har du tenkt på?» kom det frem at spørsmålene var krevende å svare på eller komme med forslag til, for de krevde et visst teoretisk grunnlag. Noen av spørsmålene hadde

et hverdagsperspektiv, som gjorde dem mer tilgjengelig for elevene. Spørsmålene kunne fungere fint om det var for å vise hva elevene skulle kunne svare på etter endt kapittel. Fra informasjon fra forfatter og forlag, var det at læreren skulle høre elevenes tanker om temaet, ikke i fokus. Dette tenker jeg tenker er en viktig del av spørsmålenes funksjon som burde vektlegges for å nå dets potensial.

«Refleksjonsspørsmålene» viste et variert utvalg av spørsmål, der mange av disse hadde potensiale til å få elevene til å gå dypere i teorien og finne ut hva kjemien som ligger bak er. Samtidig er en utfordring at spørsmålene kan være lett å hoppe over om elevene ikke ser på dem som relevante, og det kan også være lett å tenke at svaret står direkte i delkapittelet der refleksjonsspørsmålet er inkludert.

I analysen av «Har du forstått det?» ble det funnet at flere av påstandene inneholdt typiske misoppfattelser eller hverdagsforestillinger. Erfaringer ved bruk av disse påstandene som en oppsummering, viste at det var en utfordring å få elevene til å diskutere og argumentere for og imot påstandene. Når elevene startet å argumentere ble det veldig lærerikt, og flere enn de elevene som til vanlig pleide å bidra var med og deltok i diskusjonen.

5. Diskusjon

5.1 Forskningsspørsmål 1: Hva krever de nye tilleggene i Aqua fra eleven?

5.1.1 «Har du tenkt på?»

Funn fra analysen viser at spørsmålene i «Har du tenkt på» krever at elevene tenker tilbake på erfaringer de har og teori som tidligere er gjennomgått. De krever også at elevene kan tenke fremover til det som skal læres. I kapittel 7 kom det frem at mange av spørsmålene er vanskelig å besvare, og situasjonene spørsmålene beskriver kan være vanskelig å sette seg inn i basert på hverdagskunnskaper. I erfaringsbasert læring er et poeng at så lenge spørsmålet formidler en forventning til refleksjon, er det ikke så viktig hvilken type spørsmål som stilles for å aktivere forkunnskaper hos elevene (Thorsheim et al., 2016). Tittelen «Har du tenkt på» kan sees på som en slik oppmuntring til refleksjon, selv om spørsmålene er relativt lukket. Ser man hva som kreves av «Har du tenkt på» i forhold til det som kreves i AST av spørsmålene som blir brukt for å få frem elevenes ideer finnes det likheter og forskjeller. I AST er det sentralt at spørsmålene som stilles til elevene for å få frem ideer er utfordrende men innenfor elevenes rekkevidde. Det er også viktig at flere ideer kan bli utløst av spørsmålet, og at de er relevante for det som skal gjennomgås. Spørsmålene i «Har du tenkt på?» krever mer enn at de bruker hverdagskunnskap. Fagkunnskapen som er gjennomgått er heller ikke tilstrekkelig for å kunne svare på alle spørsmålene. Dersom det tenkes at spørsmålene skal forberede elevene på hva som kommer kreves det også at de husker spørsmålene og tenker tilbake på dem når den aktuelle teorien kommer.

5.1.2 «Refleksjonsspørsmål»

«Refleksjonsspørsmålene» krever at elevene bruker informasjonen i kapittelet til å løse en oppgave. Noen av spørsmålene krever at eleven husker det som er lest, mens andre krever at elevene har forstått det han har lest. Det som skiller dette er om spørsmålet står direkte besvart i kapittelet eller ikke. Spørsmålene krever også at elevene stopper opp og bruker tid på å svare på dem. Elevene må bruke det de har lært til nå i kapittelet, de må altså prosessere informasjonen i kapittelet for å kunne svare. Flesteparten av spørsmålene innledes med hvordan og hvorfor, som oppfordrer til argumentasjon og refleksjon. I flere tilfeller må ulike ideer kombineres for å svare på spørsmålene.

5.1.3 «Har du forstått det?»

I «Har du forstått det?» kreves det at elevene har en god oversikt over stoffet i kapittelet, og kan skille ut hva som er rett, fra hva som er galt. Det kreves også at elever kan diskutere og argumentere for og imot et utsagn.

5.2 Forskningsspørsmål 2: På hvilke måter kan tilleggene brukes i kjemiundervisningen?

5.2.1 «Har du tenkt på?»

Disse spørsmålene kan brukes i starten av en undervisningssekvens for å aktivere elevenes forkunnskaper og forberede dem på hva kapitlet skal inneholde. Dette er en typisk tenk-par-del aktivitet (Thorsheim et al., 2016). Ved å bruke spørsmålene på denne måten får eleven først tid selv til å tenke gjennom ideer fra tidligere erfaringer. Den individuelle delen er viktig ettersom det hovedsakelig handler om å hente frem elevens egne forkunnskaper for å kunne bygge ny kunnskap på. Deretter kan to-tre elever snakke sammen om disse ideene og her få mulighet til å formulere tankene sine for noen medelever før ideene tilslutt deles høyt i klassen. På denne måten kan læreren få del i elevenes tanker, og alle elevene kan høre på hverandres ideer. I AST nevnes viktigheten av å få frem elevenes ideer i helklasse for at læreren skal høre elevenes forkunnskaper, misoppfatninger og tenking, slik at denne kunnskapen kan brukes i planlegging av undervisning i det aktuelle kapittelet. På denne måten kan «Har du tenkt på?» tillegget brukes som en formativ vurdering, ved at læreren hører hva elevene sier og bruker det videre slik at elevene kan lære mer (Windschitl et al., 2018). Det er et viktig poeng å kunne bygge undervisningen opp rundt elevens tanker, interesser og ideer også for å motivere elevene med å gjøre undervisningen mer elevsentrert (Thorsheim et al., 2016; Windschitl et al., 2018)

Når elever tenker gjennom tidligere erfaringer kan det komme frem tema som kanskje ikke er så relevante for det kommende kapittelet. En viktig rolle læreren har da er å styre samtalen i retning slik at relevante kunnskaper kan aktiveres (Thorsheim et al., 2016). I tillegg til å bruke spørsmålene først, kan de også brukes mot slutten av kapittelet for å se tilbake på hvor elevene begynte, og se om de nå kan svare på spørsmålene. På denne måten kan elevene få innblikk i egen progresjon.

Ved å vurdere hvordan «Har du tenkt på?» kan få elever til å delta i det faglige snakket vil det bli tatt utgangspunkt i prinsippene fra *Erfaringsbasert læring* om aktivering av elever i faglig

samtale. Det første prinsippet er at spørsmålene skal stimulere elevene til å svare med egne ord. «Har du tenkt på?» etterspør hva elevene tenker, og ikke et fasisvar, noe som da passer til å aktivere elevene i samtaler. For det andre skal oppgavene oppfordre til tenking og språklig formulering av ideer, noe som også stemmer dersom spørsmålene blir brukt sammen med andre elever eller i helklasse. Det tredje punktet er at elevene skal kunne svare på spørsmålet som stilles og at spørsmålet utforsker elevens forståelse. Dette stemmer også med «Har du tenkt på?» spørsmålene skal gjøre, men med spørsmålene fra kapittel 7 som eksempel, stemmer ikke dette for alle spørsmålene, noe som da kan påvirke elevenes snakk negativt. Siste prinsipp er å vente med rett-galt -evaluering av svarene elevene gir til i etterkant av læringsprosessen, noe som læreren må være bevisst på.

5.2.2 «Refleksjonsspørsmål»

Refleksjonsspørsmålene kan brukes som en måte å sjekke om elevene forstår det de leser, og for å få elevene til å anvende det de har lært. At noen av spørsmålene er ledende basert på hvor de er plassert, gjør at det er viktig at læreren setter fokus på spørsmålene og gå rundt å høre på hva elevene har å si, og stille oppfølgingsspørsmål som får elevene til å forklare. Spørsmålene kan jobbes med individuelt eller i grupper. Noen av refleksjonsspørsmålene kan brukes som en form for PBL.

AQUA 1 er ikke en bok bygget opp rundt PBL prinsippet, men noen av spørsmålene kan likevel benyttes i en slik form. Et eksempel kan være refleksjonsspørsmålet *Hvorfor blir te lysere når vi legger en sitronskive i den?* Dette er et praktisk spørsmål som med fordel kan gjøres mer problembasert ved at elevene får et brev der det står: en dame har observert at teen blir lysere når hun legger en sitronskive oppi, og lurer på om noen kan hjelpe henne å forstå hvorfor.

Skal prinsippene i PBL bli fulgt må det begynne med problemet først. Dette betyr at i stedet for å ta oppgaven etter det er undervist om indikatorer, kan det tas før. Elevene blir organisert i små «forskergrupper», og leser spørsmålet denne damen har. Første steget er brainstorming der elevene snakker om problemet og ideer til løsninger. Ettersom de ikke har gjennomgått indikatorer enda så er det mest brukbare informasjonen først og fremst sitronskiven og at endringen skjer etter den er lagt i. Så må de finne ut hva de trenger vite mer om og samle informasjon, før de prøver å komme med en forklaring. Det behøver ikke være en hel 7 trinns PBL som går over uker, men kan for eksempel være en aktivitet i en time. I slutten av timene

kan elevene presentere hva svaret til damen vil være. Har kommer det sikkert ulike variasjoner av løsninger, og elevene kan på denne måten få økt forståelse av temaet (Pettersen, 2017).

5.2.3 «Har du forstått det?»

Disse påstandene kan brukes som det er tenkt i Aqua 1; som en oppsummering av kapitlet. En utfordring med å ha disse påstandene helt på slutten, er at det kan være dårlig tid til å ta tak i og rette opp i manglende forståelse som blir synlige. Spørsmålene er brukbare som oppsummering, med det burde være tid til å adressere disse påstandene som avslører om elevene fortsatt sitter igjen med misoppfattelser eller hverdagsforestillinger. Jeg tenker på en erfaring jeg hadde med en elev i kjemi 2. Vi snakket om buffere, som vi hadde hatt om før. Spørsmålet som skulle besvares var: «Hva består en buffer av?» og eleven svarte: «Buffer består av en sterk syre og en svak base.». Dette var en overgeneralisering eleven hadde gjort, på bakgrunn av relevant informasjon angående tillaging av buffer. Neste time spurte jeg igjen og han svarte «sterk syre og svak base». Uansett hvor mange ganger jeg forsøkte å overføre min overbevisning til han om at en buffer består av en svak syre og korresponderende base, eller svak base og korresponderende syre var det likevel denne setningen om sterk syre og svak base som ble sittende i eleven. På grunn av min manglende erfaring ved å adressere denne typen feil, klarte jeg ikke komme på hvordan dette skulle jobbes med. Dette var et typisk eksempel på at elevens bufferkunnskaper var basert på overflatelæring, der han hadde pugget noen setninger og ord, men hvilken kontekst begrepene hørte til var uklart for eleven. Denne typen misoppfattelse eller feil basert på pugging tror jeg ofte kan skje når det er mye stoff som skal læres, og læringen foregår på et overflatenivå. Det kan være vanskelig å endre noe som er «lært feil i dybden», og dette må adresseres tidligere i undervisningen enn helt ved slutten.

Denne utfordringen kan møtes ved å fokusere på at elevene skal argumentere for deres mening. Ved bruk av «Har du forstått det?» kan det være en ide at elevene først tenker igjennom individuelt hva de tenker om påstandene, og skriver ned et par argumenter for deres syn. Dette kan være med å motvirke at elever bare blir enige om enten rett eller galt uten å diskutere påstandene. Deretter når de møtes i grupper skal alle legge frem hva elevene selv har tenker, og deretter komme til enighet om et forslag og argumenter som støtter. Som beskrevet i teoridelen er det viktig at elevene er interessert i å finne rett løsning, ikke bare forsvare egne argument. Til slutt presenterer alle gruppene hva de har kommet frem til i klassen der de ulike argumentene blir diskutert. Dersom man som lærer opplever at elevene går i retning av feil svar kan oppfølgingsspørsmål for å klargjøre ideer anvendes. Dersom en gruppe har svarer at en påstand

er rett mens en annen gruppe har foreslått at påstanden er feil må argumentene settes opp mot hverandre og klassen jobber sammen for å finne ut hva som virker mest sannsynlig. Det kan også være en idé å inkludere andre svar en rett og galt i den individuelle fasen. Dersom eleven ikke har argumenter for eller imot, har han ikke forstått det, noe er like viktig å komme frem til som rett svar. Elevene behøver ikke bli tvunget til å komme med enten rett eller galt før de har diskutert det i grupper.

5.3 Forskningsspørsmål 3: I hvilken grad kan tilleggene bidra til dybdelæring?

5.3.1 «Har du tenkt på?»

«Har du tenkt på?» skal hjelpe elever å aktivere forkunnskaper. I teorien om dybdelæring er det et sentralt element at elevene bygger ny kunnskap på tidligere kunnskap og erfaringer. Aktivisering av elevers forkunnskaper er viktig, ettersom elevene kan ha relevante erfaringer og tanker som ikke kommer frem, om de ikke får sjansen til å bruke tid på å reflektere over det (Bransford et al., 2000, ss. 68-69; Sawyer, 2006). Et annet poeng som blir tatt frem av Bransford er elevenes forkunnskaper også kan skape utfordringer for læring. Elevene kan få grunnleggende misoppfatninger om de bygger ny kunnskap på tidligere erfaringer eller kunnskap som ikke henger sammen med det nye som skal læres. Derfor er det svært viktig å bruke tid på å få frem elevenes forkunnskaper, så misoppfatninger kan adresseres. Det blir også påpekt av Ohlsson (2011) at det ikke er lett å endre elevers oppfatninger av virkeligheten. Elever endrer ikke automatisk det de tenker basert på en kognitiv konflikt, eller dersom læreren introduserer en ny tankegang eller et nytt fenomen. Det må bygges opp nok argumenter for et nytt syn for å kunne erstatte det gamle synet, eller så må det gamle synet tilpasses så det kan passe til den nye informasjonen. Dersom læreren legger frem teorien i det nye kapittelet med bakgrunn i elevenes tanker allerede fra starten, vil dette kunne redusere sannsynligheten for at elever fastholder en misoppfatning, for eksempel av et begrep, når man kommer til slutten av et kapittel.

Et viktig prinsipp i dybdelæring er at elevene ser etter mønster og underliggende prinsipper (Sawyer, 2006). Dersom «Har du tenkt på?» omhandler de hovedideene i kapittelet kan dette være med på å støtte elevens dybdelæring med at elevene lettere kan forstå hva som er den grunnleggende informasjonen i kapittelet, og hva de ikke trenger å tenke like mye på.

5.3.2 «Refleksjonsspørsmål»

Refleksjonsspørsmålene kommer underveis i elevens læringsprosess. I AST er det viktig å gi mening til teorien gjennom aktiviteter, for eksempel laboratorieøvelser. Gjennom analysen kom det frem at refleksjonsspørsmålene hadde potensiale til å få elevene til både å anvende det de hadde lært og til å koble teorien til hverdagslivet, noe som kan være meningssskapende.

Refleksjon i seg selv er også sentralt i dybdelæring. Elevene skal reflektere over hva de vet og hvordan de kan komme seg videre. Sawyer skriver at det er sentralt at elevene reflekterer over egen læring og forståelse (2006). I National Research Council sine råd til hvordan overførbar kunnskap kan oppnås i klasserommet oppfordres det til utdyping, stille spørsmål med det de leser og forklare det de har lært for seg selv. Det er også et av hoved-kjennetegnene med dybdelæring at elevene skal kunne bruke det de har lært i nye sammenhenger. Basert på beskrivelsen av refleksjonsspørsmålene er meningen med dem å anvende kunnskapen de har lært, for å finne svaret på spørsmålet, og dette kan være med på å gi dybde i undervisningen.

5.3.3 «Har du forstått det?»

For å vurdere om «Har du forstått det» har potensiale for å støtte opp om elevens dybdelæring, er det flere perspektiv som kan bli tatt opp. Det mest grunnleggende er at elevene må begrunne hvorfor de svarer at en påstand er rett eller feil. Det å kunne reflektere over hva man mener, og komme med valide argumenter for hvorfor noe er rett eller ikke er veldig viktig. I forskningen som ble lagt frem i Erfaringsbasert læring, viste det at læringsutbyttet økte når elever diskuterte for å komme til enighet om et forslag og argumenter for hvorfor de har landet på det de har landet på økte. At studier har vist fordel med å jobbe i grupper der elevene skal argumentere og diskutere for å komme frem til én felles forklaring, gjør dette relevant for dybdelæring. Dette med utgangspunkt i at kunnskapen sitter i elevene lengre enn om de blir enige med en gang (Thorsheim et al., 2016).

Når elevene må formidle argumentene til medelever kan dette hjelpe elevene å identifisere hull i logikken, og sortere hva man mener og ikke (Windschitl et al., 2018). For å endre hva man i utgangspunktet tenkte kreves det ifølge Ohlsson (2011) en dyp kognitiv forandring. For at denne forandringen skal skje, må nok argumenter for et annet syn gi mer mening enn det som i utgangspunktet ble tenkt. Disse spørsmålene gir plass til å vurdere for og imot sine egne argumentasjoner, og høre på andres argumenter. Det ligger mye potensiale i denne typen oppsummering, så lenge de ulike påstandene faktisk blir nøye diskutert og argumentert for og

imot. Det går også an å inkludere ulike, som Ohlsson snakker om, grad av overbevisning om en påstand. Slik at elevene kan reflektere over sitt eget ståsted.

I første delen av analysen nevnte jeg utdypingen fra forfatter og forlag om deres tanke at når elever snakker kjemi, kan god læring oppstå. Gjennomgående i alle tilleggene er at de åpner for kontinuerlige muligheter for elevene å «snakke kjemi». Men som Kolstø skriver er det viktig å tenke over at ikke alle typer faglige samtaler er like lærerike, men at visse grep kan bli tatt for å øke læringsutbytte i slike situasjoner (Thorsheim et al., 2016). Disse tilleggene legger til rette for faglige samtaler, argumentasjoner og refleksjoner som er viktige prinsipper i dybdelæring. Spørsmålstypene legger også til rette for å komme dypere i kjemien, og koble kjemien til hverdagslivet.

6. Konklusjon

6.1 Hovedfunn

Målet med denne oppgaven var å få en større innsikt i hva dybdelæring er og om tillegg i en grunnbok kunne være med å støtte opp om elevers dybdelæring i kjemi. Ifølge stortingsmelding 28 handler dybdelæring om at elever får en helhetlig forståelse av fag og ser sammenhengen mellom fag, samt greier å anvende det de har lært, til å løse problemer og oppgaver i nye sammenhenger (Kunnskapsdepartementet, 2015-2016). I denne oppgaven er det blitt identifisert potensialer for dybdelæring i alle tilleggene i grunnboken Aqua 1. Potensiale er samtidig begrenset ettersom bruken av spørsmålene spiller stor rolle på utbytte til elevene.

«Har du tenkt på?» kan støtte opp om elevers dybdelæring ved å hjelpe elevene å aktivere forkunnskaper.

«Refleksjonsspørsmålene» gir elevene mulighet til å reflektere over det de har lært, og anvende kunnskapen for å løse problemer og støtte elevene underveis i læringsprosessen.

«Har du forstått det?» kan hjelpe elevene med å sortere kunnskapen de har å reflektere over hva de mener og hvorfor de mener det.

Funnene i studien viser at det kan bli lagt til rette for dybdelæring kun med små tiltak i undervisningen. Det er helt nødvendig at det fokuseres på blant annet refleksjon og argumentering, for at tilleggene skal kunne bidra til dybdelæring. Hvorvidt dette er nok for at elevene skal få varig og overførbar kunnskap er materiale for videre forskning.

6.2 Implikasjoner for forskning og veien videre

Som nevnt innledningsvis er målet med oppgaven å kunne få en forståelse av hvordan det kan legges til rette for dybdelæring i kjemiundervisning. Denne innsikten i hvordan dybdelæring kan se ut i praksis tror jeg kan være nyttig for andre kjemilærere og lærere i de andre naturfagene. Det er foreløpig begrenset med teori om hvordan man kan legge til rette for dybdelæring i klasserommet. 12. juli 2019 forventes boken *Dybdelæring i naturfag* av Liv Oddrun Voll. Denne boken skal fokusere på hvordan dybdelæring i naturfag ser ut i praksis, noe jeg ser frem imot å lese. Dybdelæring vil sannsynlig være fokuset for mange pedagoger og didaktikere i årene som kommer, og denne oppgaven kan kanskje være med som inspirasjon for videre studier.

Til videre forskning hadde det vært interessant å se enda nærmere på tilleggene både i grunnboken og i oppgaveboken. Det hadde også vært interessant å sammenligne enda mer hvilke typer spørsmål som er plassert i de ulike kategoriene i de andre kapitlene. Etter hvert når boken har blitt brukt en stund av lærere hadde det vært spennende og undersøkt hvordan ulike lærere bruker tilleggene, og hvordan de fungerer best i klasserommet.

Når den nye læreplanen i kjemi kommer, blir det spennende å se hva som skal legges vekt på i kjemiundervisningen. Når dette er bestemt, kan det også være lettere for læreren å legge til rette for dybde i undervisningen.

Referanser

- Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (2001). *A Taxonomy for learning, teaching, and assessing : a revision of Bloom's Taxonomy of educational objectives*.
- Blosser, P. E. (2000). *How to ask the right questions*. Washington, DC: National Science Teachers Association.
- Bransford, J., Brown, A. L., & Cocking, R. R. (2000). *How people learn: brain, mind, experience and school* (Expanded . utg.). National Academies Press.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2011). *Research methods in Education*. London: Taylor and Francis Group.
- Fullan, M., Quinn, J., & McEachen. (2018). *Dybdeløring*. Cappelen Damm.
- Gilje, Ø. (2016, Juli 3). *Læremidler og ressurser for læring - betydningen av struktur og progresjon*. Hentet fra utdanningsnytt.no: <https://www.utdanningsnytt.no/laereryrket-skoleutvikling-teknologi/laeremidler-og-ressurser-for-laering---betydningen-av-struktur-og-progresjon/144754>
- Gyldendal. (2018). *Aqua 1 i revidert utgave*. Hentet fra Gyldendal: <https://www.gyldendal.no/vgs/Aqua/Aqua-1-i-revidert-utgave2>
- Kunnskapsdepartementet. (2015-2016). Fag-Fordyping- Forståelse. (*Meld. St. 28*). Hentet fra www.regjeringen.no
- Kvale, S., & Brinkmann, S. (2015). *Det kvalitative forskningsintervju*. Oslo: Gyldendal Akademisk.
- Marton, F., & Säljö, R. (1976). ON QUALITATIVE DIFFERENCES IN LEARNING: I- outcome and process. *British Journal of Educational Psychology*(46), ss. 4-11.
- National Research Council. (2012). *Education for life and work : developing transferable knowledge and skills in the 21st century*. (J. W. Pellegrino, & M. L. Hilton, Red.) Washington, D.C: The National Academies Press. Hentet fra <https://doi.org/10.17226/13398>
- NOU 2014: 7. (2014). *Elevenes læring i fremtidens skole*. Hentet fra www.regjeringen.no
- NOU 2015: 8. (2015). *Fremtidens skole*. Hentet fra www.regjeringen.no
- Nystrand, M., & Gamoran, A. (1997). The Big Picture: Language and Learning in Hundreds of English Lessons. I M. Nystrand, *Opening Dialogue: Understanding the Dynamics of Language and Learning in the English Classroom* (ss. 30-74). Teachers College Press.
- Ohlsson, S. (2011). *Deep Learning*. New York: Cambridge University Press.

- Pettersen, R. C. (2017). *Problembasert læring for studenter og lærere*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Sawyer, R. K. (2006). The New Science of Learning. I R. K. Sawyer (Red.), *The cambridge handbook of the learning sciences* (ss. 1-16). New York: Cambridge University Press.
- Steen, B. G., Fimland, N., & Juel, L. A. (2018). *AQUA 1 Kjemi grunnbok*. Oslo: Gyldendal.
- Thagaard, T. (2009). *Systematikk og innlevelse*. Bergen: Fagbokforlaget.
- Thorsheim, F., Kolstø, S. D., & Andresen, M. U. (2016). *Erfaringsbasert læring*. Bergen: Fagbokforlaget.
- Utdanningsdirektoratet. (2018, november 26). *Hva er Fagfornyelsen?* Hentet fra Udir: <https://www.udir.no/laring-og-trivsel/lareplanverket/fagfornyelsen/nye-lareplaner-i-skolen/>
- Windschitl, M., Thompson, J., & Braaten, M. (2018). *Ambitious science teaching*. Massachusetts: Harvard education press.
- Østern, T. P., Dahl, T., Strømme, A., Petersen, J. A., Østern, Anna-Lena, & Selander, S. (2019). *Dybde//Læring- En flerfaglig, relasjonell og skapende tilnærming*. Oslo : Universitetsforlaget.