

## **Er kjemisk likevekt vanskelig å forstå?**

**Regine Valberg**

Masteroppgave i naturfagdidaktikk, EDU 3910

Innlevert: mai 2018

Veileder: Per-Odd Eggen.

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet  
Fakultet for samfunns- og utdanningsvitenskap  
Institutt for lærerutdanning



## **Forord**

Denne oppgaven er gjennomført ved institutt for lærerutdanning ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU), i perioden høsten 2017 og våren 2018. Denne perioden har vært en lærerik, givende og inspirerende prosess. Dette prosjektet har gitt meg innsikt i forståelsesutviklingen hos studenter, og viktigheten med å være bevisst på hvilken forståelse studentene har når de kommer inn i et klasserom. Denne studien har også gitt meg kunnskap om et tema som studentene har vanskeligheter med å forstå og lære.

Først vil jeg takke veilederen min Per-Odd Eggen, for inspirerende, konstruktiv og god tilbakemelding. Han har bidratt til å holde meg på stø kurs og hjulpet meg med å holde motivasjonen oppe. Jeg vil også rette en takk til Kjell Wiik for hjelp og tilrettelegging.

Familie og venner fortjener også en stor takk. Da spesielt min samboer Joakim som har bidratt med støtte, motivasjon og korrekturlesing. Jeg vil også takke Unni og min bror Kim som tok seg tid til å lese korrektur.

Regine Valberg

Trondheim, mai 2018



## Sammendrag

Kjemi blir ofte sett på som et fag som er krevende å lære. En mulig årsak er at modeller og begreper i faget er abstrakte. Tidligere forskning viser at studenter har vansker med å forstå kjemisk likevekt og at dette temaet er viktig for forståelsen av andre tema innenfor kjemien.

I denne studien er forståelsen, hos førsteårsstudenter, for temaet kjemisk likevekt undersøkt. For å undersøke dette er det benyttet en flervalgstest (Chemical Concept Inventory, forkortet CCI) for å vurdere studentenes konseptuelle forståelse. Det er også gjennomført intervju med fem studenter for å undersøke hvordan de løser utvalgte kjemisk likevektsoppgaver. Under intervjuet ble studentenes bruk av Le Châteliers prinsipp og om studentene var sikre eller usikre i sine resonnement vurdert.

Resultatene i studien viser at studentene har problemer med å forstå temaet kjemisk likevekt. Datamaterialet fra CCI-testen tyder på at studentene har liten konseptuell forståelse både i starten og i slutten av semesteret, noe som intervjuene bekrefter. Studentene som sa at de aktivt benyttet Le Châteliers prinsipp hadde problemer med å forutse resultatet som følger av en endring i konsentrasjon, i en kjemisk likevekt. Under intervjuene ble det også avdekket at enkelte studenter ikke hadde forståelse for at et kjemisk system i likevekt er i en dynamisk tilstand. De viste også tegn til usikkerhet når de svarte på spørsmålene under intervjuet, og enkelte uttrykte også dette eksplisitt. Denne studien viser at førsteårsstudenter ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU) har problemer med å forstå kjemisk likevekt.



## Summary

Chemistry is often regarded as a demanding subject to learn. One possible reason is that models and concepts in the subject are abstract. Previous research shows that students have difficulty understanding chemical equilibrium and that this topic is important for understanding other chemistry topics.

This study looks at the first-year students understanding of chemical equilibrium. A multiple-choice test (Chemical Concept Inventory, abbreviated CCI) is used to investigate students' conceptual understanding. Interviews with five students has also been conducted to look at how they solve selected chemical equilibrium tasks. The students' use of Le Châtelier's principle and whether the students are certain or uncertain of their reasoning when answering the questions during the interview, is evaluated.

The results of the study show that students have trouble understanding the topic of chemical equilibrium. The data from the CCI test indicate that the students have little conceptual understanding both at the beginning and the end of the semester. This is confirmed in the interviews. The students who said that they actively used Le Châtelier's principle had difficulty predicting the result of a change in concentration, in a chemical equilibrium. During the interviews it was also discovered that some students did not understand that a chemical system in equilibrium is in a dynamic state. The students also showed signs of uncertainty when answering the questions during the interview, and some students also expressed this explicitly. This study shows that first-year students at the Norwegian University of Science and Technology (NTNU) has trouble understanding chemical equilibrium.





## Innholdsfortegnelse

<b>1</b>	<b>Introduksjon</b> .....	<b>11</b>
1.1	Bakgrunn for valg av tema .....	11
1.2	Problemstilling.....	12
1.3	Definisjon av begreper .....	13
<b>2</b>	<b>Teori</b> .....	<b>17</b>
2.1	Studentenes forståelsesutvikling.....	17
2.1.1	Forståelsesutvikling .....	17
2.1.2	Konseptuell forståelse .....	18
2.1.3	Forståelsesnivå .....	19
2.2	Forståelse av kjemisk likevekt .....	21
2.2.1	Le Châteliers prinsipp .....	21
2.2.2	Alternative oppfatninger .....	22
<b>3</b>	<b>Metode</b> .....	<b>27</b>
3.1	Metodisk tilnærming.....	27
3.1.1	CCI- Chemical Concept Inventory .....	27
3.1.2	Utvalg av deltakere til intervju .....	30
3.2	Kvantitativ og kvalitativ metode .....	33
3.2.1	Flervalgstest.....	34
3.2.2	Semistrukturert intervju .....	35
3.3	Etiske utfordringer .....	37
3.4	Undersøkelse av kvalitet .....	38
3.4.1	Kvalitet i kvantitativ forskning .....	38
3.4.2	Kvalitet i kvalitativ forskning.....	39
3.4.3	Testmotivasjon .....	39
3.5	Dataanalyse .....	40
3.5.1	Kvantitativ analyse.....	40
3.5.2	Kvalitativ analyse .....	40
<b>4</b>	<b>Resultater og analyse</b> .....	<b>43</b>
4.1	Kvantitativ del .....	43
4.2	Kvalitativ del.....	47
4.2.1	Forståelsen for oppgave 10 .....	48
4.2.2	Forståelsen for oppgave 12 .....	51

4.2.3	Studentenes usikkerhet .....	56
4.2.4	Le Châteliers prinsipp .....	59
<b>4.3</b>	<b>Resultatene fra intervjuet sett i sammenheng med CCI-testen .....</b>	<b>62</b>
4.3.1	Post-test .....	64
<b>5</b>	<b>Drøfting .....</b>	<b>67</b>
5.1	Oppgave 10.....	67
5.2	Oppgave 12.....	68
5.3	Studentenes usikkerhet .....	69
5.4	Le Châteliers prinsipp.....	69
5.5	Forståelsen hos studentene .....	70
5.6	Undersøkelsens metode .....	73
5.6.1	Flervalgstest.....	73
5.6.2	Utvalget .....	74
5.6.3	Intervju .....	74
5.6.4	Testmotivasjon .....	75
<b>6</b>	<b>Konklusjon.....</b>	<b>77</b>
6.1	Forslag til videre studier.....	78
<b>7</b>	<b>Litteraturliste.....</b>	<b>79</b>
<b>8</b>	<b>Vedlegg.....</b>	<b>83</b>

## **Figurliste**

Figur 1: Definisjon av konseptuell forståelse (Holme, Luxford & Brandriet, 2015). .....	18
Figur 2: Oppgave 10. ....	28
Figur 3: Oppgave 12. ....	29
Figur 4: Gruppering av studenter. ....	44
Figur 5: Grafen tegnet av Student 6 i forbindelse med oppgave 12. ....	52
Figur 6: Grafen tegnet av Student 2 i forbindelse med oppgave 12. ....	53
Figur 7: Grafen tegnet av Student 3 i forbindelse med oppgave 12. ....	54
Figur 8: Grafen tegnet av Student 4 i forbindelse med oppgave 12. ....	56



## Tabelliste

Tabell 1: Dybde- og overflatelæring (NOU 2014:7, s. 36).....	14
Tabell 2: Inndeling i forståelsesnivå for begreper, fra "lav kontroll" til "aktiv kontroll" (Bravo et al., 2007), inspirert av Haug og Ødegaard (2014). .....	20
Tabell 3: Resultatene fra pre-test for studentene som meldte seg til intervju.....	30
Tabell 4: Svarene fra pre-testen for studentene som meldte seg til intervju.....	31
Tabell 5: Antall studenter som valgte de forskjellige svaralternativene, under CCI-pre-test (kjemisk likevektsoppgavene). .....	32
Tabell 6: Svarene til studentene som meldte seg til intervju. ....	33
Tabell 7: Kategorisering brukt i resultat- og analysekapittel.....	41
Tabell 8: Gjennomsnittlig antall riktig svar for de ulike grupperingene. ....	45
Tabell 9: Andel studenter med korrekt svar på oppgave 10 og oppgave 12, for de ulike grupperingene. ....	46
Tabell 10: Intervjuobjektens resultater fra CCI-pre-test. ....	46
Tabell 11: Intervjuobjektens svar fra intervju. ....	47
Tabell 12: Antall ganger studentene sier at de er usikker i intervjuet. ....	59
Tabell 13: Kategorisering av studentenes forståelsesnivå av Le Châteliers prinsipp, basert på kategoriseringen til Bravo et al. (2007) . ....	59
Tabell 14: Resultatene fra CCI-testen og fra intervjuet. ....	63
Tabell 15: Andel studenter som svarer korrekt på oppgave 10 og 12, for de ulike grupperingene. ....	64
Tabell 16: Sammenligning av pre- og post-test. ....	65



# 1 Introduksjon

For mange elever og studenter oppleves kjemi som et vanskelig fag å forstå (Barke, Hazari & Yitbarek, 2009; Gabel, 1999; Nakhleh, 1992), realfagene generelt omtales som vanskelige fag. Innenfor dette fagområde oppnår studentene et lavere kunnskapsnivå enn det som er ønskelig. Regjeringen kom i 2015 med en ny realfagsstrategi, der de sier at de skal styrke realfagene allerede i barnehagen (Kunnskapsdepartementet, 2015, s. 6-7). Regjeringen retter altså sitt fokus mot realfagene, og viktigheten med dette fagområdet.

Kjemi er et komplekst fag, der det er mange nye begreper og teorier som studentene skal lære og forstå. Dette kan være med på å sette begrensninger for hvor mange eksempler og modeller det er plass til i en lærebok eller i undervisningen. Dette kan gjøre at studentene får problemer med å knytte begrepene eller teoriene til de hverdagsforestillingene de allerede har (Gabel, 1999). Læreplanen har i følge Ludvigsen-utvalget for mange kompetansemål (NOU 2015:8, s. 12). I en annen rapport fra Kunnskapsdepartementet står det skrevet at en ekspertgruppe påpeker ”at læreplanene er for omfattende, noe som gir liten mulighet til å arbeide med temaer over tid, og til at elevene oppnår dybdeforståelse” (2015, s. 16).

Innenfor kjemi blir kjemisk likevekt betraktet som et av de vanskeligste temaene i generell kjemi (Voska & Heikkinen, 2000, s. 160). Det er også et tema der studentene ofte har oppfatninger om som ikke stemmer med den vitenskapelige aksepterte fremstillingen (Bergquist & Heikkinen, 1990; Huddle & Pillay, 1996; Voska & Heikkinen, 2000; Wheeler & Kass, 1978). Bergquist og Heikkinen (1990) påstår at forståelsen for temaet kjemisk likevekt er spesielt viktig for at studentene skal kunne forstå andre kjemiske tema, som syre-base reaksjoner, redoksreaksjoner og løselighet.

## 1.1 Bakgrunn for valg av tema

I denne studien ønsker jeg å se på studentenes forståelse for temaet kjemisk likevekt. Som en fremtidig naturfag- og kjemilærer er det viktig for meg å få kunnskap om studenters forståelse og forståelsesutvikling. Det er nærliggende å tro at en økt kunnskap om forståelsen til studentene kan ha en positiv effekt på undervisningen. Videre tror jeg at denne studien kan være til hjelp for andre kjemilærere som underviser i kjemisk likevekt.

## 1.2 Problemstilling

Problemstillingen for denne studien er:

*Hvordan forstår førsteårsstudenter ved NTNU temaet kjemisk likevekt?*

For å belyse denne problemstillingen vil jeg vurdere resultatene fra en kjemisk konseptuell flervalgstest (CCI-test<sup>1</sup>). Dette verktøyet er designet for å avdekke studenters konseptuelle forståelse<sup>2</sup> i kjemi. Datamaterialet fra CCI-testen vil fungere som et supplement til de kvalitative dataene fra intervju med studentene. Studiens design blir å se sammenhengene ved kvantitativ- og kvalitativ metode, altså ved *triangulering* (Robson & McCartan, 2016, s. 107, 171).

For å se på studentenes forståelse for temaet kjemisk likevekt vil jeg vurdere om studentene er sikre eller usikre når de resonnerer seg frem ved problemløsning under intervjuet. Er studentene overbevist om at det de resonnerer seg frem til er korrekt? Videre vil jeg også se på studentenes benyttelse av Le Châteliers prinsipp. Fra tidligere studier fra andre land er det funnet ut at studenter har problemer med å benytte Le Châteliers prinsipp (Akkus, Kadayifci & Atasoy, 2003; Hackling & Garnett, 1985; Huddle & Pillay, 1996; Karpudewan, Treagust, Mocerino, Won & Chandrasegaran, 2015; Thomas & Schwenze, 1998; Voska & Heikkinen, 2000; Wheeler & Kass, 1978). Studentene er blant annet forvirret når de benytter Le Châteliers prinsipp og har vanskeligheter med å forutse endringene i en kjemisk likevekt (Bergquist & Heikkinen, 1990).

For å svare på problemstillingen har studien to forskningsspørsmål:

- *Hvor sikker er studenter når de svarer på spørsmål knyttet til temaet kjemisk likevekt?*
- *Hvordan benytter studentene Le Châteliers prinsipp når de besvarer spørsmålene?*

---

<sup>1</sup> CCI: Chemical Concept Inventory- oversatt til norsk kjemisk konseptuell beholdning, en test som forsøker å avdekke studentenes konseptuelle forståelse.

<sup>2</sup> Konseptuell forståelse kan forstås av et mer hverdagslig uttrykk, nemlig grunnleggende forståelse. Dette begrepet utledes mer i kapittel 2.1.2.



### 1.3 Definisjon av begreper

Forståelsen er et sentralt begrep innenfor vitenskapsteorien, og da særlig innenfor hermeneutikken. Innenfor hermeneutikken kan forståelse forklares med den hermeneutiske sirkelen. For å forstå helheten i sirkelen, må man forstå delene, og for å forstå delene i sirkelen må man forstå helheten (Alvesson & Sköldbberg, 2008). I denne studien kan man se for seg at helheten i sirkelen er studentenes forståelse av kjemi, mens en av delene består av forståelsen for kjemisk likevekt.

I denne studien brukes *forståelse* om studentenes evne til å beskrive med egne ord, og anvende kunnskapen i ulike situasjoner.

Forståelsen hos studentene består av oppfatninger. Disse oppfatningene varierer for ulike studenter, og er i denne studien delt inn i tre kategorier: misoppfatning/alternativ oppfatning, umoden oppfatning og manglende oppfatning.

*Misoppfatning/alternativ oppfatning*: feil eller annerledes oppfatning. En annen oppfatning enn den som er den aksepterte oppfatningen innenfor et fagområde.

*Umoden oppfatning*: uferdig oppfatning. Studenten har en oppfatning som ikke er ferdig utviklet.

*Manglende oppfatning*: ingen oppfatning. Studenten har ingen formening om temaet.

For at studentene skal utvikle en forståelse for et fagområde må dette læres. Ludvigsen-utvalget (NOU 2014:7) kategoriserer læring i dypde- og overflatelæring, fra Sawyer (2006). Denne inndelingen kan man se i Tabell 1.

Tabell 1: Dybde- og overflatelæring (NOU 2014:7, s. 36).

<b>Dybdelæring</b>	<b>Overflatelæring</b>
<i>Elever relaterer nye ideer og begreper til tidligere kunnskap og erfaringer.</i>	<i>Elever jobber med nytt lærestoff uten å relatere det til hva de kan fra før.</i>
<i>Elever organiserer egen kunnskap i begrepssystemer som henger sammen.</i>	<i>Elever behandler lærestoff som atskilte kunnskapselementer.</i>
<i>Elever ser etter mønstre og underliggende prinsipper.</i>	<i>Elever memorerer fakta og utfører prosedyrer uten å forstå hvordan eller hvorfor.</i>
<i>Elever vurderer nye ideer og knytter dem til konklusjoner.</i>	<i>Elever har vanskelig for å forstå nye ideer som er forskjellige fra dem de har møtt i læreboka.</i>
<i>Elever forstår hvordan kunnskap blir til gjennom dialog og vurderer logikken i et argument kritisk.</i>	<i>Elever behandler fakta og prosedyrer som statisk kunnskap, overført fra en allvitende autoritet.</i>
<i>Elever reflekterer over sin egen forståelse og sin egen læringsprosess.</i>	<i>Elever memorerer uten å reflektere over formålet eller over egne læringsstrategier.</i>

*Kilde: Sawyer 2006, utvalgets oversettelse*

Ludvigsen-utvalget beskriver dybdelæring slik (NOU 2014:7, s. 35):

Dybdelæring handler 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[sic] at elevene bruker sin evne til å analysere, løse problemer og reflektere over egen læring til å konstruere helhetlig og varig forståelse.

Denne beskrivelsen viser at dybdelæring handler om å utvikle forståelse av begreper og sammenhenger innenfor et fagområde. Det er dermed også mulig å dele inn forståelse i dybde- og overflateforståelse, der dybdelæring fører til dybdeforståelse og overflatelæring fører til overflateforståelse. Kunnskapsdepartementet bruker også ordet dybdeforståelse i sin realfagsstrategi ”Tett på realfag” (2015).

For å vurdere studentenes forståelse for kjemisk likevekt skal jeg se på hvor *sikker* eller *usikker* studentene er på det faglige under intervjuet. Fra bokmålsordboka knyttet til språkrådets nettside er beskrivelsen på ordene sikker og usikker slik:

*Sikker*: fast, uryggelig og overbevist. ”Være sikker i sin sak”.

*Usikker*: tvilsom, dårlig fundert, rådvill og ubesluttsom. ”Føle seg usikker”.

I denne studien er en student *sikker* dersom han/hun gir en forklaring som er klar og overbevisende. Er studenten derimot tvilende og ubesluttsom i sine uttalelser vil studenten bli vurdert til å være *usikker*.



## 2 Teori

### 2.1 Studentenes forståelsesutvikling

#### 2.1.1 Forståelsesutvikling

Jean Piaget har hatt en stor innflytelse på læringsteorier. Han var spesielt opptatt av hvordan mennesket gjennom læring og utvikling selv konstruerer sin forståelse av omverden. Piagets læringsteori ser på forståelsen av læring som en *likevektsprosess*. Individet jobber for å opprettholde en likevekt ved at individet aktivt tilpasser seg omgivelsene samtidig som en tilpasser omgivelsene etter sine egne behov. Denne tilpassingen finner sted med et samspill av to prosesser som foregår parallelt. Disse prosessene er *assimilasjon* og *akkomodasjon* (Illeris, 2000, s. 25-29).

Assimilasjon innebærer at man tilegner seg ny kunnskap som kan inngå i de allerede eksisterende strukturene (Illeris, 2000, s. 25-29). Et eksempel på dette er når læreren gjennomgår en kjemisk prosess som ikke er gjennomgått tidligere, der studenten har kunnskap om tema men ikke om den aktuelle prosessen. Studenten tilpasser da den nye kunnskapen til det allerede eksisterende kjemi-skjemaet. Det stadiet der studentens nye kunnskap ikke passer inn i de allerede eksisterende strukturer, kalte Piaget akkomodasjon (Illeris, 2000, s. 25-29). Dette innebærer at studenten må endre allerede eksisterende strukturer for å tilpasse seg den nye kunnskapen.

Mye har skjedd innenfor læringsteori etter Jean Piaget. Et annet eksempel på en som også har hatt en sentral rolle innenfor læringsteori, er Lev Vygotskij. Han var opptatt av at læring oppstår i sosialt samspill, interaksjoner mellom individer. Tenkning er en kollektiv prosess, noe som finner sted *mellom* mennesker så vel som *i* dem (Säljö, 2001, s. 110-117).

Hvordan kan man utvikle en forståelse? Ludvigsen-utvalget beskriver at forståelsen blir utviklet slik: ”Å utvikle forståelse innenfor et fagområde eller på tvers av fagområder krever at elevene tilegner seg kunnskaper og ferdigheter, og at de reflekterer over det de lærer, og setter det i sammenheng med det de kan fra før.” (NOU 2015:8, s. 10).

Forståelsen er dermed påvirket av den kunnskapen man har fra før. Dersom kunnskapen man har fra før er ukorrekt eller misforstått kan dette skape problemer med utviklingen av forståelsen

(Akkus et al., 2003; Hackling & Garnett, 1985; Nakhleh, 1992). Dette gjør at misoppfatningene studentene har for et tema (mer om dette i kapittel 2.2.2), kan videreføres når ny kunnskap introduseres. Dette kan kanskje forhindres dersom læreren er bevisst på hvilken kunnskap studentene har i forkant av undervisningen.

### 2.1.2 Konseptuell forståelse

Det er utfordrende å komme med en definisjon av *konseptuell forståelse* (Holme et al., 2015). Det viser seg at kjemilærere som underviser ved ulike trinn har en intuitiv forståelse av hva de mener er en konseptuell forståelse. Holme et al. (2015) har gjort en undersøkelse der de har spurt 1400 kjemilærere ved ulike trinn hvilken individuell definisjon de har av konseptuell forståelse. Dette førte til en definisjon med flere deler, slik man kan se i Figur 1.

Box 1. Defining Conceptual Understanding	
In chemistry, there are core chemistry ideas that include theories, practices, patterns, and relationships. A student who demonstrates conceptual understanding can:	
Transfer	• Apply core chemistry ideas to chemical situations that are novel to the student.
Depth	• Reason about core chemistry ideas using skills that go beyond mere rote memorization or algorithmic problem solving.
Predict	• Expand situational knowledge to predict and/or explain behavior of chemical systems.
Problem Solving	• Demonstrate the critical thinking and reasoning involved in solving problems including laboratory measurement.
Translate	• Translate across scales and representations.

Figur 1: Definisjon av konseptuell forståelse (Holme, Luxford & Brandriet, 2015).

Fra Figur 1 vil det være ønskelig å fremheve hovedkategoriene: *depth* og *predict*, som ekstra relevante for denne studien. *Depth* tar for seg studentens evne til å argumentere og forklare kjerneideer (konsepter) i kjemi, og *Predict* tar for seg studentens evne til å forutsi eller forklare kjemiske systemer.

### 2.1.3 Forståelsesnivå

I kjemiundervisningen blir studentene introdusert til en betydelig mengde nye og vanskelige ord (Bravo, Cervetti, Hiebert & Pearson, 2007). Disse ordene og begrepene er viktige for at studentene skal lære seg kjemi. Ludvigsen-utvalget skriver at ”Dybdelæring handler om at elevene gradvis utvikler sin forståelse av begreper og sammenhenger innenfor et fagområde” (NOU 2014:7, s. 35).

I den grunnleggende delen av læreplanen for faget Kjemi 1 står det at studentene skal ha ferdigheter som gjør dem i stand til ”Å kunne uttrykke seg muntlig og skriftlig i kjemi...”. Dette innebærer at de skal kunne vurdere og argumentere presist i faglige diskusjoner (Utdanningsdirektoratet, 2006). For at studentene skal kunne uttrykke seg muntlig og presist må de ha et språk som også er det, noe som innebærer at de har en god ordforståelse.

Ord- og begrepsforståelse er viktig for at studentene skal få en konseptuell forståelse (Bravo et al., 2007). En inndeling som kategoriserer forståelse og læring av nye ord og begreper kan deles inn i tre kategorier: ”lav kontroll”, ”passiv kontroll” og ”aktiv kontroll” (Bravo et al., 2007, s. 164). Denne inndelingen av begrepskontroll viser utviklingen av forståelsen fra en som kun har hørt ordet før, til en som kan bruke begrepet i et nettverk med andre ord og begreper og løse problemer i nye situasjoner. Tabell 2 viser kjennetegnene ved de ulike forståelsesnivåene. Tabellen er inspirert av Haug og Ødegaards (2014) fremstilling.

Tabell 2: Inndeling i forståelsesnivå for begreper, fra "lav kontroll" til "aktiv kontroll" (Bravo et al., 2007), inspirert av Haug og Ødegaard (2014).

	Forståelsesnivå	Kognitiv prosess	Beskrivelse
Konseptuell forståelse	Lav kontroll	Gjenkjennelse	Å vite hvordan betegnelsen til et begrep høres ut eller ser ut når det er skrevet.
	Passiv Kontroll	Definisjon	Å være i stand til å gjengi et begreps definisjon, men har liten forståelse for meningen bak begrepet og betydningen av det.
		Nettverk	Å vite begrepets forhold til andre ord og begreper.
	Aktiv kontroll	Kontekst	Å vite hvordan begrepet brukes i en kontekst, og forstå hvordan begrepet kan brukes i ulike setninger.
		Anvendelse	Å vite hvordan man skal anvende begreper i sammenhenger i utforskende aktiviteter av et fenomen.
		Syntese	Å vite hvordan man skal anvende begrepet når vi kommuniserer den nye kunnskapen om det studerte fenomenet, og løse problemer i nye situasjoner ved å bruke tilegnet kunnskap.

Aktiv kontroll er spesielt viktig for realfag siden det fører til en konseptuell forståelse (Bravo et al., 2007).

At studentene har et korrekt språk i naturfaget er viktig for forståelsen. Taber og Watts (1996) beskriver i en studie at studenter gir ikke-menneskelige ting menneskelige egenskaper, som følelser og vilje. Dette kalles for *antropomorfisme*. Slike beskrivelser kan for eksempel være at en ting "ønsker", "trenger" eller "vil" noe. Taber og Watts (1996) argumenterer at det er et skille mellom når eksempler med antropomorfisme er nyttig til å hjelpe kommunikasjon og forståelse, og når eksemplene er i veien for forståelsen.



## 2.2 Forståelse av kjemisk likevekt

Aslak Opsahl Brimi og Mari Roen Hansen skriver i sin masterstudie om temaet kjemisk likevekt i forhold til et historisk perspektiv og hvordan temaet ble benyttet i eldre norske lærebøker (2008). Brimi og Hansen skriver at det kanskje kan sies at kunnskapen om kjemisk likevekt skjot fart først rundt 1700-tallet. I norske lærebøker har omfanget og dybden av forklaringen av temaet kjemisk likevekt endret seg mye fra første gang det ble omtalt i Waages lærebok i 1908 til i dag (Brimi & Hansen, 2008).

I den norske skolen i dag skal elevene ved videregående skole som tar faget Kjemi 1 i følge kompetansemålene lære å ”gjøre beregninger på kjemiske likevekter og drøfte likevektene” (Utdanningsdirektoratet, 2006). Videre er det i faget Kjemi 2 ikke nevnt kjemisk likevekt i kompetansemålene. Dette til tross for at tidligere forskning fra Sør-Afrika (Huddle & Pillay, 1996), Canada (Wheeler & Kass, 1978), USA (Thomas & Schwenze, 1998; Voska & Heikkinen, 2000), Australia (Hackling & Garnett, 1985), Tyrkia (Akkus et al., 2003) og Malaysia (Karpudewan et al., 2015) beskriver flere misoppfatninger som oppstår i kjemi og for temaet kjemisk likevekt. Det kommer frem i disse artiklene at kjemisk likevekt er blant de vanskeligste temaene å forstå innenfor kjemi.

### 2.2.1 Le Châteliers prinsipp

Det er ofte et spesielt fokus på Le Châteliers prinsipp når det kommer til temaet kjemisk likevekt. Dette kan være et nyttig verktøy for å vurdere likevektsystemer som blir utsatt for ytre påvirkninger. Et eksempel på en fremstilling av Le Châteliers prinsipp, fra en lærebok for Kjemi 1, er vist under (Steen, Fimland & Juel, 2010, s. 152).

Den franske kjemikeren Henri Le Châtelier formulerte allerede i 1884 sitt berømte prinsipp om hvordan en kjemisk likevekt blir påvirket av endringer som blir gjort på likevektsblandingen. I vår daglige tale kan vi formulere prinsippet omtrent slik:

Når et system som er i kjemisk likevekt, blir utsatt for en ytre påvirkning, vil likevekten forskyves i en slik retning at den ytre påvirkningen blir motvirket.

Et problem med fremstillingen i lærebøkene er at de ikke forteller om begrensningene ved dette prinsippet. Fremstillingen av prinsippet kan ofte være vag og utydelig, noe som kan føre til misforståelser (Quílez-Pardo & Solaz-Portolés, 1995, s. 941-942). Wheeler og Kass (1978) fant i sin studie at studentene hadde problemer med å benytte Le Châteliers prinsipp for å løse oppgaver. Studentene benyttet Le Châteliers prinsipp i tilfeller der dette prinsippet ikke er gyldig, for eksempel tilsetning av inert gass eller fast stoff (Quílez-Pardo & Solaz-Portolés, 1995). Studenten gir da enten ukorrekt svar, eller korrekt svar med en ukorrekt begrunnelse.

### **2.2.2 Alternative oppfatninger**

Alle studenter møter til undervisningen med ulike utgangspunkt. På samme måte kan studentenes forståelse utvikles ulikt. Studentenes forståelse kan da være forskjellig fra det som er den aksepterte vitenskapelige fremstillingen (Barke et al., 2009, s. 21-22). I følge Barke et al. (2009, s. 21-22) glemmer man ofte at elevene og studentene ofte har, gjennom observasjon, kommet frem til sine idéer om verden. Innenfor vitenskapen er de i godt selskap med forskere og naturfilosofen som har benyttet sin evne til å observere og bruke logisk tenkning til å forme sine idéer.

En forståelse som ikke er i samsvar med den vitenskapelig aksepterte forståelsen kalles ofte for en misoppfatning eller en alternativ oppfatning i litteraturen (Barke et al., 2009, s. 21; Garnett, Garnett & Hackling, 1995; Nakhleh, 1992). Dersom en student har en alternativ oppfatning av et tema, vil studenten forsøke å plassere ny kunnskap inn i den allerede eksisterende oppfatningen (Garnett et al., 1995; Nakhleh, 1992). Dette kan føre til flere oppfatninger som ikke samsvarer med de som er vitenskapelig akseptert. Disse kan være vanskelig å endre (Driver, 1989). Dermed burde alle lærere være klar over at studentene kan ha alternative oppfatninger og være bevisste på hvilken kunnskap studentene har (Barke et al., 2009, s. 21; Driver, 1989).

Kjemisk likevekt blir betraktet som et av de vanskeligste temaene innenfor generell kjemi (Bergquist & Heikkinen, 1990; Voska & Heikkinen, 2000). Likevel er kjemisk likevekt veldig viktig for å forstå de grunnleggende konseptene innenfor generell kjemi (Barke et al., 2009, s. 145). Bergquist og Heikkinen skriver at (1990, s. 1000):

Equilibrium, considered one of the more difficult chemical concept to teach, involves a high level of student misunderstanding. Yet equilibrium is fundamental to student understanding of other chemical topics such as acid and base behavior, oxidation/reduction reactions, and solubility. Mastery of the concepts associated with equilibrium facilitates the mastery of these other chemical concepts.

Finley, Stewart og Yarroch (1982) gjennomførte en studie der de undersøkte vanskeligheten med ulike tema innenfor kjemien. Resultatet viste at lærere oppga kjemisk likevekt som det vanskeligste temaet å undervise. Det kan dermed forventes at studentene har alternative oppfatninger siden dette temaet er vanskelig å undervise og forstå.

Fra tidligere forskning er det funnet flere problemområder studentene har for temaet kjemisk likevekt. Noen av disse problemområdene som studentene har er presentert under.

- Vanskeligheter med å forstå hva det vil si at en kjemisk likevekt er **dynamisk** (Garnett et al., 1995; Gussarsky & Gorodetsky, 1990; Huddle & Pillay, 1996; Johnstone, MacDonald & Webb, 1977).
- Vanskeligheter med å forstå **reversibilitet** (Bergquist & Heikkinen, 1990; Huddle & Pillay, 1996; Wheeler & Kass, 1978).
- Vanskeligheter med å forstå skillet mellom hvor **raskt** en reaksjon går (reaksjonshastigheten) og hvor **langt** reaksjonen kommer til å gå (Bergquist & Heikkinen, 1990; Huddle & Pillay, 1996; Wheeler & Kass, 1978).
- Vanskeligheter med å forstå at et kjemisk likevektsystem ikke har **to adskilte sider** som kan være uavhengig av hverandre (Bergquist & Heikkinen, 1990; Garnett et al., 1995; Gussarsky & Gorodetsky, 1990; Johnstone et al., 1977).
- Vanskeligheter med å forstå når **likevektskonstanten** er konstant og ikke (Bergquist & Heikkinen, 1990; Garnett et al., 1995; Quílez-Pardo & Solaz-Portolés, 1995; Wheeler & Kass, 1978).
- Vanskeligheter med å forutse resultatet av en endring av et forhold i en kjemisk likevekt og **bruken av Le Châteliers prinsipp** (Bergquist & Heikkinen, 1990; Johnstone et al., 1977; Quílez-Pardo & Solaz-Portolés, 1995; Wheeler & Kass, 1978).
  - Studenter viser at de er forvirret over bruken av Le Châteliers prinsipp ved at de (Bergquist & Heikkinen, 1990):
    - Prøver å justere et system som allerede er i likevekt.

- Prøver å justere konsentrasjonen for kun det kjemiske stoffet som er tilsatt.
- Prøver å justere konsentrasjonen for alle de kjemiske stoffene *unntatt* det kjemiske stoffet som er tilsatt.

Et kjemisk system som er i likevekt er i en **dynamisk** tilstand, dette vil si at reaksjonen går kontinuerlig i begge retninger. Mange studenter har en misoppfatning om at et kjemisk system som er i likevekt er i en statisk tilstand (Gussarsky & Gorodetsky, 1990). Årsaken til at dette kan være vanskelig for studentene å forstå er fordi det ikke er mulig å observere endringene. I tillegg kan det være vanskelig for studentene å forstå forskjellen på kjemisk likevekt og hverdagsbegrepet balanse. Studenten kan allerede ha assosiasjoner til ordet balanse (Gussarsky & Gorodetsky, 1990), og når noe er i balanse, for eksempel i fysikken, skjer det ingen endring, altså er det i en statisk tilstand.

Begrepet **reversible reaksjoner** skaper også problemer for studentene når de skal lære om kjemisk likevekt. Når studenter skal jobbe med kjemiske likevekter har de problemer med at de tror at reaksjonen går fullt ut, før den reagerer tilbake (Bergquist & Heikkinen, 1990; Wheeler & Kass, 1978). Studentene kan ofte tro at reaksjonen går som en pendel (Bergquist & Heikkinen, 1990), der reaksjonen går først mot høyre, så mot venstre, så mot høyre også videre. Studentene tror altså at reaksjonene ikke går samtidig, men at de bytter på. Dette tyder på at studentene har problemer med reversibilitet og dynamisk tilstand.

Et annet problem for studentene er å forstå skillet mellom hvor **raskt** en reaksjon går (reaksjonshastigheten) og hvor **langt** reaksjonen kommer til å gå (Wheeler & Kass, 1978). Hackling og Garnett (1985) undersøkte studenters forvirring når det kommer til reaksjonshastigheten til en reaksjon dersom reaksjonen blir utsatt for en fysisk endring. De fant at den mest vanlige misoppfatningen var at reaksjonshastigheten økte som en funksjon av tiden. Mange studenter tror at selv om en likevektsreaksjon er reversibel vil de reagere seg ferdig (Bergquist & Heikkinen, 1990), mens andre studenter tror at reaksjonen som går mot høyre reagerer fullkomment før den reversible reaksjonen skjer (Bergquist & Heikkinen, 1990).

I en tidligere studie (Johnstone et al., 1977) er det funnet at studenter har problemer med å se på reaksjoner i likevekt som et system, og ser på det som **to adskilte sider** som er uavhengige

av hverandre (Garnett et al., 1995). Disse studentene tillegger kjemiske likevektsystemer egenskaper som tilhører fysiske likevektssystemer. Et eksempel er at kjemiske likevekter blir karakterisert som statiske, og blir gitt forholdene til et fysisk system som er i balanse (Garnett et al., 1995).

Studentenes alternative oppfatninger knyttet til **likevektskonstanten** er i følge Garnett et al. (1995) tydelige, basert på tidligere forskning. En vanlig oppfatning som studentene hadde var at endringer i konsentrasjon for en av stoffene i et kjemisk likevektsystem eller endringer i volum for et system i gassform førte til endringer i likevektskonstanten. En annen oppfatning var at likevektskonstanten er uavhengig av temperaturen (Garnett et al., 1995).

Flere studier viser at studenter har vanskeligheter med å benytte **Le Châteliers prinsipp** (Bergquist & Heikkinen, 1990; Garnett et al., 1995; Johnstone et al., 1977; Quílez-Pardo & Solaz-Portolés, 1995; Wheeler & Kass, 1978). Studentene hadde vanskeligheter med å benytte Le Châteliers prinsipp for å forutse reaksjonshastigheten på reaksjoner som gikk i begge retninger (Garnett et al., 1995). Det ble også funnet at studentene hadde problemer når det skjer en endring som påvirker konsentrasjonen til de ulike stoffene i en kjemisk likevekt. Et eksempel på en slik endring er dersom det blir tilsatt et stoff i en reaksjon som er i kjemisk likevekt, da har studentene problemer med å forutse hvor endringene i konsentrasjon vil være (Bergquist & Heikkinen, 1990).



## 3 Metode

### 3.1 Metodisk tilnærming

For å svare på problemstillingen er det benyttet to ulike innsamlingsmetoder: en kvantitativ del med et CCI-verktøy (pre- og posttest) og en kvalitativ del med intervju. Disse metodene vil sammen gjøre at man ser problemstillingen med to ulike perspektiver, som kalles å *triangulere* (Robson & McCartan, 2016, s. 107, 171).

Data til den kvantitative delen er innhentet fra en undersøkelse ved Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet (NTNU), basert på bruk av Chemical Concept Inventories (CCI).

#### 3.1.1 CCI- Chemical Concept Inventory

CCI-verktøyet har som mål å kartlegge studenters konseptuelle forståelse. CCI-testen skal også være et verktøy som kan vurdere ulike former for undervisning eller aktiviteter<sup>3</sup> i kjemiundervisningen (Eggen, Persson, Jacobsen & Hafskjold, 2017).

CCI-testen kan bidra til å undersøke studenters læring og undersøke om studentene har alternative oppfatninger eller misoppfatninger innenfor kjemi (Eggen et al., 2017). I CCI-testen vil enkelte alternativer, knyttet til spørsmålene, representere ulike misoppfatninger eller alternativ forståelse som studenten har. Det er da mulig å undersøke om studentene har en alternativ forståelse, og kartlegge disse. Dette er også årsaken til at verktøyet er benyttet i denne masterstudien, for å se på alternativ forståelse som studenter har knyttet til temaet kjemisk likevekt.

CCI-testen består av 40 spørsmål med 12 kjemiske tema. I denne undersøkelsen ble spørsmålene fra CCI-testen, som omhandlet kjemisk likevekt, studert mer omfattende enn de resterende spørsmålene. To av oppgavene fra CCI-testen ble benyttet for å studere studentenes forståelse av kjemisk likevekt. Wheeler og Kass skriver at grafisk representasjon kan være nyttig for å unngå misoppfatninger i kjemisk likevekt (Wheeler & Kass, 1978). Basert på denne

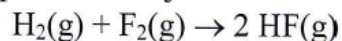
---

<sup>3</sup> Eksempler på slike aktiviteter er video som blir benyttet som supplement til lærebok, laboratorieøvelser eller omvendt klasserom.

kunnskapen fra litteraturen ble det valgt at studentene skulle få spørsmål knyttet til oppgave 12. Når det kommer til forståelsen av kjemisk likevekt er det mange studier som omhandler bruken av Le Châteliers prinsipp (Bergquist & Heikkinen, 1990; Johnstone et al., 1977; Quílez-Pardo & Solaz-Portolés, 1995; Wheeler & Kass, 1978). Denne forskningen viser at studentene hadde problemer med å forutse resultatet av en endring av et av forholdene i en kjemisk likevekt og bruken av Le Châteliers prinsipp. Derfor ønsket jeg å undersøke om studentene på NTNU benyttet dette prinsippet aktivt når de skulle løse likevektsoppgaver. Oppgave 10 ble dermed valgt, da dette var en oppgave hvor studentene kunne benytte Le Châteliers prinsipp for å løse problemet. Oppgaveteksten til oppgave 10 og oppgave 12 er vist i henholdsvis Figur 2 og Figur 3.

10.

Ta utgangspunkt i reaksjonen:



I en beholder har reaksjonen over kommet til likevekt. Hvis det blir tilført mer  $\text{H}_2$  og reaksjonen får komme i likevekt på nytt, vil det ha skjedd en endring i konsentrasjonen til

- A)  $\text{H}_2$
- B)  $\text{F}_2$
- C) HF
- D) to av gassene
- E) alle gassene

Figur 2: Oppgave 10.

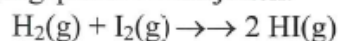
Oppgave 10 utfordrer studenten til å vurdere en reaksjon som er i kjemisk likevekt og som får tilført mer mengde av et stoff slik at reaksjonen innstiller seg til en ny likevekt. Studentene må da vurdere hvilke kjemiske stoffer som har en endring i konsentrasjon.

For å løse oppgave 10 må studenten vite hvordan likevektsreaksjonen reagerer dersom den blir utsatt for en ytre påvirkning. Studentene må være i stand til å identifisere alternativ E som korrekt. Begrunnelsen ut fra Le Châteliers prinsipp bør være at dersom en kjemisk likevekt blir utsatt for en endring vil likevekten forskyves slik at den motvirker den ytre påvirkningen. Likevekten blir i denne oppgaven forskjøvet mot høyre og konsentrasjonen til hydrogen og hydrogenfluorid vil øke mens konsentrasjonen til fluor vil minke.

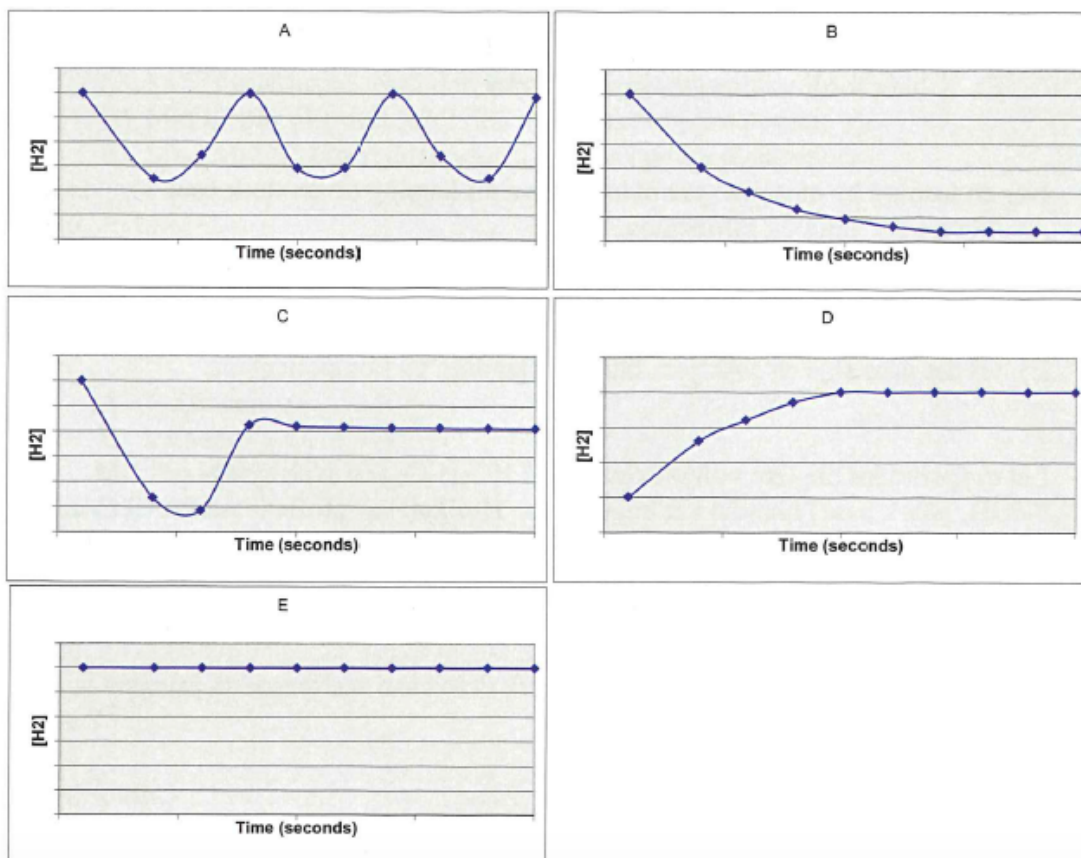


12.

Ta utgangspunkt i reaksjonen:



Hvis  $\text{H}_2$  og  $\text{I}_2$  blandes i en lukket beholder og får reagere til likevekt, hvilken graf illustrerer endringene av konsentrasjonen til  $\text{H}_2$  best?



Figur 3: Oppgave 12.

Oppgave 12 utfordrer studenten til å vurdere konsentrasjonen til en av reaktantene i en reaksjon som reagerer til den innstiller seg til likevekt. Studenten må forstå hvordan konsentrasjonen endrer seg og vurdere dette ut fra en grafisk fremstilling av endringen.

For å løse oppgave 12 må studenten vite hvordan endringen er for en reaksjon som oppnår likevekt. Studenten må i denne oppgaven være i stand til å identifisere alternativ B som korrekt, siden konsentrasjonen til hydrogen synker ved at den reagerer med jod til hydrogenjodid helt til reaksjonen når likevekt.

### 3.1.2 Utvalg av deltakere til intervju

I starten av semestret høsten 2017 ble det arrangert pre-test (CCI) i ulike emner med generell kjemi ved NTNU. Jeg fikk tillatelse til å bruke resultater fra CCI-testen til en studentgruppe med førsteårsstudenter som studerer sivilingeniør ved NTNU. Jeg gjorde også en kvalitativ undersøkelse ved å intervjuer fem av studentene. Utvalget til den kvalitative delen av undersøkelsen ble valgt basert på resultatene fra den kvantitative delen (pre-test) av undersøkelsen.

I slutten av oktober 2017 besøkte jeg studentene i en forelesning de hadde i Kjemi. Av ulike grunner var det et lavt oppmøtte denne dagen. Til tross for dette var det ti studenter som meldte seg frivillig til å stille til intervju.

I Tabell 3 kan man se resultatene til de ti studentene som meldte seg frivillig til å stille til intervju.

Tabell 3: Resultatene fra pre-test for studentene som meldte seg til intervju.

Student	Totalt antall rett av 40 mulige	Antall riktig likevektsspørsmål av 7 mulige	Tidligere fullført kjemiutdanning
1	15	3	1NA
2	28	6	KJ2
3	21	3	KJ2
4	22	4	KJ2
5	11	1	1NA
6	25	3	KJ2
7	11	1	1NA
8	15	6	1NA
9	10	2	KJ2
10	5	1	KJ1

1NA: Naturfag i den videregående skole.


KJ1: Programfaget Kjemi 1 i den videregående skole.

KJ2: Programfaget Kjemi 2 i den videregående skole.

Svarene fra pre-testen ble brukt til å velge hvilke studenter som skulle intervjues. Fra CCI-testen var det syv oppgaver som omhandlet temaet kjemisk likevekt, men det var oppgave 10 og oppgave 12, som ble benyttet i intervjuet. Fra Tabell 4 kan man se hva de ulike studentene svarte på oppgavene i pre-testen.

Tabell 4: Svarene fra pre-testen for studentene som meldte seg til intervju.

Student	Spørsmål						
	9	10	11	12	13	14	15
1	E	E	C	E	D	B	A
2	D	D	D	B	D	B	D
3	E	E	B	C	D	A	D
4	D	E	E	B	A	B	B
5	B	C	A	C	B	E	D
6	Vet ikke	D	D	B	Vet ikke	Vet ikke	D
7	E	D	A	E	E	B	A
8	B	E	D	B	D	B	D
9	A	C	D	B	C	A	A
10	B	C	E	B	E	C	A

 = Riktig svaralternativ.

Videre så jeg også på hvilke svaralternativ som flest studenter hadde svart, da spesielt med tanke på feil alternativ. Dette for å se om studentene hadde alternative oppfatninger. Dette kan man se i Tabell 5, der er det beskrevet riktig alternativ og hvilke alternativ som flest studenter hadde svart.

Tabell 5: Antall studenter som valgte de forskjellige svaralternativene, under CCI-pre-test (kjemisk likevektsoppgavene).

	Spørsmål						
	9	10	11	12	13	14	15
<b>Alternativ A</b>	13	11	6	5	21	15	40
<b>Alternativ B</b>	25	12	6	33	3	44	2
<b>Alternativ C</b>	12	13	14	16	5	11	9
<b>Alternativ D</b>	27	25	47	20	46	18	40
<b>Alternativ E</b>	14	34	21	21	20	6	4
<b>Ubesvart "vet ikke"</b>	5	1	2	1	1	2	1



= Riktig svaralternativ.



= Galt svaralternativ som mange av studentene hadde svart.

Oppgave 10 og oppgave 12 ble brukt til å velge hvilke studenter som skulle få forespørsel om intervju. Studentene som valgte et galt svaralternativ, og som var hyppig valgt av klassen, ble valgt ut (alternativ D på spørsmål 10 og alternativ E på spørsmål 12), se Tabell 6. Dette førte til at student 1, 2, 6 og 7 ble valgt. Videre var det behov for å velge to studenter til da jeg ønsket å intervju seks studenter. Disse ble valgt ved å se på hvilket svaralternativ som var det tredje mest svarte på oppgave 10, som var alternativ C. For oppgave 12 var de to mest svarte alternativene allerede funnet, se Tabell 5. Det var tre studenter som hadde svart alternativ C på oppgave 10, dette var student 5, 9 og 10. Da falt valget på student 5 og 9. Dette valget ble gjort for å få tre studenter som hadde kjemi 2 som den siste fullførte kjemiutdanningen og tre studenter med naturfag fra videregående skole som den siste fullførte kjemiutdanningen, se Tabell 6. Det ble altså sendt invitasjon til student 1, 2, 5, 6, 7 og 9.

Tabell 6: Svarene til studentene som meldte seg til intervju.

Student	Spørsmål 10	Spørsmål 12	Tidligere fullført kjemiutdanning
1	E	E	1NA
2	D	B	KJ2
3	E	C	KJ2
4	E	B	KJ2
5	C	C	1NA
6	D	B	KJ2
7	D	E	1NA
8	E	B	1NA
9	C	B	KJ2
10	C	B	KJ1



= Riktig svaralternativ.



= Galt svaralternativ som mange av studenter hadde svart, basert på resultatene i Tabell 5.

Utvalget av studenter som ble intervjuet avviker noe fra det som er beskrevet tidligere. Av ulike grunner<sup>4</sup> endte det tilslutt med at student 1, 2, 3, 4 og 6 ble intervjuet. Altså fire studenter med bakgrunn fra kjemi 2, og én student som hadde naturfag fra videregående skole som den siste fullførte kjemiutdanning.

I denne studien er det bare menn som er intervjuet og representert i den kvalitative delen. Dette uten at dette var hensikten i denne studien.

### 3.2 Kvantitativ og kvalitativ metode

I denne oppgaven er det benyttet både kvantitativ og kvalitativ metode. Det er sett på data fra en CCI-test som gir talldata, noe som er et kjennetegn for kvantitative studier (Ringdal, 2013, s. 104). Videre blir det sett på tekstdata fra intervju med fem studenter, som er et kjennetegn

<sup>4</sup> Grunnen til at mitt første utvalg av studenter ikke kunne gjennomføres var at studentene ikke svarte på henvendelsene om å gjennomføre intervju.

for kvalitative studier (Ringdal, 2013, s. 104). Disse metodene sammen vil gjøre at man ser problemstillingen med to ulike perspektiver, som kalles å *triangulere* (Robson & McCartan, 2016, s. 107, 171). I dag er det nokså vanlig å se på kvantitativ og kvalitativ metode som komplementære og ikke som motsetninger (Ringdal, 2013, s. 103-104).

For min studie vil triangulering med en kvantitativ og en kvalitativ del kunne styrke resultatene. Jeg vil se på forståelsen til en gruppe som en helhet, men jeg vil også se enkeltindividers forståelse for temaet kjemisk likevekt. Disse ulike delene vil da utfylle hverandre, slik at det er mulig å se på forståelsen hos studentene som helhet og som enkeltindivider.

Trianguleringsmetode kan være med på å styrke validitet til et forskningsprosjekt. Årsaken er at man ser problemstillingen fra ulike perspektiver.

### **3.2.1 Flervalgstest**

Det finnes både fordeler og ulemper ved å benytte flervalgsoppgaver for å vurdere studentenes kunnskap og forståelse (Persson, 2017).

Fordelene med flervalgstest kan ifølge Persson (2017) være:

- Det tar kortere tid for studenten å svare på hvert enkelt spørsmål. (Tidsaspekt)
- Siden det tar kortere tid for studenten å svare på spørsmålene kan omfanget økes, og man kan dekke et større område av læreplanen i hver test. (Omfangaspekt)
- Ved å gjennomføre flervalgstest minsker man studentens arbeid med å skrive. (Innsatsaspekt)
- Det går raskere å rette testen. (Rettingsaspekt)
- Vurderingen blir objektiv. (Objektivitetsaspekt)

Ulempene med flervalgstest kan ifølge Persson (2017) være:

- En risiko med flervalgstester er at det ikke er den studenten med mest forståelse for emnet i testen som får høyest poengsum. (Testaspekt)
- Oppgavene og svaralternativene må formuleres på en gjennomtenkt og logisk måte. Alle alternativene må virke troverdige, direkte feil i formuleringen av svaralternativene endrer forutsetningene. (Svaralternativaspekt)

- Det er en risiko for at studentene gjetter. (Gjettingsaspekt)

Persson (2017) skriver videre om en metode der man for hver oppgave kan legge til en gradering som studentene kan svare på hvor sikre man er på at svaret er korrekt. I en studie av denne metoden (Ebel, 1968) er det funnet at påliteligheten og validiteten ikke øker, og at andre variabler, som selvtillit og risikovurdering (Persson, 2017), påvirker resultatet mye. Dette har ifølge Persson (2017) ført til at denne metoden ikke benyttes så mye.

Flervalgstesten, CCI-testen, som er benyttet i denne studien var allerede utviklet og testet gjennom flere år<sup>5</sup>.

### **3.2.2 Semistrukturert intervju**

Intervju er en vanlig metode i kvalitative studier. I den kvalitative delen i denne masterstudien er det benyttet semistrukturert intervju. I et semistrukturert intervju (halvplanlagt intervju) er det varierende grad av struktur<sup>6</sup>. Et semistrukturert intervju er en mellomting mellom strukturert intervju og ustrukturert intervju. Et strukturert intervju er en intervjuform med forhåndsbestemte spørsmål og dens rekkefølge og ordlyd. Et ustrukturert intervju har derimot et tema som intervjuet skal omhandle, men lar samtalen utvikle seg under intervjuet. I et semistrukturert intervju vil intervjudeltakeren få mer frihet til å svare, som blir ansett som en styrke for den semistrukturerte intervjumetoden (Robson & McCartan, 2016, s. 284-285).

I liket med et strukturert intervju gjennomføres semistrukturert intervju med en plan eller en guide. For denne studien er intervjuguiden lagt ved i vedlegg 1. Forskeren har en intervjuguide som fungerer som en sjekkliste med tema som skal gjennomgås i intervjuet. Rekkefølgen og ordlyden fra intervjuguiden kan endres etter hvert som intervjuet pågår, basert på hvordan intervjuet utvikler seg. Videre kan intervjuer stille oppfølgingsspørsmål ut fra hva intervjudeltakeren svarer (Robson & McCartan, 2016, s. 284-285).

---

<sup>5</sup> Selve utviklingen av denne testen kan man lese mer om i artikkelen "Development of an inventory for alternative conception among students in chemistry" (Eggen et al., 2017).

<sup>6</sup> Strukturen i et intervju er basert på rekkefølgen og innholdet av spørsmålene i intervjuet.

Intervjuene foregikk på et lite rom, kun med intervjuer og student (informant) tilstede. Studentene kjente ikke intervjueren på andre måter enn gjennom dette prosjektet. Relasjonen mellom forsker og forskningsdeltaker er avgjørende for kvaliteten på undersøkelsen (Robson & McCartan, 2016, s. 19; Thagaard, 2013, s. 14). Lengden på intervjuet var på omtrent 20 minutter.

Under intervjuet ble studentene utfordret til å svare på et lite utvalg av spørsmålene hentet fra CCI-testen, henholdsvis oppgave 10 og oppgave 12. Oppgavene ble gitt uten at studenten fikk vite oppgavenummer, for å unngå at de kunne memorere nummeret til gjennomføring av post-test.

Studenten skulle beskrive og tegne eller forklare etter beste evne hvordan han/hun tenkte for å løse oppgaven som ble gitt.

Intervjuene ble delt inn i fire deler, der studentene fikk en økende grad av informasjon om oppgavene for hver del. Denne inndelingen er tilsvarende masterstudien til Jon-Abraham Lie Leinæs (2016).

**Del 1:** Oppgaven med oppgavetekst ble gitt til studenten uten svaralternativer.

**Del 2:** Studenten fikk svaralternativene tilhørende oppgaven. Studenten skulle da velge hvilket svaralternativ han/hun ville valgt. Dersom det var forskjell i svarene fra del 1 og del 2 var det ønskelig at studenten sammenlignet svarene i delene og begrunnet sine valg.

**Del 3:** Studenten fikk vite hva han/hun svarte under pre-testen, som var i begynnelsen av semestret, og blir bedt om å forklare hvorfor dette alternativet ble valgt. Studenten ble oppfordret til å vurdere sine svar en gang til.

**Del 4:** Studenten fikk til slutt vite hva som var det korrekte svaralternativet. Deretter ble studenten utfordret til å forklare hvorfor dette er fasiten.

Deretter ble studenten spurt om hva han/hun opplevde som utfordrende med de to oppgavene. Studenten fikk også spørsmål knyttet til Le Châteliers prinsipp. Videre ble studenten stilt



spørsmål som var knyttet til personlig mening om kjemisk likevektsoppgaver (Vedlegg 1, Intervjuguide).

### **Gjennomføringen av undersøkelsene:**

- Pre-testen ble gjennomført 01.09.17.
- Intervjuene ble gjennomført fra 20.11.17-28.11.17.
- Post-testen ble gjennomført 24.11.17.

To av intervjuene ble gjennomført før post-testen.

Studentene måtte gjennom semesteret levere inn og få godkjent seks øvinger og to skriftlige prøver for å gå opp til eksamen.

### **3.3 Etiske utfordringer**

Kvalitativ forskning innebærer at mennesker blir forsket på i deres naturlige omgivelser. Det er viktig at forskeren gjennom hele forskningsprosjektet behandler forskningsdeltakeren med tillit og respekt. Dette innebærer at datamateriale ikke kommer på avveie på uønsket vis, eller før rapporten er klar til utgivelse (Postholm, 2011, s. 142-143).

Det er viktig at forskningsdeltakerne får nok informasjon om forskningsprosessen før forskningsprosjektet starter, slik at deltakeren vet hva som skal foregå og dermed vet hva de samtykker å engasjere seg i (Postholm, 2011, s. 145). Studentene hadde i regi av foreleser allerede gjennomført CCI-test da de fikk spørsmål om deltagelse i dette prosjektet. Studentene forpliktet seg da til å gjennomføre et intervju på omtrent 20 minutter. Postholm (2011, s. 145) påpeker at det er viktig å informere studentene om bruken av materiale og hvem som har tilgang til den. Dette ble gjort under rekrutteringen til intervju og ved innledning til start av intervju.

### 3.4 Undersøkelse av kvalitet

Det er omdiskutert om *reliabilitet* og *validitet* har relevans for kvalitative data, siden disse begrepene er nært knyttet til kvantitativ måling (Ringdal, 2013, s. 248). Det er dermed delt inn i to underkapitler for å se på kvaliteten ved kvantitativ og kvalitativ forskning hver for seg.

#### 3.4.1 Kvalitet i kvantitativ forskning

*Reliabilitet* og *validitet* er to egenskaper som kan benyttes for å vurdere kvaliteten i en undersøkelse. Reliabilitet, eller pålitelighet, for en undersøkelse går ut på at gjentatte målinger med samme måleinstrument gir samme resultat. Validitet, eller gyldighet, for en studie går ut på at undersøkelsen faktisk måler det man vil måle. I tillegg er ekstern validitet viktig for å si noe om studiens overførbarhet, og sier noe om studien er generaliserbar for lignende situasjoner (Robson & McCartan, 2016, s. 87-93). For å oppnå høy validitet er det en forutsetning at det er høy reliabilitet (Ringdal, 2013, s. 96-99).

En vurdering av frafall er viktig når det skal vurderes hvor god en undersøkelse er. Problemet med frafall er minst dersom frafallet er tilfeldig. Dersom frafallet er systematisk vil det svekke representativiteten til utvalget. I tillegg til frafall kan manglende informasjon i datamatriksen (missing values) svekke representativiteten. Dersom deltakerne i studien ikke svarer på alle oppgavene vil dette svekke representativiteten. Det burde i første omgang gjøres en vurdering om hvilke variabler som er årsaken til problemet (Ringdal, 2013, s. 261-262). Dersom det er en variabel som peker seg ut, kan det være hensiktsmessig å vurdere om denne kan tas ut av analysen eller erstattes med en annen variabel (Ringdal, 2013, s. 261-262).

For den kvalitative delen vil frafallet fra CCI-testen kunne ha betydning for resultatene for denne delen. I dette prosjektet er det vurdert til at manglende svar på enkelte oppgaver vil tilsi at studenten ikke vet hva svaret er. Det er derfor dannet et annet alternativ som er "vet ikke", for de studentene som ikke har svart på enkelte oppgaver.

I kvantitative studier vurderer man ofte statistisk *signifikans*<sup>7</sup>. Årsaken til dette er at signifikansnivået kan si noe om validiteten til studien. Ut fra et signifikansnivå kan man vurdere om datamaterialet fra studien er representativ for utvalget. Dersom man ikke har tilstrekkelig

---

<sup>7</sup> Statistisk signifikans er en betraktning om et datamateriale er representativt for det undersøkte utvalget.

datamateriale for å finne signifikans, kan man ikke si at det er representativt for utvalget (Robson & McCartan, 2016, s. 440-441). I en slik situasjon der signifikans ikke kan måles kan en løsning være å benytte triangulering. Det er da mulig å benytte en annen metode, et eksempel er kvalitativ metode, i tillegg, som har data som er sammenlignbart med utvalget fra den kvantitative delen. Da kan data fra den kvantitative og den kvalitative benyttes til å komplementere hverandre.

### **3.4.2 Kvalitet i kvalitativ forskning**

I kvalitativ forskning kan kravene til reliabilitet og validitet være problematisk. Årsaken til dette er at møte mellom forsker og forskningsdeltakeren alltid er en unik tidsbestemt situasjon (Postholm, 2011, s. 169). Som tidligere nevnt er kriteriet for reliabiliteten til en undersøkelse at den kan reproduseres og gjentas, noe som er vanskelig for kvalitativ forskning ved intervju. Begrepet reliabilitet erstattes med *pålitelighet*. Det er da viktig at spørsmålene i undersøkelsen er konsekvent gjennomført og relativt stabil over tid (Postholm, 2011, s. 169). I kvalitative undersøkelser ved intervju er det samtalen som styrer hvilke tema som gjennomgås. Det er altså viktig at forsker reflekterer over hvordan spørsmålene stilles, slik som hvordan egne begreper i spørsmålene påvirker svarene, som for eksempel ledende spørsmål, oppfølgingsspørsmål eller bekreftende nikking (Thagaard, 2013, s. 103-105).

Intervjuene ble tatt opp via en lydopptaker. Dette gjorde at kroppsspråk ikke er vurdert i denne undersøkelsen. Alle intervjuene ble transkribert, og etter en tid ble de gjennomgått på nytt for å rette opp eventuelle feil eller misforståelser ved første utkast. Dette kan styrke transkripsjonens pålitelighet.

### **3.4.3 Testmotivasjon**

Hvor motivert studentene er til å delta i en undersøkelse kan også ha en innvirkning på resultatene til denne undersøkelsen. Dersom studentene ikke er motivert til å svare grundig på spørsmål i et intervju eller en test, er det ikke sikkert at funnene representerer studentens kunnskapsnivå (Eklöf, Hopfenbeck & Kjærnsli, 2012, s. 84-96). I dette prosjektet hadde ikke testen eller intervjuet noen påvirkning på karakteren til kjemiemnet på NTNU, noe som kan være negativt for testmotivasjonen til studentene.

## 3.5 Dataanalyse

I denne oppgaven er resultater og analyse blitt fremstilt i samme kapittel. For å tydeliggjøre skille mellom resultater og analyse er det hentet ut lengre deler fra transkripsjonen av intervjuene. Sitatene er nummerert<sup>8</sup> slik at det er mulig å finne disse i vedlegg 2.

### 3.5.1 Kvantitativ analyse

Analysen av CCI-resultatene ble analysert på følgende måte:

1. Resultatene ble skrevet inn i et Excel-ark (Pre- og posttest)
2. Datamaterialet ble organisert i Excel for å få en oversikt over spørsmålene og svaralternativene.
3. Analyse av resultatene besto av å se på:
  - Gjennomsnittlig antall riktig svar for alle som hadde gjennomført testen.
  - Andel studenter med riktig svar på oppgave 10 og oppgave 12.

Alle som gjennomførte testen ble delt inn i grupper, se kapittel 4.1. Dette for å sammenligne resultatene mellom studenter med ulik fullført kjemiutdanning, og for studentene som ble intervjuet.

Totalt var det 96 studenter som svarte på pre-testen. For post-testen var det kun 26 studenter.<sup>9</sup>

### 3.5.2 Kvalitativ analyse

Intervjuene ble transkribert. Dataene fra intervjuet ble analysert ved først å sortere datamaterialet fra de fem studentene. Den første sorteringen ble gjort ved å markere i

---

<sup>8</sup> Nummereringene av sitatene er slik at det første nummeret beskriver hvilken student det er, og det andre nummeret representerer hvilket nummer i rekken sitatet er. Et eksempel er 1-23, der 1 står for Student 1 og 23 står for sitat nummer 23 under intervjuet.

<sup>9</sup> Det var 28 studenter som sendte inn svar på post-CCI-testen, men to av disse studentene hadde kun svart på to eller mindre spørsmål. Basert på kapittel 3.4.1 ble det besluttet at disse besvarelsene skulle forkastes slik at representativiteten av resultatene ikke skulle svekkes.

transkriberingen de utsagnene som omhandlet Le Châteliers prinsipp. Det ble deretter sett på hvor sikker studenten virket når de svarte. Etter denne sorteringen ble det sett på studentene enkeltvis og i felleskap. Det ble også sett på studentenes forståelse av Le Châteliers prinsipp. Kategoriseringen av forståelsen er sortert etter Bravo et. al. (2007) som er vist i Tabell 2 i kapittel 2.1.3. Denne kategoriseringen av begrepsforståelse viser hvor god kontroll en person har på begrepet, fra ”lav kontroll” der personen gjenkjenner begrepet til ”aktiv kontroll” der personen kan knytte begrepet til en kontekst og anvende begrepet til å løse problemer i nye situasjoner. I denne studien er altså Le Châteliers prinsipp behandlet på lik linje med et begrep. Årsaken er at studentenes utvikling av den kognitive prosessen for Le Châteliers prinsipp vil være lik utviklingen av den kognitive prosessen for begreper. Det er dermed mulig å benytte en tilsvarende inndeling slik som Bravo et al. (2007) har beskrevet.

Den ene kategorien, ”aktiv kontroll”, er opprinnelig delt inn i flere undergrupper bestående av fire deler for den kognitive prosessen, se kapittel 2.1.3 i Tabell 2. For å vurdere studentenes forståelsesnivå er det i denne studien benyttet en kategorisering slik at ”aktiv kontroll” består av to deler, ”aktiv kontroll 1” og ”aktiv kontroll 2”. ”Aktiv kontroll 1” representerer at personen har utviklet en forståelse for Le Châteliers prinsipp som gjør at personen kan benytte prinsippet med andre ord og begreper og at studenten kan benytte det i en kontekst og i ulike situasjoner. Dersom personen blir kategorisert til ”aktiv kontroll 2” representerer dette at personen kan anvende prinsippet i sammenhenger i utforskende aktiviteter og løse problemer i nye situasjoner ved å bruke den tilegnede kunnskapen. Tabell 7 viser hvilke betingelser som er benyttet for å vurdere hvilken kategori studentenes forståelse havner i, ”lav kontroll, ”passiv kontroll”, ”aktiv kontroll 1” eller ”aktiv kontroll 2”.

Tabell 7: Kategorisering brukt i resultat- og analysekapittel.

Konseptuell forståelse	Nivå	Betingelser brukt i resultater og analyse	Kognitiv prosess
	1	Lav kontroll	Gjenkjennelse
	2	Passiv kontroll	Definisjon
	3	Aktiv kontroll 1	Nettverk og konteks
	4	Aktiv kontroll 2	Anvendelse og syntese

Svarene studentene ga under intervjuet ble samlet til en tabell som viste hva studentene svarte i de ulike delene. Videre ble resonnementene og begrunnelsene til studentene analysert og vurdert opp mot hverandre for å se om det var alternative oppfatninger hos studentene, og om disse var like hos noen av studentene. Deretter ble tabellen med oversikt over studentenes svar fra intervju vurdert i sammenheng med svarene fra CCI-testen.

I kapitlet som omhandler resultater og analyse blir studentenes forklaring for oppgave 10 og oppgave 12 presentert. Deretter blir usikkerheten hos studentene presentert og til slutt er det sett på studentenes forståelse for Le Châteliers prinsipp.

## 4 Resultater og analyse

I dette kapitlet vil data fra den kvantitative delen med CCI-testen bli presentert først. Disse resultatene blir analysert ved å se på gjennomsnittresultater for hele testen og for oppgave 10 og oppgave 12 isolert.

Data fra intervjuene med de fem studentene blir presentert slik at man får et innblikk i hva studentene svarte i de ulike delene av intervjuene. Deretter er resonnementene til hver enkelt student vurdert etter hva de svarte på oppgave 10 og oppgave 12. Videre er forståelsesutviklingen studentene har for Le Châteliers prinsipp vurdert og til slutt vurderes studentenes usikkerhet. Resultatene blir hovedsakelig vist som en gjenfortelling av intervjuene, ofte med understøttende sitater<sup>10</sup>.

Til slutt kommer en sammenligning av resultatene fra CCI-testen og intervjuene. Resultater og analyse vil bli fremstilt parallelt i dette kapitlet.

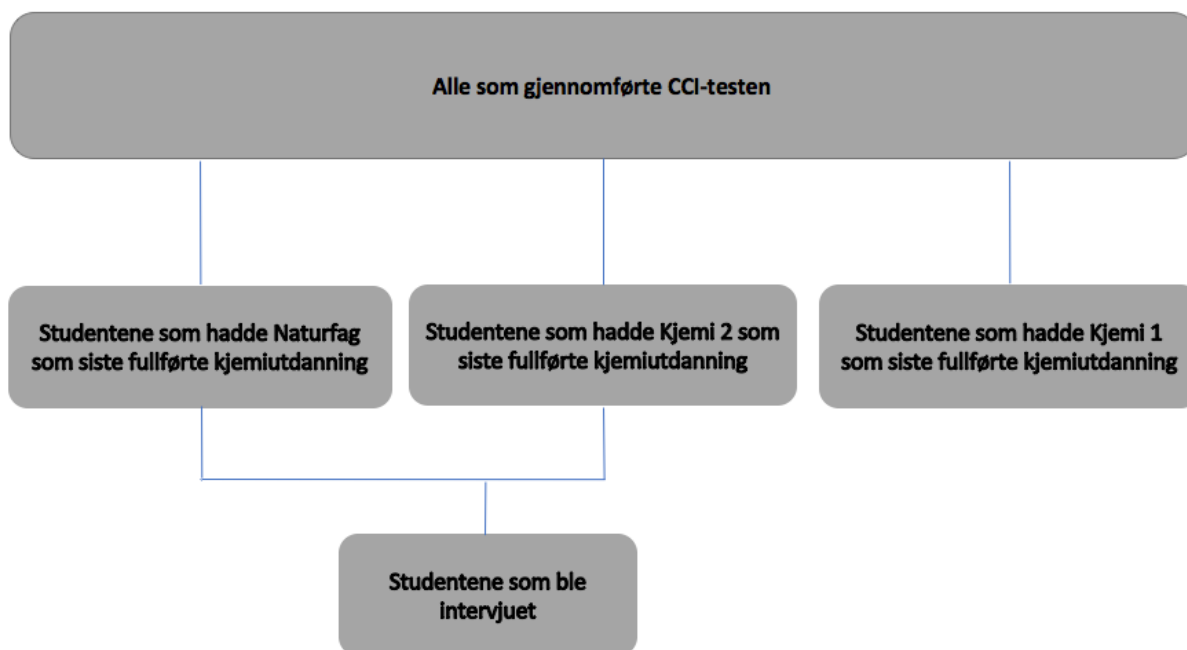
### 4.1 Kvantitativ del

For analysen av data fra CCI-testen ble studentene som gjennomførte testen delt inn i grupper og undergrupper, inndelingen kan man se i Figur 4. Den første gruppen besto av alle studentene som hadde gjennomført CCI-testen, som en helhet. De fem studentene som ble intervjuet ble også en gruppe. Videre ble alle studentene som hadde gjennomført testen delt inn i undergrupper etter hvilken bakgrunn de hadde fra videregående skole<sup>11</sup>. Dette ble til tre ulike grupper der en gruppe hadde Naturfag (1NA) som siste fullførte kjemiutdanning, neste gruppe hadde Kjemi 1 (KJ1) som siste fullførte kjemiutdanning og den siste gruppen hadde Kjemi 2 (KJ2) som siste fullførte kjemiutdanning.

---

<sup>10</sup> Sitatene er hentet fra transkripsjonen i vedlegg 2. Der finner man også kodingen til transkripsjonene.

<sup>11</sup> Innenfor denne gruppen vil studentene som gjennomførte intervju også inngå i grupperingen for hva som er den siste fullførte kjemiutdanningen.



Figur 4: Gruppering av studenter.

I Tabell 8 kan man se gjennomsnittresultatet for de ulike gruppene<sup>12</sup>. Fra gjennomsnittlig antall korrekte svar kan man se at de som har Naturfag som sin siste kjemiutdanning har et lavere gjennomsnitt enn de som har Kjemi 1 og Kjemi 2. Tilsvarende er resultatet lavere for de som har Kjemi 1 enn for de som har Kjemi 2 som sin siste fullførte kjemiutdanning. Datamaterialet fra CCI-testen er så lite at signifikansnivået ikke er vurdert. Det er altså ikke mulig å trekke slutninger om disse funnene for dette utvalget, basert på resultatene fra CCI-testen alene.

Studentene som ble intervjuet hadde gjennomsnittlig høyere poengsum enn gjennomsnittet for alle som gjennomførte CCI-testen. Dette kan man se i Tabell 8.

<sup>12</sup> Det var syv studenter som ikke hadde svart på spørsmålet om hva som var den siste gjennomførte kjemiutdanningen. Disse studentene er dermed ikke med for de tre siste kategoriene i Tabell 8.



Tabell 8: Gjennomsnittlig antall riktig svar for de ulike grupperingene.

<b>Gruppering</b>	<b>Antall riktige svar av 40 mulige</b>
<b>Alle som gjennomførte CCI-testen</b>	16,6
<b>Studentene som ble intervjuet</b>	22,2
<b>Studenter med 1NA som siste fullførte kjemiutdanning</b>	14,1
<b>Studenter med KJ1 som siste fullførte kjemiutdanning</b>	15,8
<b>Studenter med KJ2 som siste fullførte kjemiutdanning</b>	20,2

Tabell 9 viser hvor mange prosent som svarte riktig på oppgave 10 og 12 for de ulike kategoriene. Som tidligere nevnt er det vanskelig å trekke slutninger om dette datamaterialet fra CCI-testen og dens representativitet for utvalget, men det er mulig å se på resultatene og vurdere disse i sammenheng med resultatene fra den kvalitative delen av studien. I Tabell 9 kan man også se at en større andel av studentene som har Naturfag som sin siste fullførte kjemiutdanning svarer korrekt på oppgave 12 enn andelen av studentene som har Kjemi 1 som siste fullførte utdanning. Det er også interessant å se at studentene som ble intervjuet hadde en høyere andel korrekte svar i forhold til alle som gjennomførte testen.

Tabell 9: Andel studenter med korrekt svar på oppgave 10 og oppgave 12, for de ulike grupperingene.

Gruppering	Oppgave 10 (%- korrekt)	Oppgave 12 (%- korrekt)
Alle som gjennomførte CCI-testen	33 %	32 %
Studentene som ble intervjuet (CCI-test)	60 %	60 %
Studenter med 1NA som siste fullførte kjemiutdanning	27 %	33 %
Studenter med KJ1 som siste fullførte kjemiutdanning	43 %	18 %
Studenter med KJ2 som siste fullførte kjemiutdanning	42 %	52 %

Studentene som ble intervjuet ble valgt ut fra resultatene fra pre-testen, se kapittel 3.1.2. Resultatene fra pre-testen til disse studentene er vist i Tabell 10.

Tabell 10: Intervjuobjektens resultater fra CCI-pre-test.

Student	Antall riktige svar av 40 mulige	Antall riktige svar på likevektsoppgaver av 7 mulige	Spørsmål 10	Spørsmål 12	Tidligere fullført kjemiutdanning
1	15	3	E	E	1NA
2	28	6	D	B	KJ2
3	21	3	E	C	KJ2
4	22	4	E	B	KJ2
6	25	3	D	B	KJ2



= Riktig svaralternativ.



= Galt svaralternativ.

## 4.2 Kvalitativ del

Data fra intervjuene med de fem studentene blir presentert ved å se på studentenes forståelse av oppgave 10 og oppgave 12, deretter er det sett på studentenes usikkerhet når de svarer på spørsmålene og til slutt er det sett på studentenes forståelse av Le Châteliers prinsipp.

Studentenes svar fra intervjuet er sammenfattet i Tabell 11. I denne tabellen kan man se at student 1, 3 og 6 er så usikre på sine svar at de endrer alternativ under intervjuet.

Tabell 11: Intervjuobjektene svar fra intervju.

Student	Del	Oppgave 10 (korrekt svar E)	Oppgave 12 (korrekt svar B)
<b>Student 1</b>			
	del 1	C	B
	del 2	C	C
	del 3	C	C
<b>Student 2</b>			
	del 1	D	C
	del 2	D	C
	del 3	D	C
<b>Student 3</b>			
	del 1	E	A eller C
	del 2	E	C
	del 3	E	C
<b>Student 4</b>			
	del 1	E	B
	del 2	E	B
	del 3	E	B
<b>Student 6</b>			
	del 1	E	B
	del 2	D eller E	C
	del 3	D eller E	C

Del 1: Oppgavetekst uten svaralternativer.

Del 2: Oppgavetekst med svaralternativer.

Del 3: Får vite hva som er svart fra CCI-pre-test.

Flere av studentene påpekte at det var lenge siden de hadde jobbet med kjemi. Student 3 var en av disse, noe man kan se i vedlegg 2 sitat 3-2. Student 2 sier at han frem til nå ikke har hatt behov for å jobbe så mye med kjemi, se sitat 2-58. Begge disse studentene hadde Kjemi 2 som siste fullførte kjemiutdanning. Student 2 utdyper også at han ikke har hatt behov for å jobbe så mye med dette faget, siden han hadde gått gjennom alt fra før.

2-57: Ja. Vet du hva du tenker på når du sier at du har frisket opp?

2-58: Jeg tenker at jeg jobbet mye på videregående også har vi ... så det har ligget bak, og jeg vet at jeg ikke har jobbet veldig mye nå, for jeg har ikke trengt det. Men jeg har gjort alt av øvinger og sånt. Men jeg synes at nivået på kurset har vært greit overkommelig for meg, siden jeg har vært igjennom alt før egentlig. Samtidig så har vi gått litt dypere igjennom det nå, derfor så er det sånn at jeg har oppfrisket men og lært noe nytt. Og da blir jeg litt usikker for jeg er litt usikker på hva det er jeg går og tenker på om det er det jeg lærte før eller om det er det jeg har lært nå.

#### 4.2.1 Forståelsen for oppgave 10

Under intervjuet var det to studenter som svarte korrekt svaralternativ i alle delene av intervjuet og to studenter som svarte galt svaralternativ under alle delene av intervjuet, for oppgave 10. Den siste studenten svarte korrekt svaralternativ på del 1, men ble etterhvert så usikker at han ikke klarte å bestemme seg for hvilket alternativ han skulle svare.

Student 1 var den eneste studenten som svarte alternativ C under intervjuet. Dette svarte han i alle delene av intervjuet. Studenten ga en forklaring som skulle tilsi et svar der alle gassene har en endring i konsentrasjon (korrekt svar). Til tross for sin forklaring mener studenten at endringen i konsentrasjon bare skjer for hydrogenfluorid, slik man kan se under.

1-8: Ikke sant. Jeg ser de som sitter ved siden av meg som har hatt kjemi 1 og 2, de sitter og koser seg, mens jeg sitter bare ... herregud hva er dette her? Okei, du har en reaksjon som går over til likevekt som blir tilført mer  $H_2$ , hvor vil det da ha skjedd en endring i konsentrasjonen? Da får du mer her (peker på  $H_2$ ) som reagerer og gir mer 2HF så det er der det skjer endring, når likevekten er innstilt så vil det være mer her (peker på 2HF) og mindre  $F_2$  for der er mindre som å reagere med.

1-9: Så hvilke komponenter er det endring i konsentrasjonen?

1-10: Jeg vil si det er  $2HF$ .

To av studentene var i tvil om at det ville være en endring i konsentrasjonen til hydrogen. Student 2 gir denne forklaringen:

2-8: Så har du på en måte ... (tegner opp ligningen for likevektskonstanten). Det vil i hvert fall få mindre fluorgass og mer hydrogenfluorid også er jeg litt usikker på om du vil øke ... Nei, det skal vel egentlig ha lik mengde hydrogengass kanskje ...

2-9: Okei

2-10: Mhm, det tenker jeg ... Ja.

2-11: Ja, så hvis du summerer opp hvor vil endringen skje?

2-12: I konsentrasjon av hydrogenfluorid og fluorgass.

Student 6 gir denne forklaringen på oppgave 10:

6-9: Så når du skal svare på hva som har endring i konsentrasjon så er det?

6-10: Lavere konsentrasjon av fluorgass, høyere konsentrasjon av hydrogenfluorid.

6-11: Så da er det disse som endrer konsentrasjon?

6-12: Ehm ... åå ... Jeg er litt usikker på hvordan det blir med endringen av konsentrasjon av hydrogengass ... ehm ... (lang pause) det jeg i utgangspunktet ville tenkt var at den ikke ville endre seg noe særlig, men ... (Skriver opp ligningen for likevektskonstanten). (lang pause) Jeg tror den blir litt høyere.

6-13: Okei.

6-14: Altså konsentrasjonen av hydrogen.

6-15: Okei, så da tror du at det er endring hos alle?

6-16: Ehm ... Det var de svaralternativene ja ... (Lang pause) Det må jo gå an å sette opp dette på et eller annet matematisk bare ... ehm ... åh ... Ja, jeg går for at det er endring i alle.

I det forrige sitatet kan man se at Student 6 er veldig opptatt av at han vil regne ut svaret til oppgaven på en matematisk måte. Dette kan man også se på sitat nummer 6-30, som er vist under. Årsaken kan være at studenten har liten erfaring med konseptuelle oppgaver slik som CCI-testen inneholder, og at han vanligvis matematisk beregner seg frem til svar på oppgaver i kjemi.

6-30: Ehm ... nå tenker jeg at... ja, jeg burde kunne sette det opp på en måte, også regnet ut å se om det faktisk ville blitt noen endring i hydrogen. Av konsentrasjonen av hydrogen. Men jeg vet ikke helt hvordan jeg skal gjøre det.

Student 3 klarer å resonnerer seg frem til korrekt svar, at det ville være en endring i konsentrasjon for alle gassene. Han viser forståelse for at likevekten blir forskjøvet i motsatt retning. Dette kan man se i sitatet under:

3-1: Da har jeg den første oppgaven her. Det er en reaksjon jeg vil du skal se på.

3-2: Okei, så ... (lang pause) Da vil det i hvert fall være sånn at man tilfører mer hydrogen. Så vil jo likevekten prøve å bli forskjøvet i motsatt retning, så ... ehm ... dermed vil det jo ... hvordan var det her da ... nå er det lenge siden jeg har jobbet med kjemi merket jeg. Men ... (pause) blir det mer? Logisk sett ville det jo være slik at ... til høyre, vil den ikke det da? Jo blir forskjøvet til høyre så da vil jo posisjonen av fluorgass gå ned, sånn at hydrogenfluorid går opp. Tror jeg, nå sitter jeg helt fast, men jeg tror det.

Student 4 gir korrekt svar i alle delene av intervjuet for oppgave 10. Forklaringen hans kan være vanskelig å følge og han gir ikke en tydelig forklaring på hvilke endringer i konsentrasjon som skjer for de ulike gassene. Studenten viser til slutt at han har en forståelse om at når noe tilføres så vil likevekten forsøke å forskyve det i motsatt retning. Under kan man se forklaringen til studenten.

4-6: Ja, mot høyre. Ehm ... [...] Så når du tilfører hydrogen så ... åhh, hva det var nå ... Ja, nøyaktig hvilken lov det er det bryr ikke jeg meg så mye om da. Ehm ... hvis ... ehm, det er jo gjerne en slags K eller Ka som vi skriver. Ehm ... likevekten eller et eller annet slik, en K da. Og da har jo du produktene oppe, la oss ta HF da. Dette er gasser ... jaja. Også har du ja, hydrogen nede og den der. Når den stiger for den skal bevares, så må den øke. Og for at den skal øke så må den så må mer av den danne, de to gjøres om til den (peker på HF). Så da vil ja ... den vil da ... den stiger jo litt når du tilfører også synker den litt igjen også bruker den opp litt av den også, sånn at den (peker på HF) øker like mye sånn at de (peker på H<sub>2</sub> og F<sub>2</sub>) øker eller slik at den blir bevart. Jeg vet ikke om det er sånn jeg tenker, eller at jeg tenker at (pause) åja ...

dette er to. Det er vel egentlig sånn jeg tenker. Når du tilfører noe så vil det forskyves motsatt vei, det er vel ... Nernst eller det var en sånn ligning som beskriver det.

4-7: Okei.

4-8: Så ja, det er vel det jeg tenker der.

4-9: Okei, så hvor vil du si at det har skjedd en endring i konsentrasjonen?

4-10: ehm ... det er vel litt i alle tror jeg, egentlig. Det blir mindre av fluor, ehm ... ja, hydrogen og den der vil jo på en måte gå litt opp begge to, vil jeg tro. Ehm ... så når du tilfører mer så blir det mer da. Så da er det ikke konsentrasjon litt sånn her jeg tenker.

Da Student 2 svarte på oppgave 10, ga han likevekten menneskelige egenskaper. Dette kan man se på utsagnet under, der likevekten ”ønsker” å innstille seg slik at endringen blir så liten som mulig.

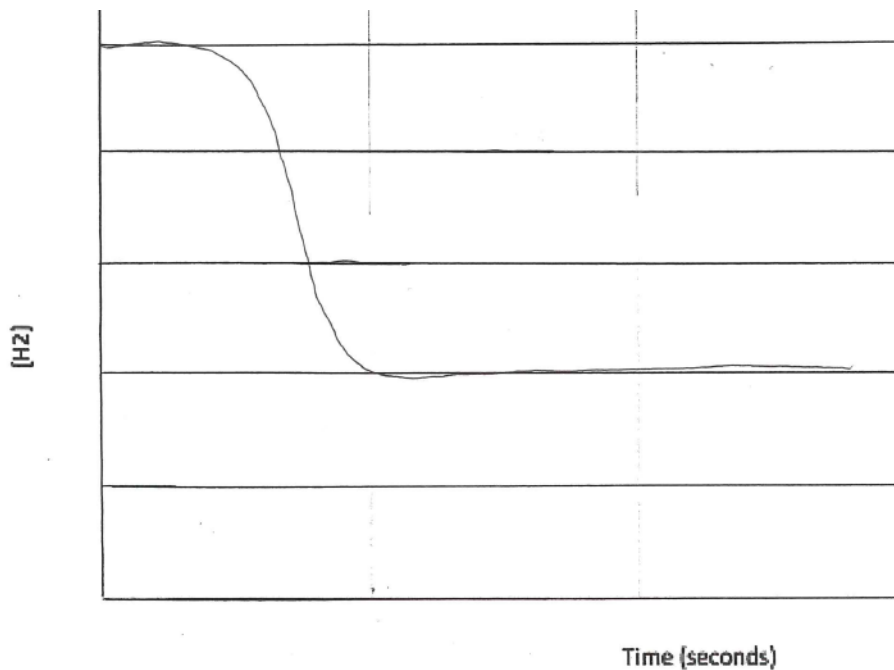
2-2: Her tenker jeg at det vil ha skjedd en endring i ... skal vi se ... Ja, det vil ha skjedd en endring i konsentrasjon av fluorgass og hydrogenfluorid. For vi tenker på en måte Le Châteliers prinsipp på likevekter. Da tenker vi at når vi tilsetter med hydrogen så ønsker liksom ... ehm blir kanskje litt teit å si, men så ønsker på en måte den likevekta her å innstille seg slik at endringen blir så liten som mulig sånn summa summarum på en måte. Så den ønsker ikke at det er massevis av hydrogen da vil den på en måte jevne seg ut. Jeg tenker litt på det som hvis du har vann i et kar også har du en ... du har en sånn ... (Tegner for å forklare) Hvis man tilsetter mer her (viser på figuren på venstre side), så vil den utjevne seg på en måte (peker på hele karet i figuren).

#### 4.2.2 Forståelsen for oppgave 12

I den første delen av intervjuet for oppgave 12 skulle studentene tegne endringen i konsentrasjonen til et stoff som reagerte til likevekt. Tre av studentene tegnet grafer som tilsvarte svaralternativ B (korrekt svar). Da de fikk svaralternativene endret to av studentene sine svar. Dette gjorde at totalt fire studenter svarte svaralternativ C i del 2 og del 3 av intervjuet. Det var kun én student som svarte korrekt svaralternativ under alle delene av intervjuet.

Figur 5 illustrerer grafen som Student 6 tegnet da han bare fikk oppgaveteksten uten svaralternativene, denne grafen er tilsvarende alternativ B. Student 1 tegnet en tilsvarende graf

i denne delen. Til tross for dette endret begge studentene til svaralternativ C da de fikk alternativene.



Figur 5: Grafen tegnet av Student 6 i forbindelse med oppgave 12.

Student 6 gir denne forklaringen etter at han hadde fått svaralternativene:

6-44: Ja. Husker ikke hva jeg svarte men i hvert fall tankegangen hvis jeg valgte den er at du får først reaksjon, men at den reagerte for mye og at du da får for mange produkter i forhold til likevekten også vil det reagere tilbake igjen også vil det liksom ta litt tid før likevekten innstiller seg. Også vil det holde seg konstant. Ehm ... mens her vil det bli en jevnere reaksjon. Ehm ... Jeg vil tro at det er den her som er den korrekte (peker på alternativ C).

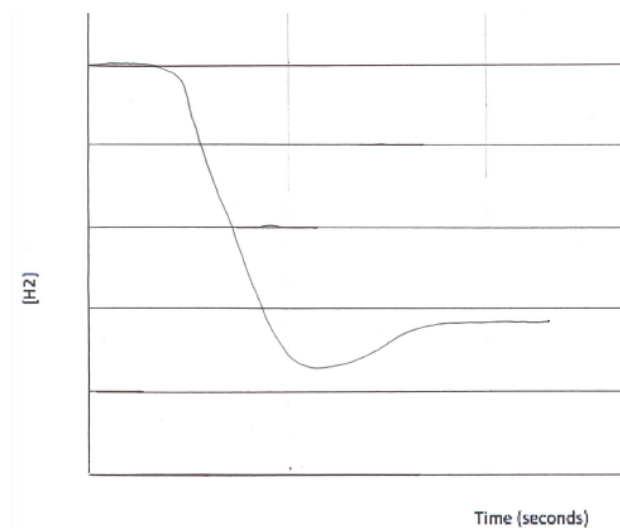
Student 6 forklarer her at reaksjonen har reagert for mye og at den vil reagere tilbake, dette kan tyde på at studenten ikke har forståelse for at kjemisk likevekt er et system som er dynamisk, altså at reaksjonen går kontinuerlig i begge retninger.



Student 2 tegnet en graf som lignet på svaralternativ C, dette kan man se i Figur 6. Studenten forteller at han var usikker på om den ville gå litt opp igjen, slik han tegner den. Denne forklaringen tilsier at studenten vurderte å tegne en graf tilsvarende svaralternativ B.

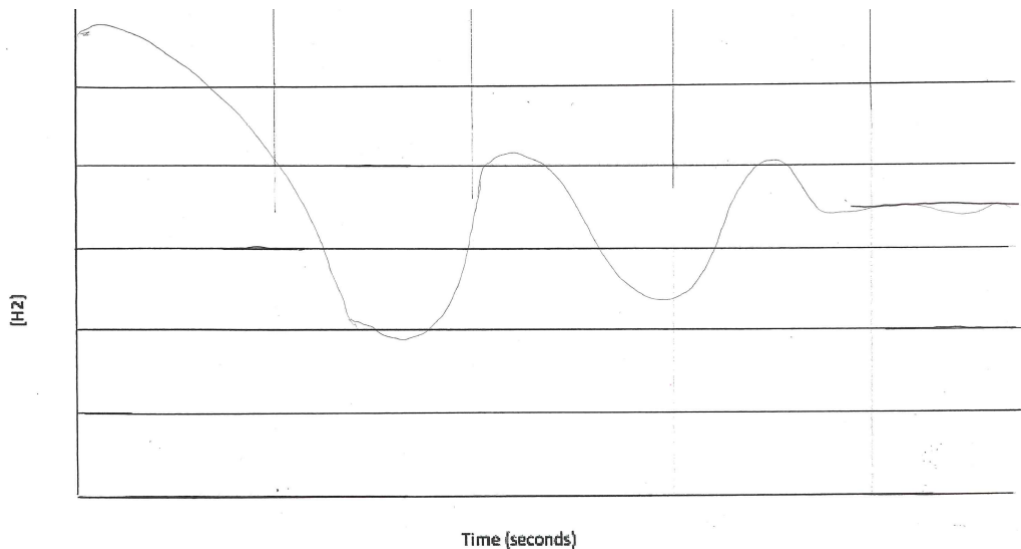
(lang pause)

2-46: Ja. Da tenker jeg at vi har ... Jeg er litt usikker på om det går litt opp igjen. Det her er på en måte. Det er ikke sånn at ... Det her er sånn at ... Jeg forstår det på en måte sånn at dem møtes oppe i der (peker på tegningen) også blandes det fort også finner så finner man nei man må ha en sånn likevekt så går den fort over. Det blir mye mindre også går det på en måte tilbake. Ja.



Figur 6: Grafen tegnet av Student 2 i forbindelse med oppgave 12.

Student 3 tegnet en graf som var ulik alle de andre studentenes grafer. Han tegnet en graf som var en mellomting mellom svaralternativ A og C. Forskjellen fra disse grafene er at studentens graf har dempede svingninger etterhvert som tiden går. Figur 7 viser grafen som Student 3 tegnet.



Figur 7: Grafen tegnet av Student 3 i forbindelse med oppgave 12.

Resonnementet til Student 3 var slik:

3-21: Neste oppgave her.

3-22: Hva var det her igjen da ... Det vil jo starte på topp for det vil jo være i hver sin beholder først, før det vil komme ned og bli mindre. Men så vil den jo på en måte overreagere så den vil da opp igjen, vil det ikke være noe sånt? Ca ... Før den går i likevekt og har stabilisert seg ca.

3-23: Hva tenker du da?

3-24: At ut fra ting som jeg husker av likevekt så går jeg for antagelsen av at det selvfølgelig vil være mest i starten i toppunktet før det blandes også vil det reagere, men når det er reagert for mye på en måte så vil den på en måte ... eller da vil den jo innse at den må reagere tilbake for den vil jo hoppe litt frem og tilbake før den da over tid stabiliserer seg og danner likevekt og da blir den ganske rett da.

Dette utsagnet tyder på at Student 3 ikke har forståelse for at en kjemisk likevekt er et system som er i en dynamisk tilstand. Student 3 tillegger også reaktantene menneskelige egenskaper, ved at han sier at reaktantene vil "innse" at de må reagere tilbake. Da student 3 fikk svaralternativene valgte studenten å svare alternativ C.

To av studentene mente at svaralternativ B ikke kunne være korrekt. Årsaken til dette var at de mente at konsentrasjonen til hydrogengass ble for lav i alternativ B. Student 1 gir denne forklaringen:

1-61: Ja. Så hvis jeg gir deg alternativene her.

1-62: Da er det ... forresten ... Det går ikke i likevekt med en gang så det går vel litt sånn først (tegner på den første tegningen). Så da blir det alternativ C. For det kan ikke øke, det går ikke. Det vil ikke stå å svinge slik (peker på alternativ A) og det vil ikke synke til null (peker på alternativ B), så C.

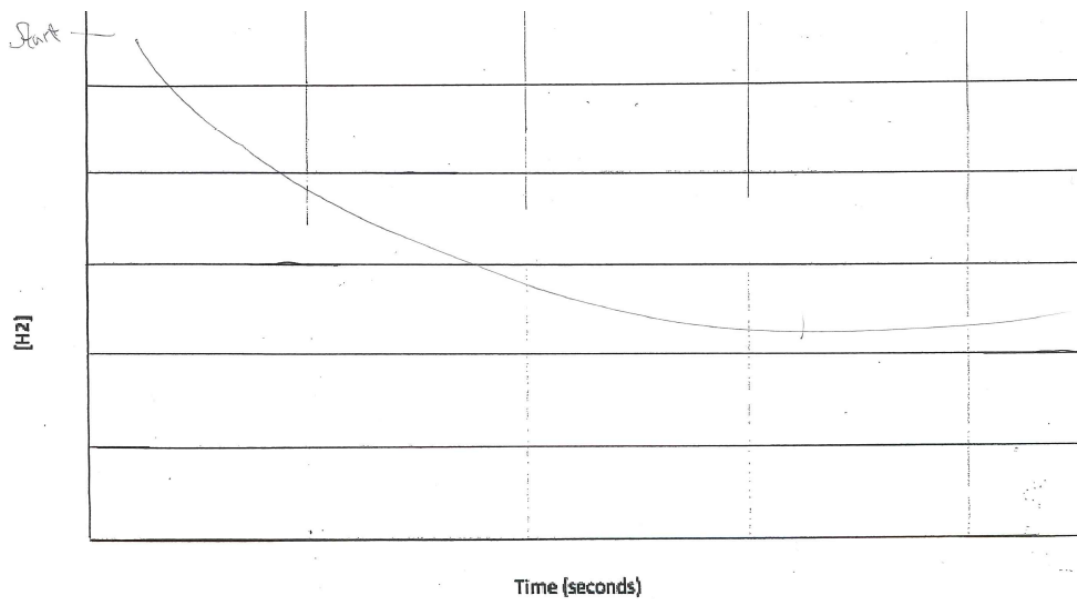
Student 3 gir denne forklaringen:

3-28: ja, det er borte i hvert fall. Den der er feil for det ville ikke bli økt konsentrasjon av hydrogengass med tanke på at det ikke er noe av den i starten ... av hydrogen. Og det vil heller ikke bli ... siden det med tanke på at det er likevekt og i stedet for at det her ... hvis det skal være origo her (peker på alternativ B) så vil det ikke være tilnærmet lik null hydrogengass vil jeg si ... ved likevekt. Så jeg går for C, ved å utelukke de andre.

Student 4 var den eneste studenten som svarte korrekt på oppgave 12 i alle delene av intervjuet. I Figur 8 kan man se grafen tegnet av Student 4, som viser endringen i konsentrasjonen til hydrogengass, og under er resonnementet til studenten.

4-23: Ja. Da har jeg en annen oppgave her, der jeg ønsker at du skal tegne med utgangspunkt i denne reaksjonen. Gjerne forklar hva du tenker.

4-24: Jo, ehm ... skal bare lese ... (mumler oppgaven). Ja, først så har du en del hydrogengass, så jodgass som du tilfører også vil jo litt av det gjøres om til den (peker på HI). Så da tenker jeg at du ehm ... ja, du begynner med en viss konsentrasjon også i start da ... ja ... start, så e det det også vil litt av den omdannes så den vil synke så vil den vel jevne seg ut (tegner grafen mens han forklarer). (leser oppgaven på nytt) ja, tenker noe sånn også oppnår du da en likevekt her borte en plass. Der du liksom dette blir om til den og dette blir om til den (peker på at venstre side blir om til høyreside og høyre side blir om til venstre side). Egentlig sånn jeg tenker, blir litt omdannet.



Figur 8: Grafen tegnet av Student 4 i forbindelse med oppgave 12.

### 4.2.3 Studentenes usikkerhet

Studentene som ble intervjuet viste i varierende grad usikkerhet når det kom til temaet kjemisk likevekt.

Student 1 var den eneste studenten som ble intervjuet som bare hadde naturfag som sin siste fullførte kjemiutdanning. Han innledet intervjuet med å fortelle at han gjennomførte CCI-testen og meldte seg frivillig til intervju for å være en motpol til resten av studentene som han anså som flinkere enn seg selv i kjemi. Han påpekte at han ikke hadde hatt kjemi på videregående skole, og at han synes at kjemifaget han hadde på NTNU var vanskelig. Studenten beskriver at medelevene som har hatt Kjemi 1 og Kjemi 2 sitter og koser seg, men han selv sitter der å spør seg selv "Hva er dette her?".

Student 1 svarer konsekvent alternativ C på oppgave 10 på alle delene av intervjuet. Dette betyr ikke at studenten ikke var usikker. Han gir en forklaring som skulle tilsi at han skulle svare et annet alternativ (alternativ E, som er korrekt) og virker usikker på hvor det vil skje en endring i konsentrasjon.

1-8: Ikke sant. Jeg ser de som sitter ved siden av meg som har hatt kjemi 1 og 2, de sitter og koser seg, mens jeg sitter bare ... herregud hva er dette her? Okei, du har en reaksjon som går over til likevekt som blir tilført mer  $H_2$ , hvor vil det da ha skjedd en endring i konsentrasjonen? Da får du mer her (peker på  $H_2$ ) som reagerer og gir mer  $2HF$  så det er der det skjer endring, når likevekten er innstilt så vil det være mer her (peker på  $2HF$ ) og mindre  $F_2$  for der er mindre som å reagere med.

1-9: Så hvilke komponenter er det endring i konsentrasjonen?

1-10: Jeg vil si det er  $2HF$ .

For oppgave 12 tegner Student 1 først en graf som er lik alternativ B (korrekt). Når studenten fikk svaralternativene endrer han svaret sitt til alternativ C. Studenten er altså så usikker at han endrer alternativ under intervjuet.

Student 2 viste usikkerhet da han svarte på både oppgave 10 og oppgave 12. Studenten sier også eksplisitt at han er usikker når det kommer til begge oppgavene. For oppgave 10 var han usikker på om det ville være endringer i konsentrasjonen til hydrogengass, slik man kan se under.

2-5: Mhm, så hvor vil endringen i konsentrasjonen være for denne oppgaven?

2-6: Skal vi se ... ehm ... Det vil jo være en endring i ... der er jeg litt usikker, for jeg tenker at det vil være en endring i ... ehm ... i ... i alle sammen egentlig i og med at likevektskonstanten skal være lik.

2-7: Okei

2-8: Så har du på en måte ... (tegner opp ligningen for likevektskonstanten). Det vil i hvert fall få mindre fluorgass og mer hydrogenfluorid også er jeg litt usikker på om du vil øke ... Nei, det skal vel egentlig ha lik mengde hydrogengass kanskje ...

Videre for oppgave 12 sier Student 2 at han var usikker på om konsentrasjonen til hydrogen ville øke før den innstilte seg til likevekt.

2-46: Ja. Da tenker jeg at vi har ... Jeg er litt usikker på om det går litt opp igjen. Det her er på en måte. Det er ikke sånn at ... Det her er sånn at ... Jeg forstår det på en måte sånn at dem møtes oppe i der (peker på tegningen) også blandes det fort også finner så finner man nei man må ha en sånn likevekt så går den fort over. Det blir mye mindre også går det på en måte tilbake. Ja.

Student 2 svarte i alle delene av intervjuet for oppgave 12 svaralternativ C, til tross for at han var veldig usikker på om konsentrasjonen til hydrogen ville øke. Da student 2 fikk vite at det var alternativ B som var korrekt, og at konsentrasjonen til hydrogengassen ikke øker før den innstilles til likevekt, synes studenten dette var positivt. Årsaken til dette var at studenten ikke hadde en god forklaring på hvorfor konsentrasjonen til hydrogen skulle øke før den innstilte seg til likevekt.

Student 3 uttrykte at han var usikker, selv om han svarte korrekt på oppgave 10. Når studenten forteller at det er en annen mulighet, så kommer han frem til det samme korrekte svaralternativet, uten å komme med den andre muligheten for løsning.

3-15: Så du er ikke helt sikker?

3-16: Nei, jeg er ikke det. Ehm ... for den andre muligheten vil jo være at den ... vil bli den motsatte reaksjonen at det blir mer fluorgass og mer hydrogenfluorid også tilføre at det blir mer hydrogengass igjen, så ... jeg tror E er riktig egentlig.

Student 4 svarte korrekt på begge oppgavene i alle delene av intervjuet. Til tross for dette hadde ikke studenten en rett frem forklaring som forteller helt hva som skjer med reaksjonene i oppgavene. Fra utsagnet til studenten (sitat 4-6 vedlegg 2), kan man se at han ikke konkret kommer frem til om de ulike stoffene har høyere eller lavere konsentrasjon. Det er vanskelig å si om dette er noe studenten er usikker på eller om studentens forståelse ikke kommer godt nok frem når det kommer til hvilke endringer som skjer for de ulike stoffene. Det er dermed ikke mulig å si at studenten var *veldig sikker* da han svarer på spørsmålene. Studenten ble altså vurdert til *relativt sikker* da han svarte på spørsmålene under intervjuet.

Student 6 var usikker da han svarte på spørsmålene i intervjuet. For oppgave 10 var studenten usikker på om det ville skje en endring i konsentrasjonen for hydrogengass, dette kan man se i sitatene under.

6-11: Så da er det disse som endrer konsentrasjon?

6-12: Ehm ... åå ... Jeg er litt usikker på hvordan det blir med endringen av konsentrasjon av hydrogengass ... ehm ... (lang pause) det jeg i utgangspunktet ville tenkt var at den ikke ville

endre seg noe særlig, men ... (Skriver opp ligningen for likevektskonstanten). (lang pause) Jeg tror den blir litt høyere.

Videre var studenten så usikker i de resterende delene at han ikke klarer å bestemme seg for om det var alternativ D eller alternativ E som var korrekt.

Enkelte studenter uttrykte også eksplisitt at de var usikre. I Tabell 12 kan man se hvor mange ganger studentene sa eksplisitt at de var usikker i løpet av intervjuet. Dette er med på å styrke vurderingene av studentenes usikkerhet.

Tabell 12: Antall ganger studentene sier at de er usikker i intervjuet.

	Student 1	Student 2	Student 3	Student 4	Student 6
Antall ganger studenten sier at han er "usikker"	0	7	1	0	2

#### 4.2.4 Le Châteliers prinsipp

Ut i fra studentenes forklaring om Le Châteliers prinsipp ble forståelsesnivået av prinsippet vurdert. Forståelsesnivået ble delt inn i tre kategorier: "lav kontroll", "passiv kontroll" og "aktiv kontroll" (Bravo et al., 2007), der den siste kategorien består av to graderinger. Disse kategoriene er beskrevet i Tabell 7, kapittel 3.5.2. Bakgrunnen for vurderingen som er gjort i Tabell 13 er beskrevet under med understøttende sitater fra studentene.

Tabell 13: Kategorisering av studentenes forståelsesnivå av Le Châteliers prinsipp, basert på kategoriseringen til Bravo et al. (2007).

Forståelsesnivå for Le Châteliers prinsipp				
Student 1	Student 2	Student 3	Student 4	Student 6
Lav / Passiv kontroll	Aktiv kontroll 1	Passiv kontroll	Aktiv kontroll 2	Passiv Kontroll

Student 1 brukte ikke Le Châteliers prinsipp og viste ingen eksempler på bruk under intervjuet. Når studenten fikk spørsmål knyttet til Le Châteliers prinsipp gir han kun en delvis definisjon av prinsippet og viser liten forståelse for meningen bak prinsippet. Studenten ble dermed vurdert til å ha et forståelsesnivå tilsvarende et grensesjikt mellom ”lav kontroll” og ”passiv kontroll”.

1-89: Dersom jeg sier Le Châteliers prinsipp, har du hørt om det før?

1-90: Ja, det er et kjent navn. Er det ikke noe om at det vil stabilisere seg eller noe.

1-91: Ja

1-92: Det vil si at hvis du har en løsning også tilsetter du mer av noe så vil det endre seg litt også vil det finne en ny stabil blanding da.

1-93: Så du har hørt om det før?

1-94: Ja, det har vi hatt.

Student 2 benyttet Le Châteliers prinsipp uoppfordret da han skulle løse oppgave 10 under intervjuet. Han benytter prinsippet og andre illustrasjoner for å resonnerer seg frem til et svar. Svaret studenten kommer frem til var ikke det korrekte svaret. Til tross for dette viser studenten forståelse for at prinsippet kan benyttes i ulike situasjoner.

2-1: Da har jeg en oppgave fra CCI-testen. Da kan du se på denne oppgaven.

2-2: Her tenker jeg at det vil ha skjedd en endring i ... skal vi se ... Ja, det vil ha skjedd en endring i konsentrasjon av fluorgass og hydrogenfluorid. For vi tenker på en måte Le Châteliers prinsipp på likevekter. Da tenker vi at når vi tilsetter med hydrogen så ønsker liksom ... ehm blir kanskje litt teit å si, men så ønsker på en måte den likevekta her å innstille seg slik at endringen blir så liten som mulig sånn summa summarum på en måte. Så den ønsker ikke at det er massevis av hydrogen da vil den på en måte jevne seg ut. Jeg tenker litt på det som hvis du har vann i et kar også har du en ... du har en sånn ... (Tegner for å forklare) Hvis man tilsetter mer her (viser på figuren på venstre side), så vil den utjevne seg på en måte (peker på hele karet i figuren).

Student 2 forstår altså Le Châteliers prinsipp og kan knytte det til ulike kontekster (knyttet det til eksempler som bruk i industri, sitat 2-83 – 2-86, vedlegg 2). Til tross for denne forståelsen for Le Châteliers prinsipp klarer ikke studenten å løse oppgaven som er gitt under intervjuet. Altså er forståelsesnivået til studenten vurdert til ”aktiv kontroll 1”. Studenten kan ikke løse



problemer ved nye situasjoner ved å bruke prinsippet og har dermed ikke kommet til forståelsesnivået som er representert ved ”aktiv kontroll 2”.

Student 3 nevnte ikke Le Châteliers prinsipp da han løste oppgavene. Studenten sier at likevekten vil forsøke å forskyve reaksjonen i motsatt retning (sitat 3-2, vedlegg 2), noe som er en del av definisjonen i Le Châteliers prinsipp. Da studenten fikk spørsmål om det eksisterer et prinsipp som omhandler kjemisk likevekt svarer han med en gang Le Châteliers prinsipp. Han gir en forklaring som viser at han kan forklare hva prinsippet omhandler, men viser ingen tegn til å knytte dette til andre kontekster.

3-47: Er det en regel eller et prinsipp du husker om likevekt?

3-48: Det er jo Le Châteliers prinsipp da. Om at dersom det er en reaksjon så ... hvis det er en endring i en av reaktantene eller produktet så vil den prøve å motvirke dette. Så er det jo det med at hvis du endrer trykk så vil den forskyves i den retningen hvor det er flest molekyl ... jeg mener mot den retning det er flest molekyl av gass ikke sant? ... også er det også noe med temperatur også tror jeg, men jeg husker ikke.

Student 3 sitt forståelsesnivå av prinsippet ble dermed kategorisert til ”passiv kontroll”. Da studenten fikk spørsmål om han benytter dette prinsippet når han løser likevektsoppgaver svarte han dette:

3-49: Bruker du det prinsippet når du løser likevektsoppgaver?

3-50: Det blir jo på en måte det. Blir jo på en måte logisk tenkning. Men det er en blanding av det for mye av det i kjemien det er bare sånn logisk tenkning som folk formulerer på en vittig måte, så kaller de det en setning. Men det blir jo på en måte at jeg halvveis bruker det da. Type med det, men det ligger sånn bak at jeg ikke tenker på at jeg bruker det.

Student 4 nevnte ikke med navn Le Châteliers prinsipp da han løste oppgave 10 og 12. Da studenten resonnererte seg frem til en løsning knyttet til oppgave 10, nevnte han en ligning som skal beskrive at ”Når du tilfører noe så vil det forskyves motsatt vei”. Denne ligningen kaller han Nernst, men han virker ikke sikker på at det er det dette heter (se sitat 4-6, vedlegg 2). Dette utsagnet er lik beskrivelsen av Le Châteliers prinsipp. Studenten bekrefter senere i intervjuet at han mente Le Châteliers prinsipp når han sa Nernst. Selv om Student 4 sier at han ikke aktivt benytter Le Châteliers prinsipp, kan det fra hans utsagn i sitat 4-6 virke som at han gjør nettopp

det. Da studenten svarte på oppgave 10 sa studenten at ”Når man tilfører noe så vil det forskyves motsatt vei”, noe som er en del av definisjonen til Le Châteliers prinsipp. Da studenten fikk direkte spørsmål om Le Châteliers prinsipp viste studenten at han kunne definisjonen av dette prinsippet, og siden studenten benyttet definisjonen av prinsippet for å løse oppgave 10, ble Student 4 vurdert til å ha forståelsesnivå ”aktiv kontroll 2”.

Student 6 nevnte Le Châteliers prinsipp da han skulle forsøke å løse oppgave 10. Selv om studenten nevnte Le Châteliers prinsipp var han usikker på om hydrogen ville få en endring i konsentrasjonen, men var sikker på at konsentrasjonen til de to andre gassene ville endre seg.

6-1: Da kan vi begynne med den første oppgaven her (gir student oppgaven).

6-2: (Lang pause) Mhm, ehm ... Le Châteliers prinsipp når du tilfører mer hydrogengass så får du mer reaktanter. Og det vil da reagere mer  $H_2$  og fluor som vil gi lavere konsentrasjon av fluor og høyere konsentrasjon av ... ja ... den (sikter til hydrogenfluorid, HF).

Da Student 6 ble spurt om Le Châteliers prinsipp viste studenten forståelse for hva prinsippets definisjon var, men viste ingen tegn til å kunne benytte prinsippet eller knytte det til ulike situasjoner. Dette gjorde at forståelsesnivået til studenten av Le Châteliers prinsipp ble kategorisert til ”passiv kontroll”.

6-67: Ja, husker du hva det gikk ut på?

6-68: Ehm ... Jeg husker det ikke ordrett, men det går jo på altså innstillinger av likevekter. At ved gitte forhold så vil en reaksjon ha en likevekt, så hvis du endrer noen av forholdene som f.eks. temperatur, trykk eller stoffmengde av reaktant eller produkt så vil stoffene reagere også vil det innstille seg en ny likevekt.

### 4.3 Resultatene fra intervjuet sett i sammenheng med CCI-testen

Resultatene fra intervjuet er samlet i Tabell 11, kapittel 4.2. I denne tabellen kan man se svarene til studentene for de ulike delene av intervjuet. Når man ser på resultatene fra CCI-testen og intervjuene og sammenligner disse, kan man se at enkelte studenter som hadde korrekt på CCI-testen svarte galt under intervjuet. Dette var tilfelle for Student 1 på oppgave 10 og Student 2 og Student 6 på oppgave 12. Dette kan man se i Tabell 14.

Tabell 14: Resultatene fra CCI-testen og fra intervjuet.

Student	Spørsmål 10 CCI-test	Spørsmål 10 Intervju	Spørsmål 12 CCI-test	Spørsmål 12 Intervju
1	E	C	E	C
2	D	D	B	C
3	E	E	C	C
4	E	E	B	B
6	D	D eller E	B	C

 = Riktig svaralternativ.  
 = Galt svaralternativ.

Videre kan man se i Tabell 15 at prosentvis andel studenter med korrekt svar etter intervju har gått ned fra 60 % til 40 % for oppgave 10, og fra 60 % til 20 % for oppgave 12. Prosentvis andel studenter med korrekt svar fra intervjuet for oppgave 12, er lavere enn prosentvis andel studenter med korrekt svar for alle som gjennomførte testen. Dette tyder på at selv om studentene svarer korrekt på en slik test, trenger ikke forståelsen å være i samsvar med den faglig aksepterte forståelsen.

Tabell 15: Andel studenter som svarer korrekt på oppgave 10 og 12, for de ulike grupperingene.

<b>Gruppering</b>	<b>Oppgave 10 (%- korrekt)</b>	<b>Oppgave 12 (%- korrekt)</b>
<b>Alle som gjennomførte CCI-testen</b>	33 %	32 %
<b>Studentene som ble intervjuet (CCI-test)</b>	60 %	60 %
<b>Studentenes svar fra intervju</b>	40 %	20 %
<b>Studenter med 1NA som siste fullførte kjemiutdanning</b>	27 %	33 %
<b>Studenter med KJ1 som siste fullførte kjemiutdanning</b>	43 %	18 %
<b>Studenter med KJ2 som siste fullførte kjemiutdanning</b>	42 %	52 %

#### 4.3.1 Post-test

På slutten av semesteret ble det gjennomført en post-test som var tilsvarende pre-testen. Denne testen hadde som nevnt i kapittel 3.5.1 lav svarandel<sup>13</sup>. I tabellen under kan man se sammenligningen av resultatene fra pre- og post-test.

<sup>13</sup> Noe som også har vært tilfellet fra tidligere år som denne testen har blitt gjennomført.

Tabell 16: Sammenligning av pre- og post-test.

	Antall riktige av 40 mulige (pre-test)	Oppgave 10 (% korrekt)	Oppgave 12 (% korrekt)
Pre-test	16,6	33 %	32 %
Post-test <sup>14</sup>	22,6	42 %	31 %

Her kan man se at gjennomsnittet av antall riktige svar per student har gått opp fra 16,6 riktige svar til 22,6 riktige svar. Altså en gjennomsnittlig økning av riktige svar på 6 spørsmål. Det kan se ut som at forståelsen for oppgave 10 har økt, mens studentenes forståelse for oppgave 12 har holdt seg stabil. Det er ikke mulig å dra noen slutninger fra dette resultatet da det ikke er målt en statistisk signifikans. Det er altså ikke mulig å si om resultatene er representativ for utvalget. Til tross for dette viser det seg at resultatene er i tråd med tidligere innhentede data fra CCI-tester.

---

<sup>14</sup> Resultatene fra post-testen inneholder kun svar fra 26 studenter.



## 5 Drøfting

Denne studien dreier seg om førsteårsstudenters forståelse for kjemisk likevekt. Det er valgt å se nærmere på studentenes benyttelse av Le Châteliers prinsipp og å vurdere studentenes faglige usikkerhet når det kommer til valg av svaralternativ. I dette kapitlet blir resultat og analyse vurdert i lys av relevant teori. Avslutningsvis blir undersøkelsens kvalitet drøftet.

### 5.1 Oppgave 10

Resultatene fra CCI-testen viser at mange av studentene i den aktuelle klassen hadde problemer med å løse oppgave 10. 33 % av studentene svarte korrekt på denne oppgaven når de gjennomførte pre-testen. Studentene som ble intervjuet lå over gjennomsnittet i forhold til de resterende studentene som gjennomførte pre-testen. 60 % av studentene som skulle intervjues hadde svart korrekt på pre-testen. Basert på svarene under intervjuet var det imidlertid bare 40 % av disse studentene som svarte korrekt alternativ. Det kan tyde på at selv om studentene svarer korrekt på en flervalgstest trenger de ikke være sikre eller ha forståelsen til å forklare hvorfor dette er korrekt.

To av studentene viste usikkerhet når det kom til endringen i konsentrasjonen til hydrogen. Begge studentene sa at de benyttet Le Châteliers prinsipp for å løse oppgaven. Under intervjuet virket studentene overbevist om at det ville være en endring i konsentrasjon til fluor og hydrogenfluorid, men var veldig usikre på om det ville være hos endring i hydrogen, som var den reaktanten som ble tilsatt. Dette er en av problemområdene som Bergquist og Heikkinen beskriver i sin artikkel (1990). De skriver at studentene har problemer med å anvende Le Châteliers prinsipp og at studentene mener at konsentrasjonen endres for alle de kjemiske stoffene unntatt det kjemiske stoffet som er tilsatt. Dette stemmer overens med oppfatningen til to av de fem studentene som ble intervjuet.

## 5.2 Oppgave 12

Resultatene fra CCI-testen, viser at mange av studentene også hadde problemer med å løse oppgave 12. Kun 31 % av alle studentene som gjennomførte pre-testen svarte korrekt på denne oppgaven. Til sammenligning hadde 60 % av studentene som ble intervjuet korrekt svar på denne oppgaven under pre-testen, og hadde dermed et godt utgangspunkt i forhold til de resterende studentene som gjennomførte pre-testen. Basert på svarene fra intervjuet var det 20 % av studentene som svarte korrekt. Dette tyder igjen på at selv om studentene svarer korrekt på en flervalgstest trenger de ikke ha forståelsen som skal til for å forklare hvorfor dette er korrekt.

Under første del av intervjuet tegnet Student 1, 4 og 6 grafer som lignet på svaralternativ B (korrekt svar). Til tross for dette endret Student 1 og 6 til svaralternativ C i de resterende delene av intervjuet. Student 2 tegnet en graf som var lik alternativ C, og svarte dette alternative i alle delene av intervjuet. Student 3 tegnet en graf som var ulik grafene som var svaralternativ for oppgaven. Denne studenten tegnet noe som lignet en mellomting mellom alternativ A og alternativ C. Når han fikk svaralternativene svarte han i resten av intervjuet alternativ C. Det var altså fire av fem studenter som til slutt svarte alternativ C under intervjuet. Studentene som svarte alternativ C mente at konsentrasjonen til hydrogen ville øke før likevekten innstilte seg. Fra resultatene kan man se at forklaringene Student 3 og 6 gir tyder på at studentene mangler forståelse for at en kjemisk likevekt er i en dynamisk tilstand. Tidligere forskning viser også at dette er noe studentene har problemer med (Bergquist & Heikkinen, 1990; Gussarsky & Gorodetsky, 1990; Huddle & Pillay, 1996; Johnstone et al., 1977).

Alternativ C var ikke det mest populære svaralternativet blant de som svarte galt på oppgave 12 under CCI-pre-testen, slik man kan se i Tabell 5 (i kapittel 3.1.2). De fleste studentene, som hadde svart feil under pre-testen, valgte alternativ D (20 av 96 studenter) og alternativ E (21 av 96 studenter). Under intervjuet var svaralternativ C det mest svarte alternativet. Fra tidligere år har svaralternativ C vært hyppigere valgt under CCI-pre-testen enn det var dette året.

En annen ting som er verdt å bemerke seg er at Student 1 og 3 mener grafen til alternativ B går mot null og at de derfor ikke vurderte dette som et mulig korrekt alternativ. I den grafiske fremstillingen av svaralternativ B, se Figur 3 i kapittel 3.1.1, er det ingen tallverdier som tilsier at denne grafen nærmer seg null. Grafen illustrer også at konsentrasjonen til hydrogen legger seg på et stabilt nivå som er høyere enn null. Det kan tenkes at flere andre studenter som



gjennomførte CCI-testen misforstod svaralternativet og eliminerte dette bort, slik to av intervjuobjektene i denne studien gjorde.

### 5.3 Studentenes usikkerhet

Studentene viste varierende grad av usikkerhet. Student 4 var den eneste studenten som ikke viste tydelige tegn til usikkerhet i svarene. Til tross for dette er det vanskelig å si at han var overbevist eller *sikker i sin sak* da han svarte på spørsmål under intervjuene. Studenten ble dermed kategorisert som *relativt sikker*. De resterende studentene som ble intervjuet viste varierende grad av usikkerhet. Noen av studentene sa eksplisitt at de var usikre under intervjuet. Student 2 sa at han var usikker hele syv ganger. Student 6 sa at han var usikker to ganger og Student 3 sa at han var usikker én gang under intervjuet. Student 1 og Student 4 sa aldri eksplisitt under intervjuet at de var usikre. Student 1 var den eneste studenten som ikke hadde tatt fagene Kjemi 1 og Kjemi 2 på videregående skole. Student 1 startet intervjuet med å fortelle at han ville være en motpol til alle de flinke studentene som hadde tatt kjemi, i denne studien.

Studentene trengte ikke si eksplisitt at de var usikre for å vise usikkerhet. Et eksempel på dette er forklaringen som Student 1 ga i oppgave 10. Han ga en forklaring som skulle tilsi at han skulle svare alternativ E (korrekt svaralternativ), men han svarte alternativ C. For oppgave 12 viste også student 1 usikkerhet. Han tegnet først en graf som tilsvarte alternativ B (korrekt svaralternativ), men da han fikk alternativene endret han svar til alternativ C.

### 5.4 Le Châteliers prinsipp

Studentenes forståelsesutvikling er viktig for deres konseptuelle forståelse (Bravo et al., 2007). Forståelsesnivået ble kategorisert etter en inndeling i fire: ”lav kontroll”, ”passiv kontroll”, ”aktiv kontroll 1” og ”aktiv kontroll 2” for å vise forståelsesnivået studentene hadde for Le Châteliers prinsipp. Fra resultatene kan man se at det var to studenter, Student 2 og Student 6, som uoppfordret fortalte at de benyttet Le Châteliers prinsipp da de skulle løse oppgave 10 under intervjuet. Til tross for at de benyttet Le Châteliers prinsipp klarte de ikke å resonnerer seg frem til korrekt svar. Student 2 klarte å forklare at prinsippet kunne anvendes i ulike situasjoner og knytte det til andre kontekster, men klarte ikke å benytte det til problemløsning i oppgave 10. Han ble dermed kategorisert til ”aktiv kontroll 1”. Student 6 ble kategorisert til

”passiv kontroll”, dette ble også Student 3. Dette vil si at de kunne definere og forklare Le Châteliers prinsipp, men viste liten eller ingen tegn til å kunne anvende prinsippet. Student 1, ble kategorisert til ”lav” til ”passiv kontroll” av Le Châteliers prinsipp. Student 1 kunne altså gjenkjenne Le Châteliers prinsipp, men ga kun en delvis definisjon av Le Châteliers prinsipp. Student 4 var den eneste studenten som klarte å benytte Le Châteliers prinsipp til å løse oppgave 10, han ble dermed kategorisert til å ha et forståelsesnivå som inngår i ”aktiv kontroll 2”. Disse resultatene viser at flere av studentene hadde problemer å med å forstå Le Châteliers prinsipp, samt benytte prinsippet til å løse kjemisk likevektsoppgaver.

I denne studien er det ikke undersøkt årsaken til at studentene har vanskeligheter med å benytte Le Châteliers prinsipp.

## 5.5 Forståelsen hos studentene

Undersøkelsene som er gjennomført i denne studien tyder på at studentene har problemer med å benytte Le Châteliers prinsipp og at studentene i varierende grad er usikre når det kommer til spørsmål knyttet til temaet kjemisk likevekt.

Studentenes konseptuelle forståelse var vanskelig å vurdere, blant annet fordi det er utfordrende å komme med en definisjon av konseptuell forståelse (Holme et al., 2015). I undersøkelsen til Holme et al. (2015) ble det funnet fem punkter som kan definere om studentene har konseptuell forståelse. For denne studien har det vært viktig å se på to av disse punktene fra listen (Holme et al., 2015), *depth* og *predict*. Dette innebærer å se på studentenes evne til å argumentere og forklare kjerneideer i kjemi (*depth*) under intervjuet og studentenes evne til å forutsi og forklare kjemiske systemer (*predict*). Studentenes forklaringer under intervjuet representerer deres oppfatninger som er knyttet til temaet kjemisk likevekt.

Resultatene fra intervjuene viste at studentene ofte hadde oppfatninger som ikke var i samsvar med de oppfatningene som er akseptert innenfor fagfeltet. Alle studentene forsøkte å resonnerer seg frem til et svar på spørsmålene under intervjuet. Det er dermed ikke mulig å si at noen av studentene hadde en totalt manglende oppfatning. Det er derimot vanskelig å vurdere om studentene har misoppfatninger/alternative oppfatninger eller om det er umodne oppfatninger studentene har. Studentenes oppfatninger som ikke stemmer med den vitenskapelige aksepterte

oppfatningen kan endres slik at de samsvarer med de oppfatningene som er akseptert innenfor et fagfelt. Dette kan skje ved to ulike prosesser ifølge Piaget. Denne endringen kan enten skje ved assimilasjon eller akkomodasjon (Illeris, 2000, s. 25-29). Et eksempel der studentens forståelse ikke har blitt tilpasset den allerede eksisterende kunnskapen, tilpasset sitt kjemiskjema, er Student 2 når det kommer til oppgave 12. Da Student 2 fikk vite at det svaralternativet som han hadde svart på oppgave 12 var galt (alternativ C), sa studenten at han ble glad. Årsaken var at han ikke kunne forklare sin forståelse av hvorfor han mente at konsentrasjonen til hydrogen skulle øke før den innstilte seg til likevekt. Denne forståelsen passet ikke inn i de allerede eksisterende strukturene studenten hadde, og var nok også årsaken til at studenten ble glad da han fikk vite at dette var ukorrekt.

Vurderingen av studentens forståelse av Le Châteliers prinsipp viste at de fleste studentene hadde problemer med å forstå og benytte dette prinsippet. Det var kun én student som oppnådde et forståelsesnivå som ble kategorisert til ”aktiv kontroll 2”. Fra Tabell 2, i kapittel 2.1.3, kan man lese at kategorien ”aktiv kontroll” består av flere deler av en kognitiv prosess, og kategoriene som ble benyttet er beskrevet i Tabell 7, i kapittel 3.5.2. Altså viser resultatene at de fleste studentene ikke har gjennomgått alle delene av den kognitive prosessen som inngår i kategorien ”aktiv kontroll”, da spesielt ”aktiv kontroll 2”. Dette viser at den konseptuelle forståelsen som studentene har vist i denne studien ikke er fullstendig utviklet. Dette kan være forskjellen på overflateforståelse og dybdeforståelse.

Fra resultatene er det mulig å se sammenhengen mellom studentenes usikkerhet og hvilket forståelsesnivå de ble kategorisert til å ha for Le Châteliers prinsipp. Student 4 var *relativt sikker* i sine uttalelser og ble kategorisert til et forståelsesnivået ”aktiv kontroll 2”. De resterende studentene viste i varierende grad usikkerhet og hadde ikke den konseptuelle forståelsen for Le Châteliers prinsipp til å oppnå et forståelsesnivå som må til for å løse oppgavene gitt under intervjuet.

Student 6 er veldig opptatt av å beregne seg frem til et svar matematisk, noe som kan tyde på en instrumentell tilnærming. Årsaken til dette kan være at studenten vanligvis benytter en matematisk tilnærming for å løse oppgaver i kjemifaget. Det kan også være at studenten har en overfladisk forståelse av temaet kjemisk likevekt, noe som gjør at studenten får problemer når han får konseptuelle spørsmål om temaet.

Språkbruken til studentene er viktig når det kommer til det å uttrykke forståelse. Resultatene viser at Student 2 og Student 3 tillegger likevekten og reaktantene menneskelige egenskaper, antropomorfi (Taber & Watts, 1996), under intervjuet. Student 2 sier at likevekten ”ønsker” å innstille seg slik at endringen blir lavest mulig, mens Student 3 mener at reaktantene ”innser” at den må reagere tilbake. Dette viser at noen av studentene har en forståelse som knytter menneskelige egenskaper til ikke-menneskelige ting. Det er vanskelig å si om studentenes ordbruk er bevisst, for å hjelpe å forklare situasjonen, eller om det er en alternativ oppfatning som ligger bak denne ordbruken.

I denne studien var det kun én student som ble intervjuet som hadde Naturfag som siste fullførte kjemiutdanning, de resterende fire hadde Kjemi 2 som siste fullførte kjemiutdanning. Fra CCI-testen kunne man se tendenser av at studenter med høyere faglig bakgrunn innenfor kjemi hadde en høyere poengsum totalt, men det er ikke mulig i denne studien å trekke noen slutninger knyttet til dette. Signifikansnivået til CCI-testen ble ikke vurdert da datamaterialet var for lite, og det er derfor ikke mulig å si om resultatene fra CCI-testen alene er representativt for utvalget. Det er altså ikke mulig å trekke noen slutninger når det kommer til resultatene knyttet til studentenes faglige bakgrunn, siden kun én av studentene hadde Naturfag som siste fullførte kjemiutdanning.

To av studentene sa under intervjuet at det var lenge siden de hadde jobbet med kjemi, da de ble intervjuet. Til tross for at de på dette tidspunktet hadde generell kjemi som et emne, det inneværende semesteret. Student 2 sa at han ikke hadde følt noe behov for å jobbe med dette emnet siden han hadde gått gjennom dette før, og at han følte at det var overkommelig for han. Han hadde en høy poengsum på 28 korrekte svar på CCI-testen, der han hadde svart korrekt på blant annet oppgave 12. Under intervjuet svarte studenten galt på både oppgave 10 og 12. Dette viser at selv om studenten svarer korrekt på oppgavene trenger han ikke å ha en forståelse om hvorfor dette er korrekt. Det kan tyde på en manglende konseptuell forståelse for temaet kjemisk likevekt.

Studentene som ble intervjuet hadde fra CCI-pre-testen gjennomsnittlig et bedre resultat enn gjennomsnittet av alle studentene som gjennomførte CCI-pre-testen. Til tross for dette viste ikke studentene en stor grad av forståelse, under intervjuet, som samsvarer med den vitenskapelig aksepterte innenfor dette fagområdet. Studentene som ble intervjuet svarte mer korrekt på de aktuelle oppgavene under CCI-pre-testen sammenlignet med intervjuet.

Resultatene fra CCI-pre-testen for studentene som ble intervjuet viste at 60 % av studentene hadde svart korrekt på oppgave 10, og 60 % hadde svart korrekt på oppgave 12. Svarene fra intervjuet viste at 40 % av studentene svarte korrekt på oppgave 10, og 20 % av studentene svarte korrekt på oppgave 12. Dette kan være et tegn på at selv om studentene avgir korrekt svaralternativ på CCI-testen trenger ikke studentene å ha forståelsen for hvorfor dette er korrekt. Det kan også være et tegn på at studentene gjetter på svaralternativene, for eksempel siden noen av studentene endret svaralternativ under intervjuet.

Det ble også hentet inn data i form av en CCI-post-test. Fra resultatene kan man lese at denne testen hadde lav oppslutning. Dette gjør at det er vanskelig å trekke slutninger basert på dette resultatet alene. CCI-post-testen viste en gjennomsnittlig høyere poengsum for studentene enn ved studiestart, men det var ingen merkbar økning for oppgave 10 og oppgave 12. Dette samsvarer med data hentet gjennom CCI-testen fra tidligere år. Intervjuene i denne studien ble gjennomført i slutten av semesteret på samme tid som CCI-post-testen ble gjennomført. Ved å se på resultatene fra CCI-testen og intervjuene samlet, kan man vurdere studentenes forståelse for kjemisk likevekt. Intervjuene viste at studentene hadde problemer med å løse oppgavene som ble gitt. Studentene hadde altså problemer med å forstå temaet kjemisk likevekt.

## **5.6 Undersøkelsens metode**

I denne studien er det benyttet både kvantitativ og kvalitativ metode for å undersøke studentenes forståelse av temaet kjemisk likevekt. Trianguleringen kan bidra til å øke studiens validitet. Årsaken er at man ser på problemstillingen med ulike perspektiv. Det er sett på studentenes forståelse som en gruppe, ved å se på resultatene fra CCI-testen. Det er også sett på studentenes forståelse som individ, ved å analysere svar fra intervju. Ved å se på resultatene samlet kan man si noe om førsteårsstudenters forståelse for temaet kjemisk likevekt. Videre i dette kapitlet er metodene vurdert.

### **5.6.1 Flervalgstest**

Det kan være fordeler og ulemper med en flervalgstest, slik som beskrevet i kapittel 3.2.1. For denne studien var det en fordel at testen ikke krevde mye tid og innsats fra studenten. En annen fordel er at vurderingen av resultatene blir objektive. Ulemper som kan gjelde for denne studien

er at det var en risiko for at studentene gjettet når de svarte på spørsmål. CCI-testens pålitelighet og gyldighet er redegjort for i Eggen et al. (2017).

De to oppgavene (10 og 12) som ble valgt, ble tolket til å være oppgaver som skulle utfordre studentenes konseptuelle forståelse om temaet kjemisk likevekt. Ettersom valget av disse oppgavene er gjennomført basert på vurderinger og tolkninger av oppgavenes innhold kan det reises spørsmål om oppgavenes validitet knyttet til denne studien (Robson & McCartan, 2016, s. 87-99). Valget av oppgavene ble vurdert opp mot litteratur fra tidligere forskning, se kapittel 3.1.1. Det ble da sett på problemområdene som tidligere studier har dokumentert innenfor temaet kjemisk likevekt. Da oppgavetekstene er hentet fra CCI-testen der påliteligheten og gyldigheten allerede er redegjort for i Eggen et al. (2017), er det vurdert til at disse oppgavene utfordrer studentenes konseptuelle forståelse innenfor temaet kjemisk likevekt.

Reaksjonsligningen knyttet til oppgave 12 inneholder to piler mot høyre, se Figur 3 kapittel 3.1.1. Dette kan være et moment som kan forvirre studentene når de skal svare på oppgaven. Det var en student som kommenterte nettopp disse pilene under intervjuet, og lurte på om at det ville bli en likevekt og om han ikke skulle bry seg om disse. Dette var Student 2, se vedlegg 2 sitat 2-41 – 2-45. Det er uvisst hvor mye dette kan ha påvirket studentenes svar under CCI-testen.

### **5.6.2 Utvalget**

Som tidligere nevnt hadde studentene som ble intervjuet flere antall korrekte svar fra CCI-pretesten enn gjennomsnittet for hele klassen. Det er dermed nærliggende å vurdere at de resterende studentene som ikke ble intervjuet også hadde problemer med å forstå temaet kjemisk likevekt.

### **5.6.3 Intervju**

Intervjuets form fører til at det er mange elementer som kan ha påvirket studentenes uttalelser under intervjuet. Ettersom studentene fikk varierende betenkningstid under intervjuet kan dette ha påvirket resultatene. Intervjueren ga i flere tilfeller bekræftende utsagn som ”mhm”, ”okei” og ”ja”, dette kan også ha påvirket intervjudeltakerens videre utsagn.

I en intervjusituasjon i en studie er det en dialog mellom forskeren og forskningsdeltakeren. Denne situasjonen kunne vært en læringsarena, der det kunne skjedd en læring i dialog, slik som Vygotskijs læringsteori omhandler (Säljö, 2001, s. 110-117). I denne studien hadde ikke intervjuet som hensikt å være en læringsarena.

#### **5.6.4 Testmotivasjon**

Testmotivasjonen til studentene kan ha betydning for resultatene i undersøkelsen (Eklöf et al., 2012, s. 84-96). Resultatene fra CCI-testen var ikke en del av vurderingsgrunnlaget i faget. Dette kan ha gjort at motivasjonen til studentene ikke var så stor til å svare grundig på CCI-testen og intervjuene og kan ha påvirket resultatene i denne studien. Til tross for dette virket det som studentene som ble intervjuet var interessert og de var villige til å bidra til denne studien.





## 6 Konklusjon

Denne studien viser at førsteårsstudenter ved NTNU har problemer med å forstå kjemisk likevekt. Dette kommer både frem i resultatene fra CCI-testen og fra intervju med fem studenter.

Studentene var i varierende grad usikre når de svarte på spørsmålene i intervjuet, bortsett fra én student som kunne vurderes til å være *relativt sikker* da han svarte på spørsmålene. Han var også den eneste som svarte korrekt på begge oppgavene under alle delene av intervjuet. Denne studien viser at flere av studentene var usikre når de svarte på spørsmål knyttet til kjemisk likevekt.

To av studenter sa at de benyttet Le Châteliers prinsipp da de løste oppgave 10. Disse studentene hadde begge en oppfatning av at alle de kjemiske stoffene fikk en endring i konsentrasjon, *unntatt* hydrogen som var det stoffet som ble tilsatt. Dette er en alternativ oppfatning som også er funnet i tidligere studier (Bergquist & Heikkinen, 1990).

Flere av studentene sa at de ikke benyttet Le Châteliers prinsipp da de løste kjemisk likevektsoppgaver. Noen av disse studentene benyttet delvis prinsippet ved at de gjenga deler av definisjonen av Le Châteliers prinsipp. Det var kun én student som hadde det høyeste forståelsesnivået for Le Châteliers prinsipp. Siden de fleste studentene ikke hadde oppnådd en konseptuell forståelse for prinsippet, kan dette være en av årsakene til studentenes problemer med å forstå og løse oppgaver knyttet til kjemisk likevekt.

Under intervjuet ble det også funnet ut at to av studentene hadde en manglende oppfatning ved at de ikke viste forståelse for at likevekten i oppgave 12 var dynamisk. Denne oppfatningen om kjemisk likevekt er også funnet i tidligere studier (Bergquist & Heikkinen, 1990; Garnett et al., 1995; Gussarsky & Gorodetsky, 1990; Huddle & Pillay, 1996; Johnstone et al., 1977).

Resultatene fra både CCI-testen og intervjuene viste at studentene hadde vanskeligheter med å vise en grafisk fremstilling av endring i konsentrasjonen for et kjemisk stoff som innstilles til likevekt.

Fra resultatene i denne studien blir det for sterkt å si at studenten har oppfatninger som er direkte feil om kjemisk likevekt. Studentene ser heller ut til å ha en alternativ eller umoden forståelse for kjemisk likevekt. Selv om den forståelsen studenten har er annerledes enn den vitenskapelig aksepterte forståelsen, kan denne forståelsen være en del av læringen som studenten gjennomgår før studenten oppnår en forståelse som er i samsvar med den vitenskapelige aksepterte forståelsen.

Kjemi er et komplekst fag, med mange nye begreper og teorier som studentene må lære. Ludvigsen-utvalget (NOU 2015:8) beskriver at læreplanene i fag gjennomgående er for omfattende, noe som gjør at det blir liten tid til å arbeide med temaer over tid og kan påvirke om studentene får en dybdeforståelse. Resultatene fra studien tyder på at temaet kjemisk likevekt er utfordrende for studentene. Det kan være at studentene trenger mer tid for å utvikle den forståelsen som er forventet av dem.

## **6.1 Forslag til videre studier**

Et forslag til videre studier kan være å se på forskjellene i forståelsen for kjemisk likevekt hos studenter som har forskjellige fullførte fag fra den videregående opplæringen. Da kan man for eksempel undersøke om det er forskjeller på studenter som har fullført faget Kjemi 1 og studenter som har fullført faget Kjemi 2, men også se om det er forskjeller mellom studenter som har tatt disse to fagene og en student som kun har Naturfag 1 som siste fullførte kjemiutdanning fra videregående skole. Fra resultatene som er hentet inn fra CCI-testen kan det tyde på at det kan være forskjeller for studenter som har ulik kjemisk bakgrunn fra videregående skole.

Et annet forslag til videre studie er å undersøke årsaken til at studentene har lav forståelse for temaet kjemisk likevekt. Er det for eksempel slik at tidsaspektet kan være et av problemområdene knyttet til de vanskelighetene studentene har med forståelsen for kjemisk likevekt. Det kan også være interessant å undersøke årsaken til at studentene har problemer med å benytte Le Châteliers prinsipp til å løse kjemisk likevektsoppgaver.

Det kan også være interessant å gjøre undersøkelser der man vurderer studentenes graderinger av hvor sikker eller usikker studentene er når de svarer på spørsmål knyttet til CCI-testen.

## 7 Litteraturliste

- Akkus, H., Kadayifci, H. & Atasoy, B. (2003). Effectiveness of instruction based on the constructivist approach on understanding chemical equilibrium concepts. *Research in science & technological education*, 21(2), 209-222. doi:10.1080/0263514032000127248
- Alvesson, M. & Sköldberg, K. (2008). *Tolkning och reflektion: vetenskapsfilosofi och kvalitativ metod* (2 utg.). Denmark: Studentlitteratur.
- Barke, H.-D., Hazari, A. & Yitbarek, S. (2009). *Misconceptions in chemistry*: Springer Berlin Heidelberg
- Bergquist, W. & Heikkinen, H. (1990). Student ideas regarding chemical equilibrium: What written test answers do not reveal. *Journal of Chemical Education*, 67(12), 1000-1003. doi:10.1021/ed067p1000
- Bravo, M.A., Cervetti, G.N., Hiebert, E.H. & Pearson, P.D. (2007). From Passive to Active Control of Science Vocabulary *56th yearbook of National Reading Conference* (s. 164-177).
- Brimi, A.O. & Hansen, M.R. (2008). *Likevekt i læring, læring i likevekt?* (Mastergradsavhandling, Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet). Hentet fra <http://daim.idi.ntnu.no/masteroppgaver/004/4384/masteroppgave.pdf>
- Driver, R. (1989). Students' conceptions and the learning of science. *International Journal of Environmental & Science Education*, 11(5), 481-490. doi:<http://dx.doi.org/10.1080/0950069890110501>
- Ebel, R.L. (1968). Blind Guessing on Objective Achievement Tests. *Journal of Educational Measurement*, 5(4), 321-325. doi:<https://doi.org/10.1111/j.1745-3984.1968.tb00646.x>
- EGgen, P.-O., Persson, J., Jacobsen, E.E. & Hafskjold, B. (2017). Development of an inventory for alternative conception among students in chemistry. *Lumat*, 5(1), 1-11.
- Eklöf, H., Hopfenbeck, T.N. & Kjærnsli, M. (2012). *Hva vet vi om elevers testmotivasjon?* Oslo: Universitetsforlaget.
- Gabel, D. (1999). Improving Teaching and Learning through Chemistry Education Research: A Look to the Future. *Journal of Chemical Education*, 76(4), 548-554. doi:10.1021/ed076p548
- Garnett, P.J., Garnett, P.J. & Hackling, M.W. (1995). Students' Alternative Conceptions in Chemistry: A Review of Research and Implications for Teaching and Learning. *Studies in Science Education*, 25(1), 69-96. doi:<https://doi.org/10.1080/03057269508560050>
- Gussarsky, E. & Gorodetsky, M. (1990). On the concept "chemical equilibrium": The associative framework. *Journal of research in science teaching*, 27(3), 197-204. doi:10.1002/tea.3660270303
- Hackling, M.W. & Garnett, P.J. (1985). Misconceptions of chemical equilibrium. *European journal of science education*, 7(2), 205-214. doi:<http://dx.doi.org/10.1080/0140528850070211>
- Haug, B.S. & Ødegaard, M. (2014). From Words to Concepts: Focusing on Word Knowledge When Teaching for Conceptual Understanding Within an Inquiry-Based Science Setting. *Research in Science Education*, 44(5), 777-800. doi:10.1007/s11165-014-9402-5
- Holme, T.A., Luxford, C.J. & Brandriet, A. (2015). Defining Conceptual Understanding in General Chemistry. *Journal of Chemical Education*, 92(9), 1477-1483. doi:10.1021/acs.jchemed.5b00218
- Huddle, P.A. & Pillay, A.E. (1996). An in-depth study of misconceptions in stoichiometry and chemical equilibrium at a South African university. *Journal of research in science*

- teaching*, 33(1), 65-77. doi:10.1002/(SICI)1098-2736(199601)33:1<65::AID-TEA4>3.0.CO;2-N
- Illeris, K. (2000). *Læring : aktuell læringsteori i spenningsfeltet mellom Piaget, Freud og Marx*. Frederiksberg: Roskilde Universitetsforlag: Gyldendal Akademisk.
- Johnstone, A.H., MacDonald, J.J. & Webb, G. (1977). Chemical Equilibrium and Its Conceptual Difficulties. *Education in chemistry*, 14(6), 169-171.
- Karpudewan, M., Treagust, D.F., Mocerino, M., Won, M. & Chandrasegaran, A.L. (2015). Investigating high school students' understanding of chemical equilibrium concepts. *International Journal of Environmental & Science Education*, 10(6), 845-863. doi:10.12973/ijese.2015.280a
- Kunnskapsdepartementet. (2015). *Tett på realfag*. Hentet fra [https://www.regjeringen.no/contentassets/869faa81d1d740d297776740e67e3e65/kd\\_realfagsstrategi.pdf](https://www.regjeringen.no/contentassets/869faa81d1d740d297776740e67e3e65/kd_realfagsstrategi.pdf).
- Leinæs, J.-A.L. (2016). *Konseptuell forståelse og bruken av mikro-makrooverganger i kjemi*. (Mastergradsavhandling), Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet, Trondheim. Hentet fra [https://brage.bibsys.no/xmlui/bitstream/handle/11250/2395346/14054\\_FULLTEXT.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://brage.bibsys.no/xmlui/bitstream/handle/11250/2395346/14054_FULLTEXT.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Nakhleh, M.B. (1992). Why some students don't learn chemistry: Chemical misconceptions. *Journal of Chemical Education*, 69(3), 191-196.
- NOU 2014:7. *Elevenes læring i fremtidens skole*. Hentet fra <https://www.regjeringen.no/contentassets/e22a715fa374474581a8c58288edc161/nou/pdfs/nou201420140007000dddpdfs.pdf>.
- NOU 2015:8. (2015). *Fremtidens skole — Fornyelse av fag og kompetanser*. Hentet fra <https://www.regjeringen.no/contentassets/da148fec8c4a4ab88daa8b677a700292/nou/pdfs/nou201520150008000dddpdfs.pdf>.
- Persson, J.R. (2017). Analys av flervalssuppgifter som examinationsform. *UNIPED*, 40(3), 261-274. doi:10.18261/ISSN.1893-8981-2017-03-07
- Postholm, M.B. (2011). *Kvalitativ metode, En innføring med fokus på fenomenologi, etnografi og kasusstudier* (2 utg.). Oslo: Universitetsforlaget.
- Quílez-Pardo, J. & Solaz-Portolés, J.J. (1995). Students' and Teachers' Misapplication of Le Chatelier's Principle: Implications for the Teaching of Chemical Equilibrium. *Journal of research in science teaching*, 32(9), 939-958. doi:10.1002/tea.3660320906
- Ringdal, K. (2013). *Enhet og mangfold, Samfunnsvitenskapelig forskning og kvantitativ metode* (3 utg.). Bergen: Fagbokforlag.
- Robson, C. & McCartan, K. (2016). *Real world research: a resource for users of social research methods in applied settings* (4 utg.). Chichester: Wiley.
- Sawyer, K.R. (2006). Introduction: The New Science of Learning. I Sawyer K. R. *The Cambridge Handbook of The Learning Sciences*. New York: Cambridge University Press.
- Steen, B.G., Fimland, N. & Juel, L.A. (2010). *Aqua 1, Kjemi 1 Grunnbok*. Oslo: Gyldendal Undervisning.
- Säljö, R. (2001). *Læring i praksis, Et sosiokulturelt perspektiv*. Oslo: Cappelen akademisk forlag.
- Taber, K. & Watts, M. (1996). The secret life of the chemical bond: Students' anthropomorphic and animistic references to bonding. *Journal of Science Education*, 18(5), 557-568. doi:10.1080/0950069960180505
- Thagaard, T. (2013). *Systematikk og innlevelse* (4 utg.). Bergen: Fagbokforlaget.
- Thomas, P.L. & Schwenze, R.W. (1998). College Physical Chemistry Students' Conceptions of Equilibrium and Fundamental Thermodynamics. *Journal of research in science*

- teaching*, 35(10), 1151-1160. doi:10.1002/(SICI)1098-2736(199812)35:10<1151::AID-TEA6>3.0.CO;2-K
- Utdanningsdirektoratet. (2006). *Læreplan i kjemi - programfag i utdanningsprogram for studiespesialisering*. (KJE1-01). Hentet fra <http://data.udir.no/k106/KJE1-01.pdf>.
- Voska, K.W. & Heikkinen, H.W. (2000). Identification and Analysis of Student Conceptions Used to Solve Chemical Equilibrium Problems. *Journal of research in science teaching*, 37(2), 160-176. doi:10.1002/(SICI)1098-2736(200002)37:2<160::AID-TEA5>3.0.CO;2-M
- Wheeler, A.E. & Kass, H. (1978). Student misconceptions in chemical equilibrium. *Science education*, 62(2), 223-232. doi:10.1002/sce.3730620212



## 8 Vedlegg

### **Innhold:**

Vedlegg 1: Intervjuguide. ....	III
Vedlegg 2: Transkripsjon. ....	V





## **Figurliste:**

Figur 1: Grafen tegnet av Student 1 i forbindelse med oppgave 12. ....	VIII
Figur 2: Grafen tegnet av Student 2 i forbindelse med oppgave 12. ....	XIV
Figur 3: Grafen tegnet av Student 3 i forbindelse med oppgave 12. ....	XIX
Figur 4: Grafen tegnet av Student 4 i forbindelse med oppgave 12. ....	XXIV
Figur 5: Grafen tegnet av Student 6 i forbindelse med oppgave 12. ....	XXXI



## **Vedlegg 1: Intervjuguide**

Intervjuet består av to spørsmål som hver har fem svaralternativer. Studenten blir oppfordret til å forklare og tenke høyt når han/hun løser oppgaven. Ved begge oppgavene står studenten fritt til å tegne og skrive. Studenten får først oppgavene uten svaralternativene og må prøve å løse oppgaven uten alternativer. Deretter får studenten de fem svaralternativene og skal forklare hva han/hun tenker om oppgaven nå. Deretter får studenten vite hva som ble svart i CCI-testen. Studenten skal igjen forklare hva som tenkes om oppgaven nå. Til slutt for studenten vite hva som er korrekt, og skal da kommentere hva han/hun tenker nå.

### Intro til studenten

Start intervjuet med å ønske velkommen.

Intervjuet vil ha en varighet på omentrent 20 minutter. Jeg vil stille spørsmål som er knyttet til CCI-testen. Under intervjuet er jeg interessert i å høre hva du tenker. Det er lov til å skrive eller tegne hvis du ønsker det. Dersom du kommer på noe er det lov å avbryte meg. Du kan når som helst avbryte intervjuet. Har du noen spørsmål før vi setter i gang?

## **Oppgave 10**

Del 1: Uten alternativer

Del 2: Med alternativer

Del 3: Vite hva man svarte under CCI-testen

Del 4: Korrekt svar (E)

Har du løst lignende oppgaver før?

Var det noe du syntes var utfordrende med denne oppgaven?

## Oppgave 12

Del 1: Uten alternativer

Del 2: Med alternativer

Del 3: Vite hva man svarte under CCI-testen

Del 4: Korrekt svar (B)

Har du løst lignende oppgaver før?

Var det noe du syntes var utfordrende med denne oppgaven?

Har du sett denne typen graf før?

Når?

Er det en regel eller et prinsipp du benytter når du løser likevektsoppgaver?

Har du hørt om et slikt prinsipp eller regel?

Vet du hva det går ut på?

Synes du temaet kjemisk likevekt er vanskelig?

Synes du kjemi er interessant?

Liker du kjemi?

Hva er din høyeste fullført naturfaglige eller kjemifaglige utdanning?

## Vedlegg 2: Transkripsjon

### Transkripsjonssymbolikk:

**Rød skrift:** elev

**(Blå skrift):** hendelsesbeskrivelser under intervju.

*tanker*	= hvisker/tenker høyt
...	= setningen stopper før den fullføres
(pause)	= inndelt i ”pause” og ”Lang pause”
/uklart/	= transkriptøren forstår ikke hva som blir sagt
Avbrutt	= Avbrytelse ([ ] står i setningen som avbrytes og i den påfølgende setningen som avbryter)

Nummereringene av sitatene er slik at det første nummeret beskriver hvilken student det er, og det andre nummeret representerer hvilket nummer i rekken sitatet er. Et eksempel er 1-23, der 1 står for Student 1 og 23 står for sitat nummer 23 under intervjuet.

## STUDENT 1

### Oppgave 10

1-1: Da har jeg den først oppgaven her, hvis du tar utgangspunkt i denne reaksjonen.

1-2: Kan jeg skrive på arket eller skal jeg ta et annet?

1-3: Bare skriv på arket.

1-4: Skal vi se. Det jeg kan si er at jeg meldte meg opp til denne testen er, er fordi jeg fant ut at, jeg regner med at dem fleste som melder seg opp i dette er ganske flink i kjemi. Så jeg tenke jeg skulle melde meg på for å være det motsatte.

1-5: Åja.

1-6: Ja, ikke sant siden jeg ikke har hatt kjemi på Vgs (Videregående skole) nå. Og jeg synes dette er et vanskelig fag, det skal jeg ærlig si.

1-7: Det er veldig interessant å se på de som ikke har hatt kjemi.

1-8: Ikke sant. Jeg ser de som sitter ved siden av meg som har hatt kjemi 1 og 2, de sitter og koser seg, mens jeg sitter bare ... herregud hva er dette her? Okei, du har en reaksjon som går over til likevekt som blir tilført mer  $H_2$ , hvor vil det da ha skjedd en endring i konsentrasjonen? Da får du mer her (peker på  $H_2$ ) som reagerer og gir mer  $2HF$  så det er der det skjer endring, når likevekten er innstilt så vil det være mer her (peker på  $2HF$ ) og mindre  $F_2$  for der er mindre som å reagere med.

1-9: Så hvilke komponenter er det endring i konsentrasjonen?

1-10: Jeg vil si det er  $2HF$ .

1-11: Ja

1-12: Ja, skal jeg regne noe da eller?

1-13: Neida. Så du mener det er  $2HF$  som har endring i konsentrasjonen?

1-14: Ja.

1-15: Da hvis du får alternativene her.

1-16: Ja, HF ja.

1-17: Da velger du å gå for alternativ C?

1-18: Mhm.

1-19: Ja, hvis jeg sier at du under CCI-testen første gang valgte alternativ E?

1-20: At jeg gjorde det?

1-21: Ja.

1-22: Det stemmer sikkert

1-23: Husker du hva du tenkte da?

- 1-24: Nei. Jeg husker at det var en av de første ukene vi hadde det, og jeg har aldri hatt kjemi før. Men jeg husker jeg fikk 15 av 40, eller noe så det er akkurat stryk liksom.
- 1-25: Okei.
- 1-26: Jeg vet ikke hva svaret er det ...?
- 1-27: Nei, hva tenker du hvis du ser på E da?
- 1-28: Okei, hva kan jeg ha tenkt? Du får tilsatt mer  $H_2$  også så den endrer seg åpenbart, men så tar det og reagerer med  $F_2$  og da finnes det større mengder  $H_2$  i forhold til  $F_2$ 'n før som da kan skape mer HF. Det er det jeg tenker nå iverfall.
- 1-29: Så hvis du skal svare nå så ville du svart alternativ E?
- 1-30: Nei, jeg ville tatt alternativ C.
- 1-31: Okei, hva hvis jeg sier at på post-testen svarte du alternativ D.
- 1-32: Det er godt mulig. Nei, helt ærlig jeg vet ikke.
- 1-33: Du tenker fortsatt alternativ C?
- 1-34: Jeg tenker ikke alternativ A og B det har jo kommet frem ganske tydelig nå.
- 1-35: Så da... Hva tenker du nå i forhold til hva du tenkte før?
- 1-36: Jeg tenker jo så mye rart, skulle jeg til å si. Ehm ... jeg har begynt å se veldig mye videoer på nettet så det blir jo bedre etter hvert av det da men ... Nei, jeg vet ikke.
- 1-37: Hva hvis jeg sier at det er alternativ E som er riktig?
- 1-38: Ja, det er det ja.
- 1-39: Ja.
- 1-40: Ja, jeg lærer noe nytt hver dag.
- 1-41: Hva tenker du da? Hvorfor tror du det er det som er riktig?
- 1-42: Skal vi se ... Hvis vi har  $H_2$ ,  $F_2$  og  $2HF$ . Denne går opp (tegner pil over  $H_2$ ) som vil si at det blir mindre mengder av det (tegner pil under  $F_2$ ) som skaper mer sånn (tegner pil over  $2HF$ ) som igjen skaper mer sånn og mer sånn (tegner piler over  $F_2$  og  $H_2$ ).
- 1-43: Okei
- 1-44: Så totalt skjer det jo en endring i alle stegene, men da er det bare det at det ikke blir likt til slutt liksom.
- 1-45: Så da skjønner du hvorfor det er endring i konsentrasjon til alle?
- 1-46: Ja. Jeg tenkte vel egentlig at det stabiliserte seg her bortpå men det gjorde ikke det og at det blir en annen stabilisering etterpå.
- 1-47: Ja. Har du løst slike lignende oppgaver før eller?
- 1-48: Ja, det har jeg nok.
- 1-49: Synes du det er utfordrende med slike oppgaver?

1-50: Nææ, altså selve oppg ... Ja, egentlig jeg sliter med tankegangen i kjemi. Det synes jeg er vanskelig, men det er noe jeg må nipugge på til eksamen da.

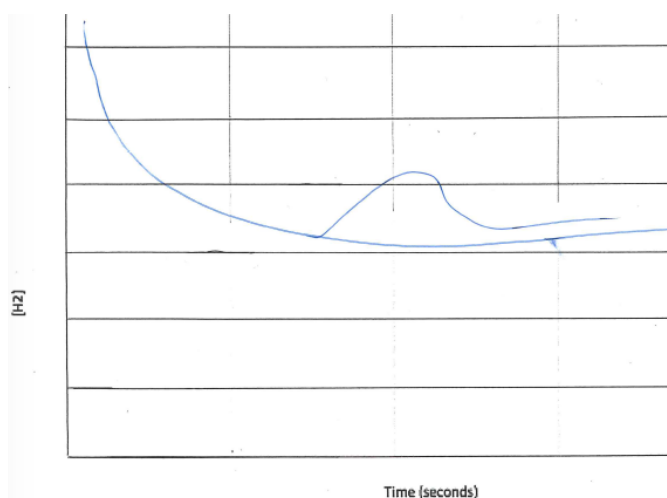
1-51: Ja, for du har ikke hatt kjemi. Så da har du ikke sett noe slik fra tidligere skolegang?

1-52: Nei, altså jeg har hatt det vi hadde i naturfag. Det at du kan ta  $H^+$   $1/2O_2$  er  $H_2$  og tilsvarende. Det er ikke noe mer avansert enn det jeg har vært igjennom.

1-53: Du har ikke hatt noe forkurs eller noe sånn?

1-54: Nei, men jeg burde hatt det. Men jeg hadde ikke det så.

## Oppgave 12



Figur 1: Grafen tegnet av Student 1 i forbindelse med oppgave 12.

1-55: Okei. Da er det neste oppgave, og der vil jeg at du skal tegne.

1-56: oi, oi.

1-57: Da skal du ta utgangspunkt i en annen reaksjon her.

1-58:  $I_2$ , er det Jod det?

1-59: Ja.

1-60: Skal vi se ... dette her er likevekt så pilene går begge veiene. Det vil si at du starter med en mengde og så går ned for det reagerer og skape det men så går det tilbake igjen slik at det blir likevekt. Så da blir det noe tilsvarende ... Ja, så skal den være flat der da (peker på tegningen).

1-61: Ja. Så hvis jeg gir deg alternativene her.

1-62: Da er det ... forresten ... Det går ikke i likevekt med en gang så det går vel litt sånn først (tegner på den første tegningen). Så da blir det alternativ C. For det kan ikke øke, det går ikke.



Det vil ikke stå å svinge slik (peker på alternativ A) og det vil ikke synke til null (peker på alternativ B), så C.

1-63: Okei. Hva hvis jeg sier at du under testen først svarte E.

1-64: Første gangen?

1-65: Ja.

1-66: Viste ikke hva jeg holdt på med så ... helt ukjent for meg.

1-67: Ja. Så nå når du tok testen igjen svarte du C.

1-68: Ja, og det står jeg på.

1-69: Okei, hva hvis jeg sier at det korrekte svaret er B?

1-70: åå, fillern ... okei, skal vi se. Hvorfor er det B? Da hadde jeg ... Altså jeg er enig i at det starter høyt og går nedover. Det er jeg enig med, men hvorfor det går så lavt, da er jo likevekten sterkt forskjøvet til høyre blir det ikke det? Eller venstre? Altså det er mye HI i forhold til det her da. Ja.

1-71: Du tegnet først noe som lignet veldig mye på B.

1-72: Ja, men så begynte jeg å tenke på den der (peker på C) for det var det jeg gjorde på CCI-testen.

1-73: Så det var derfor du ble forvirret? Fordi du tenkte på CCI-testen?

1-74: Nei, altså jeg tror jeg er ganske forvirret i kjemi uansett jeg. Så det er ikke noe med alternativene.

1-75: Har du løst slike grafiske oppgaver før?

1-76: Jeg kan ikke komme på at vi har hatt det på ... jeg har vel hatt det på CCI-testen. Kun der.

1-77: Ikke i undervisningen eller noe sånn?

1-78: Det har vel vært tegnet opp noe, men det har ikke spesifikt løst oppgaver med det nei.

1-79: Hva synes du er utfordrende med en slik oppgave?

1-80: Nei, altså sånn sett det er ikke noe ... nei, hva skal jeg si da. Helt ærlig jeg vet ikke helt hva jeg synes er vanskelig. Det er det som gjør det mer vanskelig. Hvor skal jeg starte?

1-81: Okei.

1-82: Men altså jeg får til en basis tankegang på det. Jeg vet jo at det skal gå nedover, men så litt utførelsen av det som blir greia. Begynner å gjøre det litt for komplisert eller litt for enkelt.

### Generelle spørsmål

1-83: Er det en regel som du bruker når du løser slike likevektsoppgaver? Eller et prinsipp?

1-84: Om det finnes ett eller om jeg bruker ett?

1-85: Om du bruker det først.

- 1-86: Nei.
- 1-87: Finnes det ett da?
- 1-88: Det gjør det sikkert. Nei, jeg vet det at hvis det er et fast stoff skal det ikke regne med ... også hvis det er støkiometri og du flytter to opp ditt når du regner ut K.
- 1-89: Dersom jeg sier Le Chateliers prinsipp, har du hørt om det før?
- 1-90: Ja, det er et kjent navn. Er det ikke noe om at det vil stabilisere seg eller noe.
- 1-91: Ja
- 1-92: Det vil si at hvis du har en løsning også tilsetter du mer av noe så vil det endre seg litt også vil det finne en ny stabil blanding da.
- 1-93: Så du har hørt om det før?
- 1-94: Ja, det har vi hatt.
- 1-95: Hva synes du om tema kjemisk likevekt?
- 1-96: Det er ikke noen sterke meninger om det nei.
- 1-97: Synes du det er vanskelig eller?
- 1-98: Nei, altså tankegangen i det er jo helt grei. Det er bare utførelsen jeg ikke får til. Så ... det er jo vanesak det å sitte å ... må jobbe meg gjennom masse oppgaver til jeg kan det. Det er ikke umulig, det er bare uvant. Det er vel riktig ord.
- 1-99: Synes du kjemi er interessant?
- 1-100: Jeg synes ikke det er det verste faget nei. Det ... altså jeg ser hvordan det er relevant i dagliglivet og arbeid og hvorfor det er nyttig å ha det. Men personlig har jeg ikke stor interesse av kjemi. Jeg har det nå fordi jeg må ha det.
- 1-101: Så da er det ikke slik at du liker kjemi veldig godt?
- 1-102: Nei, jeg hater det ikke heller. Men jeg finner det vanskelig.
- 1-103: Så har du egentlig svaret på at du har naturfag som er den høyeste naturfaglige utdannelsen din?
- 1-104: Ja, innenfor kjemi. Jeg har biologi, men det går ikke innenfor det her.
- 1-105: Er det noe mer du vil tilføye?
- 1-106: Nei, det uff ... Jeg føler jeg har bidratt med min del med å ikke gjøre det alt for bra her.
- 1-107: Neida. Det er interessant å se når du har naturfagsbakgrunn så gjorde du det ganske bra i forhold til mange. Du lå nært på gjennomsnittet. Det er interessant å se på de som har naturfag som bakgrunn. Det er vel ikke et krav å ha kjemi for å komme inn på studiet (energi og miljø)?
- 1-108: Det er ikke noe krav om kjemi, men det er anbefalt. Jeg skjønner ... Det er mulig å få det til uten. Jeg kjenner et par som ikke har kjemi og nå får det til fantastisk. Men jeg har ikke fått til tankegangen da. Og da er det vanskelig.

1-109: Da var det egentlig ikke noe mer jeg lurte på.

1-110: Da håper jeg at jeg var til hjelp.

1-111: Ja, det var du. Tusen takk.

## STUDENT 2

### Oppgave 10

2-1: Da har jeg en oppgave fra CCI-testen. Da kan du se på denne oppgaven.

2-2: Her tenker jeg at det vil ha skjedd en endring i ... skal vi se ... Ja, det vil ha skjedd en endring i konsentrasjon av fluorgass og hydrogenfluorid. For vi tenker på en måte Le Châteliers prinsipp på likevekter. Da tenker vi at når vi tilsetter med hydrogen så ønsker liksom ... ehm blir kanskje litt teit å si, men så ønsker på en måte den likevekta her å innstille seg slik at endringen blir så liten som mulig sånn summa summarum på en måte. Så den ønsker ikke at det er massevis av hydrogen da vil den på en måte jevne seg ut. Jeg tenker litt på det som hvis du har vann i et kar også har du en ... du har en sånn ... (Tegner for å forklare) Hvis man tilsetter mer her (viser på figuren på venstre side), så vil den utjevne seg på en måte (peker på hele karet i figuren).

2-3: Okei

2-4: Akkurat i dette tilfelle her i hvert fall.

2-5: Mhm, så hvor vil endringen i konsentrasjonen være for denne oppgaven?

2-6: Skal vi se ... ehm ... Det vil jo være en endring i ... der er jeg litt usikker, for jeg tenker at det vil være en endring i ... ehm ... i ... i alle sammen egentlig i og med at likevektskonstanten skal være lik.

2-7: Okei

2-8: Så har du på en måte ... (tegner opp ligningen for likevektskonstanten). Det vil i hvert fall få mindre fluorgass og mer hydrogenfluorid også er jeg litt usikker på om du vil øke ... Nei, det skal vel egentlig ha lik mengde hydrogengass kanskje ...

2-9: Okei

2-10: Mhm, det tenker jeg ... Ja.

2-11: Ja, så hvis du summerer opp hvor vil endringen skje?

2-12: I konsentrasjon av hydrogenfluorid og fluorgass.

2-13: Ja. Skal vi se ... så da når du får disse alternativene her, så tenker du hvilket svaralternativ?

2-14: Jeg tenker svar D eller E, men jeg tror jeg ville gått for D.

2-15: Mhm, på grunn den av samme begrunnelsen som du oppga i sted?

2-16: Ja, rett og slett.

2-17: Ja, hvis jeg sier at du svarte D på CCI-testen. Vil du fortsatt svare det nå?

2-18: Det vil jeg nok ... Svarte jeg det på testen?

2-19: Ja.

2-20: Ja, du vet det. Ja, jeg ville nok fortsatt gå for D nå.

2-21: Hvis jeg sier at det riktige svaret er E.

2-22: Ja, da skjønner jeg på en måte det.

2-23: mhm

2-24: Jeg henger meg på at ja ... du vil ha en endring.

2-25: Kan du forklare?

2-26: Jo, for den  $K'$ n skal være lik (ser på ligningen av likevektskonstanten som han har tegnet). Så hvis konsentrasjonen av hydrogenfluorid blir større, du må ha likt forhold under her da. Når du øker den så må du senke den og øke den for at forholdet skal bli likt.

2-27: Okei.

2-28: Og det vil jo dannes en ny likevekt, så det vil ikke ... ja... jo. Det vil ta hensyn til konsentrasjonen av alt sammen, men forholdet mellom dem vil være lik da.

2-29: Ja.

2-30: Gitt den likevektskonstanten.

2-31: Okei.

2-32: Synes det er litt vanskelig å forklare på en måte. For jeg skjønner på en måte, skjønner det sånn halvveis selv.

2-33: Ja.

2-34: Men ja.

2-35: Har du løst liknende oppgaver før?

2-36: Jeg har hatt Kjemi 1 og Kjemi 2 på videregående, men det er to år siden jeg gikk ut derifra.

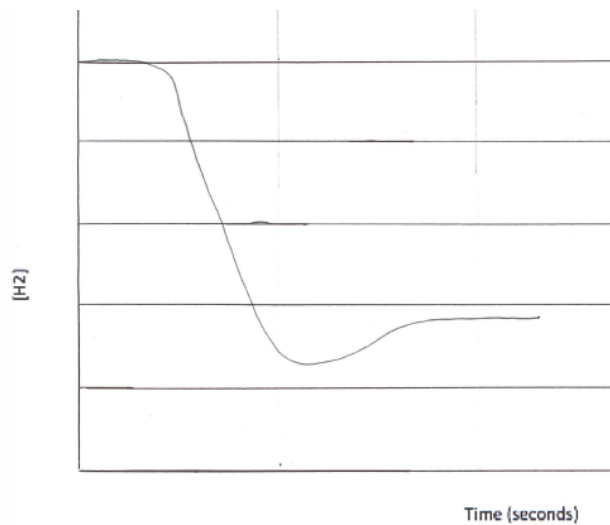
2-37: Ja.

2-38: Så jeg husker at likevekter var noe som var litt ... det er litt komplisert. Det og kanskje termodynamikken som er mest komplisert og at vi skjønnte det ganske godt men at ... ja, du ser det blir litt sånn her at, jeg er sånn relativt sikker men ikke helt.

2-39: Kan du peke ut hva du synes er utfordrende med slike oppgaver.

2-40: Det blir egentlig akkurat ... å se forskjellen mellom de her to på en måte (peker på svaralternativene D og E). Tenker jeg. Fordi ... ja, nei. Jo, for det må jo. Hvis vi hadde satt la oss si at vi hadde tilsatt bare masse hydrogen da. Så ville jo likevekta gått helt over, eller ikke helt over men du vil tømme for fluor. Tenker jeg da, da vil du på en måte ha null av den og da må ja, nei. (pause) Jeg blir litt sånn usikker kjenner jeg. Det er det å skille mellom om det er.. om det vil være ... Jeg skjønner at den vil endre seg og den vil endre seg (peker på  $F_2$  og HF). Men så er jeg litt usikker på om den som tilsettes vil endre seg kjenner jeg.

## Oppgave 12



Figur 2: Grafen tegnet av Student 2 i forbindelse med oppgave 12.

2-41: Ja. Da er det neste oppgave. Her har jeg et ark du kan tegne på. Da er det denne oppgaven jeg vil du skal se på.

2-42: ja. Du tenker at vi skal ikke bry oss om de pilene der eller?

2-43: Nei.

2-44: Det blir likevekt på en måte.

2-45: Mhm.

(lang pause)

2-46: Ja. Da tenker jeg at vi har ... Jeg er litt usikker på om det går litt opp igjen. Det her er på en måte. Det er ikke sånn at ... Det her er sånn at ... Jeg forstår det på en måte sånn at dem møtes oppe i der (peker på tegningen) også blandes det fort også finner så finner man nei man må ha en sånn likevekt så går den fort over. Det blir mye mindre også går det på en måte tilbake. Ja.

2-47: Ja. Da har jeg svaralternativene her.

2-48: Mhm, jeg tror jeg ville gått for enten C eller B. Jeg tror jeg ville gått for C egentlig.

2-49: Kan du forklare hvorfor?

2-50: Det blir på en måte fordi at den starter med å gå nærmest helt over og så vil det innstilles en likevekt så vil den gå litt for mye tilbake igjen.

2-51: Ja.

2-52: Synes det er vanskelig å forklare sånn akkurat ... akademisk hvorfor det vil være sånn. Jeg tenker at det vil være sånn forvirret tilstand da. En liten stund i området her før det vil innstille seg til likevekt.

2-53: Okei. Hvis jeg sier at du svarte B når du tok testen, hva tenker du nå da?

2-54: Jeg tenker at ... hehe, det synes jeg ikke er rart at jeg gjorde. Jeg kjenner at jeg er ikke helt sikker nå heller, men jeg tror fortsatt at jeg ville gått for C nå.

2-55: Hvorfor det?

2-56: Fordi jeg har fått frisket opp litt rett og slett i mellomtiden. Fordi da vi tok testen så hadde jeg ikke jobbet med det på to år. Mhm, også er det jo fryktelig dumt hvis jeg har blitt mer forvirret og sånt noe.

2-57: Ja. Vet du hva du tenker på når du sier at du har frisket opp?

2-58: Jeg tenker at jeg jobbet mye på videregående også har vi ... så det har ligget bak, og jeg vet at jeg ikke har jobbet veldig mye nå, for jeg har ikke trengt det. Men jeg har gjort alt av øvinger og sånt. Men jeg synes at nivået på kurset har vært greit overkommelig for meg, siden jeg har vært igjennom alt før egentlig. Samtidig så har vi gått litt dypere igjennom det nå, derfor så er det sånn at jeg har oppfrisket men og lært noe nytt. Og da blir jeg litt usikker for jeg er litt usikker på hva det er jeg går og tenker på om det er det jeg lærte før eller om det er det jeg har lært nå.

2-59: Så du føler på en måte at du ikke klarer å sette kunnskapen du har fra før med den |

2-60: | I stor grad men sånn som det her da, for jeg er helt sikker på at det er enten B eller C. Ehm ... og det ... men jeg kan ikke forklare akkurat hvorfor den vil være sånn, men jeg ser jo at når jeg har valgt denne her (peker på svaralternativ B) så har jeg tenkt nesten akkurat det samme.

2-61: Ja, så hvis jeg sier at det er B som er riktig.

2-62: Ja, så ... mhm, mhm (pause)

2-63: Da skjønner du det?

2-64: Ja, jeg skjønner på en måte det. Fordi jeg har ikke helt forklaringen på den svingen. Så er jeg litt ... ja ... mhm, mhm.

2-65: Mhm

2-66: Men det er jo litt fint egentlig å for da skjønner jeg litt mer. Det er godt å se.

2-67: Har du løst liknende oppgaver som det her før?

2-68: Hmm ...

2-69: Sånn bortsett fra denne testen?

2-70: Jeg har jo det, men kanskje ikke så mye. Ehm, for det er går ganske bra på forståelsen.

2-71: Ja.

2-72: Og vi hadde jo endel av dette på videregående, men der skal du treffe et mye bredere spekter av elever. Så vi var en liten klasse, men med.. jeg tror snittet vårt lå på 3,5, men da var

vi 3-4 stk som hadde 6. Så var vi 9, så da ligger det ganske lavt på resten på en måte. Så om vi fokuserte mye på sånne oppgaver, det tror jeg ikke vi gjorde.

2-73: Nei.

2-74: Men vi har nok hatt litt.

2-75: mhm, har dere hatt noe sånn i dette emnet?

2-76: Ikke mye. Ehm ... nei.

2-77: Men du husker at du har sett slike grafer fra videregående?

2-78: Ja, det har jeg.

2-79: Okei. Hva synes du er mest utfordrende med slike oppgaver som dette her?

2-80: Det vil på en måte være at jeg synes denne her er mest logisk sånn over lang tid (Peker på alternativ B, på oppgave 12). Men jeg hadde ikke blitt overrasket hvis det hadde vært en dupp her også opp også ned igjen. På en måte.

2-81: Nei.

2-82: For der synes jeg at det kan være litt utfordrende med kjemi og hvordan det har blitt forklart hittil da. er at det blir så dypt og så teoretisk på en måte at man gjerne, i hvert fall på videregående, tydde til litt mer barnslige forklaringer. Eller mer sånne trivielle forklaringer da på en del ting som hadde vært litt forvirret på en måte. Også sett et bilde også det er ikke så dumt på en måte. Men altså stemmer det ikke helt i den graden som vi har trengt det til har det stemt. For å få en sånn relativt grunnleggende forståelse. Ehm, for jeg forstår på en måte det at. Jeg forstår hva en likevekt er og jeg ehm ... Hvordan det vil se ut, altså konsentrasjonen vil bli lavere og den vil bli stabil, men akkurat i mellom der, det er akkurat den. Mhm.

### **Generelle spørsmål**

2-83: Du nevnte et prinsipp.

2-84: Ja, Le Châteliers prinsipp.

2-85: Ja, husker du hva det gikk ut på?

2-86: Ja, sånn delvis i hvert fall. Dersom du påvirker konsentrasjonen på den ene eller den andre siden av en likevekt så vil det påvirke likevekten. Eller trykket hvis du snakker gasser, så her da (peker på ligningen fra oppgave B) hvis.. hvis du øker trykket her så vil det ikke skje noe er for du har like mange gasmolekyler på begge sider. Men hvis du ser på den andre oppgaven ... nei, det blir det samme der og. Så hvis du øker eller fjerner konsentrasjon. Sånn som vi på en måte har brukt det og har fått det forklart så handler det om det rent praktiske at det vil være sånn at det i industri for eksempel der du kan tappe ut det ene produktet for eksempel. Og da tvinge likevekten over på en side. Ehm, så syns jeg der er ... det er litt utfordrende å tenke på



det som ... du må tenke på det systemet. Så hvis du tilsetter en annen gass så tenker jeg automatisk at man øker trykket, men du må tenke man skal senke partialtrykket så og tilsette en annen gass vil ikke påvirke likevekten. La oss si at vi hadde hatt et molekyl da. Der fikk jeg feil på ... det var et spørsmål på øving i hvert fall.

2-87: Okei.

2-88: Så når vi begynner å snakke om partialtrykk så synes jeg det er litt utfordrende men det blir på en måte mer partialtrykket som er utfordrende og ikke selve prinsippet.

2-89: Okei. Skal vi se ... du sa du hadde hatt kjemi 2 ikke sant?

2-90: Ja.

2-91: Synes du at tema kjemisk likevekt er vanskelig?

2-92: Jeg synes som sakt at det å ... ikke sånn kjempe mye men det og termodynamikk. Da blir det litt utfordrende. Fordi at i termodynamikken kan man gå sy mye dypere enn det vi har gjort tidligere har gjort da.

2-93: Ja.

2-94: Så jeg husker at når jeg har hatt god tid og jobbet mye med det på videregående. Da synes jeg det var knall. Jeg synes på en måte at det var det som gjorde at kjemi 2 var mye mer.. det var et fag som var mye bedre enn kjemi 1. Jeg synes kjemi 1 var et tullete fag eller sånn delvis, for da gikk man igjennom ting også virket det som om at alt var gjetninger og bare sånn svada. Ja ... mens for det var mye vanskeligere fordi det var vanskeligere å få den forståelsen da. Mens i kjemi 2 så syns jeg vi gikk gjennom termodynamikk, elektrokjemi og en del av dem mer grunnleggende tingene som sier noe om hvorfor du får en reaksjon. Ehm, og det synes jeg var bra. Men jeg husker jeg brukte mye tid på det da og at jeg har en viss forståelse for termodynamikk nå, men at jeg kjenner at jeg må lese mer om det her før eksamen. Fordi vi har gått igjennom det så mye fortere nå.

2-95: Ja. Synes du kjemi er interessant?

2-96: Ja, jeg synes egentlig det. Mye av det i hvert fall.

2-97: Så du liker det

2-98: Ja, jeg synes det er et bra fag her. Så absolutt.

2-99: Ja, hvordan studie er det du går?

2-100: Energi og miljø

2-101: Ja, da er det vel litt kjemi

2-102: Ja, termodynamikk er det en del av ja.

2-103: Ja, da var det vel det jeg hadde. Du har ikke noe mer å komme med?

2-104: Nei, jeg tror ikke det.

## STUDENT 3

### Oppgave 10

3-1: Da har jeg den første oppgaven her. Det er en reaksjon jeg vil du skal se på.

3-2: Okei, så ... (lang pause) Da vil det i hvert fall være sånn at man tilfører mer hydrogen. Så vil jo likevekten prøve å bli forskjøvet i motsatt retning, så ... ehm ... dermed vil det jo ... hvordan var det her da ... nå er det lenge siden jeg har jobbet med kjemi merket jeg. Men ... (pause) blir det mer? Logisk sett ville det jo være slik at ... til høyre, vil den ikke det da? Jo blir forskjøvet til høyre så da vil jo posisjonen av fluorgass gå ned, sånn at hydrogenfluorid går opp. Tror jeg, nå sitter jeg helt fast, men jeg tror det.

3-3: Så det er de to du mener endrer konsentrasjon?

3-4: Selvfølgelig vil jo hydrogengass konsentrasjonen også endres, men siden det blir tilført mer. Så vil jo den ... Det vil bli mindre hydrogengass også.

3-5: Okei.

3-6: Men om det blir mindre enn utgangspunktet det vet jeg ikke. Det er jo litt avhengig av hvor mye som blir tilført også videre. Tror jeg, høres ikke helt riktig ut men ... men ... jeg kommer ikke på noe bedre løsning akkurat nå, på det jeg husker.

3-7: Så hvis du skal summere opp hva tenker, hvor vil det ha skjedd en endring i konsentrasjonen?

3-8: Det vil jo være for alle ... hver eneste enhet, men ... men det vil bli mindre fluorgass og mer hydrogenfluorid. Og da vil det på en måte bli mindre hydrogengass.

3-9: Dersom du får alternativene her. Hvilket alternativ ville du gått for da?

3-10: Jeg ville gått for alle gassene.

3-11: Ja, alternativ E?

3-12: Ja.

3-13: Dersom jeg sier at det var det du svarte på CCI-testen.

3-14: Ja, da er det vel liten utvikling da. Men, det gikk ikke så bra på den så ... kan godt hende det er feil egentlig.

3-15: Så du er ikke helt sikker?

3-16: Nei, jeg er ikke det. Ehm ... for den andre muligheten vil jo være at den ... vil bli den motsatte reaksjonen at det blir mer fluorgass og mer hydrogenfluorid også tilføre at det blir mer hydrogengass igjen, så ... jeg tror E er riktig egentlig.

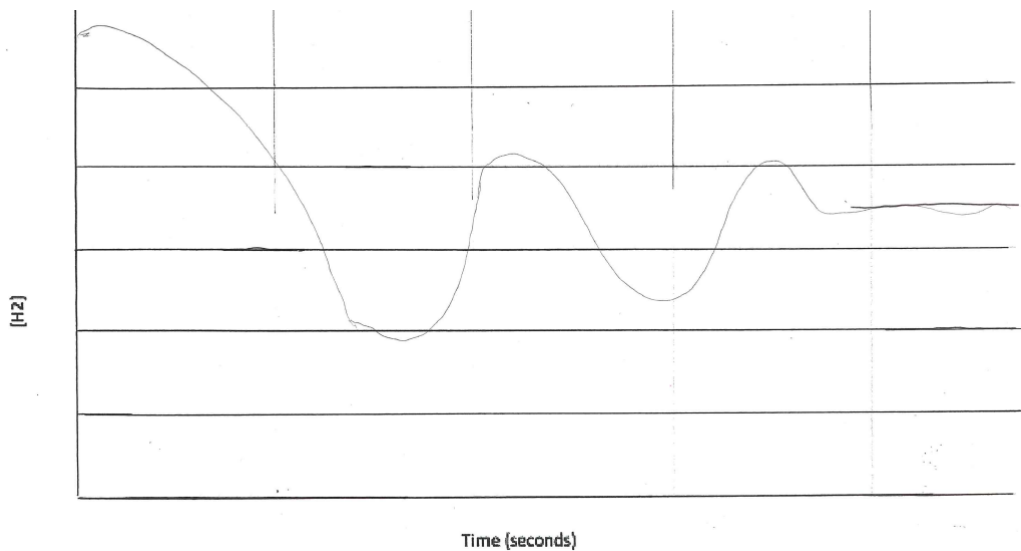
3-17: Ja, hvis jeg sier at korrekt svar er E.

3-18: Ja, men det er riktig vei at den går til høyre også? Reaksjonen vil mot høyre?

3-19: Ja.

3-20: For det er jo logisk at alle ... det vil være endring i konsentrasjonen til alle med tanke på at det er bare ett produkt fordi hvis en konsentrasjon endrer seg her vil jo alle endre seg. Så ... det er bare sånn jeg tenker. Jeg prøver å tenke logisk.

## Oppgave 12



Figur 3: Grafen tegnet av Student 3 i forbindelse med oppgave 12.

3-21: Neste oppgave her.

3-22: Hva var det her igjen da ... Det vil jo starte på topp for det vil jo være i hver sin beholder først, før det vil komme ned og bli mindre. Men så vil den jo på en måte overreagere så den vil da opp igjen, vil det ikke være noe sånt? Ca ... Før den går i likevekt og har stabilisert seg ca.

3-23: Hva tenker du da?

3-24: At ut fra ting som jeg husker av likevekt så går jeg for antagelsen av at det selvfølgelig vil være mest i starten i toppunktet før det blandes også vil det reagere, men når det er reagert for mye på en måte så vil den på en måte ... eller da vil den jo innse at den må reagere tilbake for den vil jo hoppe litt frem og tilbake før den da over tid stabiliserer seg og danner likevekt og da blir den ganske rett da.

3-25: Okei, dersom jeg gir deg disse alternativene. Hvilken ville du valgt?

3-26: Da ville jeg gått for den her da. Altså C, litt mindre ... ikke så mye som jeg hadde gjort ... (Peker på grafen han har tegnet) men ... at den bruker litt tid på å stabilisere seg da, for den, her

vil det ikke stemme ... fordi du vil ikke få ... det ser ikke logisk. Så jeg tror det skal være der så vil ikke denne stemme heller. (Studenten peker på alternativer han mener ikke er korrekte).

3-27: Så A er |

3-28: |ja, det er borte i hvert fall. Den der er feil for det ville ikke bli økt konsentrasjon av hydrogengass med tanke på at det ikke er noe av den i starten ... av hydrogen. Og det vil heller ikke bli ... siden det med tanke på at det er likevekt og i stedet for at det her ... hvis det skal være origo her (peker på alternativ B) så vil det ikke være tilnærmet lik null hydrogengass vil jeg si ... ved likevekt. Så jeg går for C, ved å utelukke de andre.

3-29: Okei. Dersom jeg sier at du svarte C når du svarte på CCI-testen.

3-30: /OVERRASKER MEG IKKE EGENTLIG/

3-31: ja?

3-32: ikke egentlig

3-33: Tenkte du det samme som du tenker nå da?

3-34: Ja, jeg antar det.

3-35: Hva hvis jeg sier at korrekt svar er B?

3-36: Ja, da vil det være den andre muligheten ... men ... ja ... jeg synes ikke den virker like logisk med tanke på at det blir veldig lite hydrogengass og da vil det være en reaksjon som er veldig forskjøvet mot høyre. At den reagerer veldig. Det vil kanskje være noe man kan sjekke i SI. Vil det ikke kunne det?

3-37: Det vet jeg ikke.

3-38: Hvis du sjekker likevektskonstanten og ser på tallet om det er høyere eller mindre enn 1. Vil ikke det være en mulighet? Eller ja ... Jeg tror du kan gjøre det. Jeg tror det ville vært en mulighet som jeg sannsynligvis hadde brukt på en eksamen for å løse den her. Sett i SI.

3-39: Har du løst lignende oppgaver før, med grafer?

3-40: Nei, ikke som jeg kommer på. Men det virket naturlig egentlig at den reagerer litt, men ... Kjemi er et fag jeg glemmer veldig fort merker jeg. Det er ikke et fag jeg synes er gøy. Jeg har hatt Kjemi 1 og 2, men jeg bare glemmer det og har ikke noe lyst til å jobbe med det så ...

3-41: Så du liker ikke kjemi?

3-42: Nei, det er ikke favorittfaget i forhold til fysikk og matte, så er det mye morsommere. Men ... jeg har jo tatt det for det.

3-43: Men sånn som den første oppgaven, har du løst slike oppgaver tidligere?

3-44: Ja, det har jeg jo, men på videregående er jo likevekt hovedsakelig noe du jobber med i kjemi 1. Det er noe man antar man kan i kjemi 2 egentlig. Det er ikke noe jeg spesifikt har

jobbet med det er bare logisk tenkning fra det jeg kan fra tidligere og jeg husker ikke så mye fra kjemi 1 så.

3-45: Har dere jobbet noe med grafer og sånn i kjemi her på NTNU.

3-46: Jeg var borte når vi hadde om likevekt, på sånn skoletur. Så det kan godt hende at han gikk gjennom det da, men jeg kan ikke huske å ha gjort noe om det.

### Generelle spørsmål

3-47: Er det en regel eller et prinsipp du husker om likevekt?

3-48: Det er jo Le Châteliers prinsipp da. Om at dersom det er en reaksjon så ... hvis det er en endring i en av reaktantene eller produktet så vil den prøve å motvirke dette. Så er det jo det med at hvis du endrer trykk så vil den forskyves i den retningen hvor det er flest molekyl ... jeg mener mot den retning det er flest molekyl av gass ikke sant? ... også er det også noe med temperatur også tror jeg, men jeg husker ikke.

3-49: Bruker du det prinsippet når du løser likevektsoppgaver?

3-50: Det blir jo på en måte det. Blir jo på en måte logisk tenkning. Men det er en blanding av det for mye av det i kjemien det er bare sånn logisk tenkning som folk formulerer på en vittig måte, så kaller de det en setning. Men det blir jo på en måte at jeg halvveis bruker det da. Type med det, men det ligger sånn bak at jeg ikke tenker på at jeg bruker det.

3-51: Er det noe som du synes er spesielt utfordrende med den første oppgaven?

3-52: Det er ... jeg har alltid slitt med å vite hvilken vei det skal gå, altså tenke meg til det. Men ... jeg blir så usikker på meg selv om det skal være høyre eller venstre. Ehm ... men utover det så er det ikke noe problem.

3-53: Enn på den andre oppgaven, er det noe spesielt du synes er utfordrende med den?

3-54: Nei, da blir det det med at ... jeg synes ikke det virker logisk at det skal bli så lite hydrogengass, så det virker som om det liksom er det som skremmer meg litt fra den da (peker på alternativ B). Det er liksom det som står igjen som den eneste logiske (peker på alternativ C).

3-55: Ja. Synes du kjemisk likevekt er vanskelig?

3-56: Ehm ... det er noe av det vanskeligere. Men det er ikke det verste.

3-57: Så det er en av de tingene du synes er vanskelig?

3-58: Ja.

3-59: Men så finnes det verre ting?

3-60: Ja, det er greit liksom. Sånn midt på tre.

3-61: Synes du kjemi er interessant?

3-62: Det er interessant, det er det. Og det er gøy, men det er liksom ikke det morsomste. Så det blir litt sånn ... så hadde vi ikke så bra lærer på videregående, også får liksom ... han er ikke den beste. Så det har litt med den motivasjonen der også da. Det ligger liksom fra starten av at det ikke har vært så gøy med læreren. Så ... men det er gøy når man ser hva man kan få til å sånne ting, men ... det nivået som jeg er på er ikke så gøy. Sånn for eksempel la oss si organisk da. Det er veldig mye pugg, og det gidder jeg ikke, så da dropper jeg det helt, så da blir det ikke så gøy da men ... Det er jo et greit fag. Jeg gjør det jo greit ... eller jeg gjorde det jo greit på videregående, men ... jeg vet ikke ... ikke favoritten bare.

3-63: Du har både kjemi 1 og 2?

3-64: Ja.

3-65: Er det noe mer du vil tilføye eller si?

3-66: Ikke så mye egentlig.

3-67: Da var det egentlig det jeg lurte på.

3-68: Det var det?

3-69: Mhm, ja.

## STUDENT 4

### Oppgave 10

4-1: Da vil jeg at du skal ta utgangspunktet i den reaksjonen i denne oppgaven.

4-2: Ja ... Skal jeg bare si hva jeg tenker her?

4-3: Ja.

4-4: Ja, altså ... ja, det første jeg tenker er når du tilfører mer av den (peker på hydrogengass) så vil likevekten forskyves mot den.

4-5: Mot høyre?

4-6: Ja, mot høyre. Ehm ... Jeg kan vel kanskje si sånn at det blir lettere med den (peker på lydopptakeren). Så når du tilfører hydrogen så ... åhh, hva det var nå ... Ja, nøyaktig hvilken lov det er det bryr ikke jeg meg så mye om da. Ehm ... hvis ... ehm, det er jo gjerne en slags K eller Ka som vi skriver. Ehm ... likevekten eller et eller annet slik, en K da. Og da har jo du produktene oppe, la oss ta HF da. Dette er gasser ... jaja. Også har du ja, hydrogen nede og den der. Når den stiger for den skal bevares, så må den øke. Og for at den skal øke så må den så må mer av den danne, de to gjøres om til den (peker på HF). Så da vil ja ... den vil da ... den stiger jo litt når du tilfører også synker den litt igjen også bruker den opp litt av den også, sånn at den (peker på HF) øker like mye sånn at de (peker på  $H_2$  og  $F_2$ ) øker eller slik at den blir bevart. Jeg vet ikke om det er sånn jeg tenker, eller at jeg tenker at (pause) åja ... dette er to. Det er vel egentlig sånn jeg tenker. Når du tilfører noe så vil det forskyves motsatt vei, det er vel ... Nernst eller det var en sånn ligning som beskriver det.

4-7: Okei.

4-8: Så ja, det er vel det jeg tenker der.

4-9: Okei, så hvor vil du si at det har skjedd en endring i konsentrasjonen?

4-10: ehm ... det er vel litt i alle tror jeg, egentlig. Det blir mindre av fluor, ehm ... ja, hydrogen og den der vil jo på en måte gå litt opp begge to, vil jeg tro. Ehm ... så når du tilfører mer så blir det mer da. Så da er det ikke konsentrasjon litt sånn her jeg tenker.

4-11: Hva hvis jeg gir deg alternativene her. Hvilket alternativ ville du valgt?

4-12: Alle gassene.

4-13: Så alternativ E?

4-14: Ja, jeg tror det var det jeg gjorde på testen å (CCI-testen).

4-15: Ja. Det var det. Så da tenker du det samme nå å?

4-16: Ja, egentlig.

4-17: Hva hvis jeg sier at korrekt svar er E.

4-18: Ja, det var den jeg hadde så ja. Da tenker jeg at det er i hvert fall rett. Ehm ... så da skal jeg fortsette å tenke sånn.

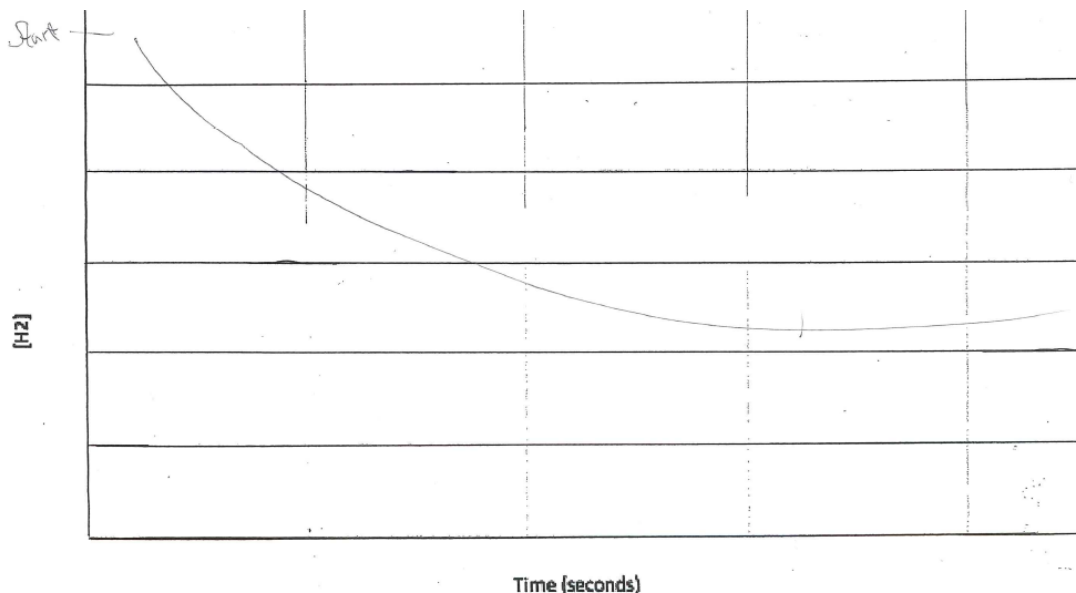
4-19: Ja. Har du løst lignende oppgaver før, uten om den CCI-testen?

4-20: Ja, dette er vel noe som. Jeg tror det var på den.. kanskje den første semesterprøven. Pluss at vi har hatt litt sånn generelt om det der da. Ehm ... det har jo blitt nevnt i timen at når du tilfører så forskyves det og sånn. Så jeg har vel gjort andre ... ja.

4-21: Er det noe du synes er utfordrende med slike oppgaver?

4-22: Nei, ikke med den der egentlig. Den der er grei.

## Oppgave 12



Figur 4: Grafen tegnet av Student 4 i forbindelse med oppgave 12.

4-23: Ja. Da har jeg en annen oppgave her, der jeg ønsker at du skal tegne med utgangspunkt i denne reaksjonen. Gjerne forklar hva du tenker.

4-24: Jo, ehm ... skal bare lese ... (mumler oppgaven). Ja, først så har du en del hydrogengass, så jodgass som du tilfører også vil jo litt av det gjøres om til den (peker på HI). Så da tenker jeg at du ehm ... ja, du begynner med en viss konsentrasjon også i start da ... ja ... start, så e det det også vil litt av den omdannes så den vil synke så vil den vel jevne seg ut (tegner grafen mens han forklarer). (leser oppgaven på nytt) ja, tenker noe sånn også oppnår du da en likevekt her borte en plass. Der du liksom dette blir om til den og dette blir om til den (peker på at venstre side blir om til høyreside og høyre side blir om til venstre side). Egentlig sånn jeg tenker, blir litt omdannet.



4-25: Okei, så hvis jeg gir deg alternativene her. Hva ville du svart?

4-26: Da hadde jeg svart B. Det er ikke meningen at den skal stige (peker på alternativ D), det er heller ikke meningen at den går ned også spretter opp igjen fordi den gikk for langt (peker på alternativ C). Det synes jeg bare blir litt for teit. Den vil heller ikke gå sånn (peker på alternativ A), da ville den ikke vært en likevekt hvis den gikk i sånne perioder. Så likevekten den skal bli jevn, den skal nå likevekt. Da må det være en av de to (peker på B og E), og litt av det blir omdannet så da blir det mindre, så da tenker jeg B.

4-27: Ja, du svart B på CCI-testen å.

4-28: Mhm, så jeg tenker i hvert fall likt nå også. Ja, ehm, jeg bare går for B igjen.

4-29: Ja, det er riktig.

4-30: Det er rett ja, flott. Ja, jeg kan se at enkelte tenker at den går ned også spretter opp igjen (peker på alternativ C), men det.. det gjør ikke jeg i hvert fall.

4-31: Kan du forklare hvorfor?

4-32: ehm.. kanskje fordi de har tenkt feil. Hehe. Nei, det er den (peker på B) jeg synes gir mening.

4-33: Har du løst lignende oppgaver før? Slike grafiske oppgaver?

4-34: Bortsett fra CCI-testen?

4-35: Ja?

4-36: ehm ... Jeg vet ikke om jeg har løst slike grafiske oppgaver, men jeg har i hvert fall ehm ... jeg har fått det forklart på en måte da. Jeg tror han har nevnt det et par gang i timen at den ikke går ned også spretter opp igjen, men at den liksom jevner seg ut, sånn fint ut. Så jeg tror han (snakker om foreleseren) har nevnt det en gang i timen.

4-37: Her på NTNU?

4-38: Ja, og kanskje før også. Men det er ca 2-3 år siden jeg hadde kjemi på videregående så ... husker ikke nøyaktig hva som ble nevnt der.

### **Generelle spørsmål**

4-39: Nei, okei. Hadde du kjemi 1 og 2?

4-40: Ja, jeg hadde kjemi 1 og 2, men ehm ... på videregående så brydde jeg meg veldig lite. Målet mitt var liksom å få best mulig karakter uten å se i boken så ... ehm ... Jeg tror de fleste som har hatt kjemi på videregående som er her da, de kunne nok mer enn det jeg kunne. Fordi jeg ikke brydde meg på videregående.

4-41: Mhm

4-42: Så jeg føler ikke at jeg har hatt kjemi 1 og kjemi 2. Jeg har liksom bare vært der da. Ja.

4-43: Men husker du om du har hatt grafer som dette i kjemi 1 og 2?

4-44: Ja, det er litt sånn kjent, ehm ... Jeg kan ikke si nøyaktig når, men jeg føler at jeg har sett det sånn før i hvert fall. Det tror jeg.

4-45: Er det et prinsipp eller en regel som du bruker?

4-46: Du tenker på den der (peker på likevektslikningen som han har tegnet)

4-47: Nææ, jeg tenker på når du løser slike oppgaver.

4-48: hmm ... Ja, det er vel et slags prinsipp. Ehm ... hvis ... ja, hvordan skal jeg si det da ... Hvis du har en likevekt her for eksempel (peker på den andre oppgaven) her går jo to molekyl til to molekyl. Og det er jo greit, for da tenker jeg at trykk ikke vil påvirke det her noe særlig. Jeg tenker at hvis for eksempel trykket øker da, så vil det på en måte bli skvist sammen og to vil bli til en. Ehm ... sånn tenker jeg der, og det gir vel også mening hvis du ser på likevekten ... ser på denne  $K'$ n oppe og nede at.. for hvis du har noen gasser så går det gjerne på trykket til gassene. Så det gir mening sånn, men jeg tenker på en måte at to blir skvist til en. Og sånn når det er to til to så tenker jeg at trykket ... det kan ikke skvise noe sammen så det har ikke noe særlig å si. Og ... ja, nå da hvis likevekt så er det nå det ... det må flate ut her så, det gir ikke mening at det skal gå i sånne bølger. Ehm ... ja, det spørs litt. Vil ikke si det er en sånn generell måte å tenke på det er mer en ... spørs litt på hvilket problem det er jeg får. Ehm ... så hvis jeg får noe sånt så tenker jeg bare at jeg at den skal flate ut jevnt og fint ut til det når en viss konsentrasjon eller for en viss likevekt da. Ja, så har du temperatur og sånn som også påvirker litt. Ehm ... det jeg tenker med temperatur ... jeg vet ikke om jeg kan si at jeg har en sånn intuitiv ... jeg bare ser for meg at det blir skviset sammen to til en. Da er det mer at du må se på entalpiforandringen om det er en endoterm eller eksoterm reaksjon. Da er det hvis det er en endoterm reaksjon altså en reaksjon som krever varme, så når den blir tilført varme så vil det skje mer. Det går i den retningen da. Ehm ... ja ... og motsatt hvis det er eksoterm. Så jeg ... ja, akkurat når det gjelder temperatur så er det ikke sånn at jeg med en gang ser det, da er det sånn at da må jeg vel mer tenke litt og gå på ... på ligninger og mer sånn.

4-49: Ja.

4-50: Ja, jeg vil si det sånn.

4-51: Hva hvis jeg sier Le châteliens prinsipp?

4-52: Ja, det er vel det det heter. Ikke Nernst. Ehm ... ja, det er vel litt sånn jeg tenker naturlig å da. Så det er litt greit å se at det faktisk var noe da. Det føler jeg er nokså naturlig. Ehm ... akkurat det. Så det er i hvert fall sånn jeg tenker også.

4-53: Så du føler du bruker Le Châteliens prinsipp?

4-54: Jeg føler at det prinsippet det er liksom, det kommer fra den måten jeg tenker på. Altså jeg tenker ikke sånn på grunn av det prinsippet, men ...

4-55: Det bare stemmer med|

4-56: |Ja, det liksom stemmer. Det blir bare forskjøvet motsatt vei. Ehm ... jeg vet ikke om jeg kunne ha sagt det hvis jeg aldri hadde sett noen kjemiske ligninger før da men ... det er liksom. Jeg tror ... ja, det er ... jeg tror det var kjemi 1 jeg hadde noe lignende om at det forskyves motsatt vei. Så det kan være der jeg har det fra, når jeg tenker meg om. Så jeg har vel hørt det en god stund i hvert fall.

4-57: Så du har ikke aktivt brukt Le Châteliers prinsipp?

4-58: Nei. Det er bare sånn jeg tenker. Altså når du gjør sånne her mange oppgaver på kort tid, da har du ikke tid til å begynne med sånne prinsippgreier du må liksom mer sånn forståelsen føler jeg. Så da er det liksom tar det liksom med en gang.

4-59: Synes du kjemisk likevekt er vanskelig?

4-60: ehm ... Nei, jeg kan ikke si det er sånn veldig vanskelig. Det kan jo bli gjort vanskelig da, det er jo klart. Ehm ... men jeg ... det var liksom vanskelig frem til uka før semesterprøve A. Den handlet om sånn likevekt og mye sånn. Og da når jeg satt meg ned å gjorde ... de semesterprøvene er veldig bra, for de ... det er på en måte litt som en minieksamen, sånn at den samme uken som semesterprøven er så setter alle seg ned for å jobbe med kjemi. Så da repeterer de og lærer alt stoffet. Så det synes jeg er ganske greit. Og når jeg gjorde det endel så løsnet det litt. "Åja, det er så lett", det er litt sånn. Det kan godt hende jeg fikk noe feil der men, ehm ... ja det mange tenkte var forskjellen på den CCI-testen og sånn vi vanligvis driver er at der (CCI-testen) var det mer sånn forståelse på de her, sånn som "det gir mening og det gir mening", mens prøvene vi gjør så bruker man noen formler. Så enkelte som jeg tror kan gjøre det bra på utregning og sånn, de fikk ikke helt til dette her.

4-61: Nei?

4-62: Fordi det var på en måte litt sånn ehm ... litt sånn intuitiv følelse.

4-63: Så CCI-testen tenker du går mer på forståelsen, mens semesterprøven gikk på regning?

4-64: ehh, ja. Eller den gikk mer på regning. Den hadde jo også endel sånn forståelses greie, men betydelig mindre enn CCI-testen. Eksamen for eksempel da er det mer regning. Så jeg tror denne her den sjekker jo om du har den der følelsen, sånn om du "det gir mening og det gir mening". Hvis du har den følelsen, hvis du forstår liksom hva som skjer, så er det lettere å bruke ligninger og sånn da. Så jeg vil tro at det henger litt sammen. Ja.

4-65: Synes du kjemi er interessant? Liker du kjemi?

4-66: Det er jo litt kult. Det er jo det. Jeg har alltid vært glad i nat ... ja realfag kan du vel si, jeg synes det er kult, men jeg har ikke sett så mye på det i ... i ... ja, hva skal jeg si. I hverdagen så fysikk er litt kulere. Kjemi det er jo sånn, jeg liker jo sånn at du kan se for deg ting. At du kan se for deg at ting bare blir skvist og at ditt og datt skjer. Og i kjemi så er jo det litt sånn. Ehm ... av en eller annen grunn føler jeg at det er litt sånne ligninger og ... sånn ... enn fysikk kanskje. Det er vel sikkert ... ja, jeg tror det er mange ligninger i begge to, men ... om jeg liker kjemi. Ja, jeg vil si det er gøy egentlig, ja. Jo mer du jobber med noe jo gladere blir du i det og. Så klart du blir glad i varmpumpeprosesser liksom her så ... hehe, jeg tror du kan bli glad i det meste som du jobber med. Ja, det er egentlig kult, det er det.

4-67: Tror du det blir bedre når du forstår det? At det er da det begynner å bli kult?

4-68: Jeg tror det hjelper på ja. I hvert fall i kjemi, for mange tenker at det er liksom hvis du putter zalo i en skitten bøtte, hvorfor blir den ren? Jeg vet ikke, kanskje hvorfor vaskemiddel fungerer. Ehm ... det er jo ganske kult sånn hvilken konsentrasjon det er i ulike gasser i atmosfæren og hvordan du påvirker ... og trykk er ... jeg synes det er kult.

4-69: Ja. Du har tatt kjemi 1 og 2?

4-70: Ja.

4-71: Jeg ser du har gjort det bedre på Post-testen enn Pre-testen. Du fikk 22 på den første, og det var jo veldig bra. Så jeg tror det var 35 som var riktig.

4-72: **Jeg kunne ha telt**

## STUDENT 6

### Oppgave 10

6-1: Da kan vi begynne med den første oppgaven her (gir student oppgaven).

6-2: (Lang pause) Mhm, ehm ... Le Châteliers prinsipp når du tilfører mer hydrogengass så får du mer reaktanter. Og det vil da reagere mer  $H_2$  og fluor som vil gi lavere konsentrasjon av fluor og høyere konsentrasjon av ... ja ... den (sikter til hydrogenfluorid, HF).

6-3: Mhm.

6-4: Så vil du ha en trykkøkning når du tilsetter mer, det vil og føre til at når du får overgang så har du to mol gass her ... nei, du har samme ... never mind. Det blir samme mengde molekyler på hver side.

6-5: Ja, så da er det ingen endring i trykket? Var det det du tenkte?

6-6: ehm, du får jo mer gass totalt så den totale stoffmengden vil øke, da vil stoffmengden øke litt.

6-7: Okei.

6-8: Det er egentlig svaret mitt.

6-9: Så når du skal svare på hva som har endring i konsentrasjon så er det?

6-10: Lavere konsentrasjon av fluorgass, høyere konsentrasjon av hydrogenfluorid.

6-11: Så da er det disse som endrer konsentrasjon?

6-12: Ehm ... åå ... Jeg er litt usikker på hvordan det blir med endringen av konsentrasjon av hydrogengass ... ehm ... (lang pause) det jeg i utgangspunktet ville tenkt var at den ikke ville endre seg noe særlig, men ... (Skriver opp ligningen for likevektskonstanten). (lang pause) Jeg tror den blir litt høyere.

6-13: Okei.

6-14: Altså konsentrasjonen av hydrogen.

6-15: Okei, så da tror du at det er endring hos alle?

6-16: Ehm ... Det var de svaralternativene ja ... (Lang pause) Det må jo gå an å sette opp dette på et eller annet matematisk bare ... ehm ... åh ... Ja, jeg går for at det er endring i alle.

6-17: Ja, når du får alternativene her da. Da velger du hvilket alternativ?

6-18: To av gassene, nei alle gassene.

6-19: Så da går du for E?

6-20: ehm ... veldig usikker. Det står mellom D og E i hvert fall.

6-21: Okei, hvis jeg sier at du svarte D når du tok CCI-testen, hva tenker du da?

6-22: ehm, det er egentlig en del av samme tankegangen såå ... jeg har hatt nå.

6-23: Okei, og det er at?

6-24: Ja, det var før jeg lærte å sette det opp på denne måten (peker på likevektkonstant ligningen). Så jeg kunne sikkert prøvd å sette det opp slik at du fikk tilsett x her og minus x her. Denne er konstant antar jeg i denne?

6-25: Okei, jeg kan ikke svare på det.

6-26: åhh, skitt.

6-27: Men husker du hva du tenkte når du gjorde oppgaven under CCI-testen?

6-28: Da tenkte jeg at det gikk egentlig bare Le Châteliers prinsipp, du får tilsatt reaktant da får du mer produkt. Siden du kun får tilsatt hydrogen så vil i hvert fall den reduseres (peker på fluor) og den økes (peker på hydrogenfluorid). Det var tankegangen min på testen.

6-29: Ja, okei. Mens nå tenker du at?

6-30: Ehm ... nå tenker jeg at... ja, jeg burde kunne sette det opp på en måte, også regnet ut å se om det faktisk ville blitt noen endring i hydrogen. Av konsentrasjonen av hydrogen. Men jeg vet ikke helt hvordan jeg skal gjøre det.

6-31: Hva hvis jeg sier at svaralternativ E er riktig?

6-32: Mhm, ehm... Ja, siden du har den her i andre så (tegner på likevektskonstanten, og hydrogenfluorid i andre) er det at du får... ja, som sakt jeg vet ikke hvordan jeg skal sette det opp, men tankegangen er i hvert fall at når den blir større (peker på hydrogen) så vil det reagere men på grunn av at du får litt endring i de forskjellige konsentrasjonene når hydrogen blir lagt til, så vil det bli lagt til og forholdet mellom de bli endret og at det er derfor å at siden det er konsentrasjon vi snakker om så vil konsentrasjonen av hydrogen bli redusert selv om gjerne stoffmengden av hydrogen er lik før reaksjonen skjer og etter at det er tilsatt.

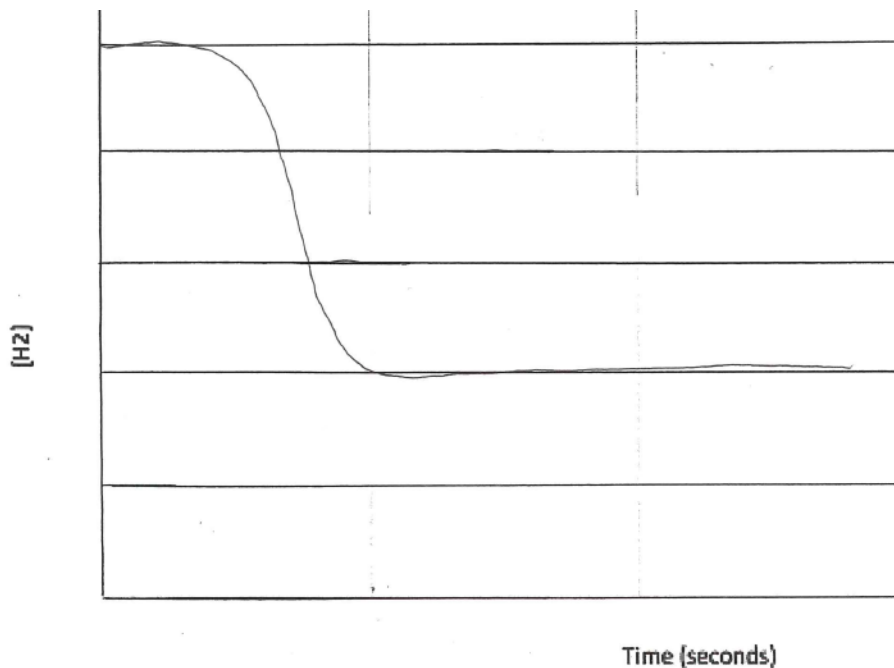
6-33: Okei. Synes du det er utfordrende å løse slike oppgaver?

6-34: Ja, personlig så hater jeg avkrysningstester. Fordi det er så mange ganger der jeg har regnet ut også har jeg gjerne en fortegnsfeil som gjør at to av svarene ... eller svaret jeg får er et svaralternativ. Bare en liten regnefeil som gjør at jeg får feil svar og hvis hele testen hadde basert seg på hele den ... ehm ... svar med avkrysninger så kan ikke jeg vise at jeg faktisk har kommet frem til dette, jeg har bare regnet litt feil. Også taper jeg potensielt mange poeng for forståelse som jeg ikke får vist.

6-35: Har du løst lignende oppgaver som dette før?

6-36: Litt, da har det vært syre og base og utfelling, men jeg har omentrent ikke jobbet med gasser i det hele tatt før. Så det er egentlig veldig nytt.

## Oppgave 12



Figur 5: Grafen tegnet av Student 6 i forbindelse med oppgave 12.

6-37: Ja. Da har jeg en ny oppgave her, så har jeg en graf jeg gjerne vil at du skal tegne.

6-38: (Tegner grafen)

6-39: Kan du forklare hva du tenker?

6-40: Ehm, da tenker jeg at du har først konsentrasjonen av hydrogen og når du da tilsetter Jodgass så vil det reagere og danne hydrogenjodid, og det vil føre til at konsentrasjonen av hydrogen synker. Både fordi det blir overført til reaktant, men i tillegg får du dannet andre stoffer som gjør at den totale ... ehm ... ja, stoffmengden i forhold til hydrogen blir større.

6-41: Okei, da har jeg alternativene her.

6-42: Ehm ... Jeg husker det sto mellom den og den.

6-43: Mellom B og C?

6-44: Ja. Husker ikke hva jeg svarte men i hvert fall tankegangen hvis jeg valgte den er at du får først reaksjon, men at den reagerte for mye og at du da får for mange produkter i forhold til likevekten også vil det reagere tilbake igjen også vil det liksom ta litt tid før likevekten innstiller seg. Også vil det holde seg konstant. Ehm ... mens her vil det bli en jevnere reaksjon. Ehm ... Jeg vil tro at det er den her som er den korrekte (peker på alternativ C).

6-45: Du tror det er C?

6-46: Ja.

6-47: Hvis jeg sier at du svarte B på CCI-testen, hva tenker du nå?

6-48: Igjen samme tankegang men en annen konklusjon.

6-49: Mhm, for når du tegnet så tegnet du noe som lignet litt på B.

6-50: Men igjen når du får lagt frem at ett av disse svarene er rett, oi kanskje det egentlig er det?

6-51: Ja, så nå tenker du at?

6-52: Nå tenker jeg vel egentlig heller C.

6-53: Okei, hva hvis jeg sier at B egentlig er riktig. Hva tenker du da?

6-54: Hmm, ja. Egentlig ikke så mye annerledes, bare at det er mer korrekt at det gikk i en jevnere og at du ikke fikk så mye overskudd at det gikk tid før det innstilte seg likevekt. Men at det gikk mer jevnt.

6-55: Ja. Har du jobbet med slike grafer før?

6-56: Kun med titreringsreaksjoner.

6-57: Her på universitetet?

6-58: Nei, på Kjemi 2.

6-59: Så du har ikke jobbet med slike oppgaver. At du har hatt oppgaver i timen lik slike som denne?

6-60: Ikke noe særlig utenfor syre og base. Så da har det egentlig bare vært titreringskurver som jeg har jobbet med. Så da grafisk fremstilling av konsentrasjon.

6-61: Synes du det er utfordrende med slike oppgaver der det er grafer?

6-62: Ja, litt. Det blir litt å tenke seg hva er egentlig de forskjellige tingene her også.. tenke hva er det egentlig som skjer i denne reaksjonen. Så ja, litt utfordrende, men det er i hvert fall ganske ... når du får sånn her så er det ganske greit å eliminere en del av dem. Så da er det gjerne at man sitter igjen med to av dem, som er litt like.

6-63: Så du bruker litt eliminasjonsmetoden?

6-64: Ehm, ja det spørres litt hva det er. I hvert fall her, så når det er de to, eller B og C skapte litt usikkerhet var det enkelt å se at konsentrasjonen øker i hvert fall ikke, den vil ikke svinge opp og ned hele tiden. Den vil jo stille seg inn etterhvert, og den vil ikke være konstant, for det vil jo skje en reaksjon. Ehm ... ja, så er det veldig greit å krysse ut de du vet det i hvert fall ikke er.

### **Generelle spørsmål**

6-65: Ja. Du nevnte et prinsipp tidligere?

6-66: Le Châteliers prinsipp.

6-67: Ja, husker du hva det gikk ut på?



6-68: Ehm ... Jeg husker det ikke ordrett, men det går jo på altså innstillinger av likevekter. At ved gitte forhold så vil en reaksjon ha en likevekt, så hvis du endrer noen av forholdene som f.eks. temperatur, trykk eller stoffmengde av reaktant eller produkt så vil stoffene reagere også vil det innstille seg en ny likevekt.

6-69: Ja. Synes du tema kjemisk likevekt er vanskelig?

6-70: Ehm ... litt egentlig når du begynner å regne på det og spesielt når det er delt med forskjellig K-verdier og når du har endring i temperatur så skal du regne ut en ny K-verdi. Da blant annet med termoentalpi.. entropi har jeg slitt endel med nå i det siste. Det var ganske mer utfordrende enn det var i Kjemi 1.

6-71: Ja. Synes du kjemi er interessant?

6-72: Ja, ehm ... i utgangspunktet, men jeg må innrømme at det blir litt ork akkurat nå og litt mer stressmoment. Så føler ikke jeg får det så bra til i forhold til hva jeg gjorde på videregående. Så det blir litt sånn "Oi, skitt". Nå må jeg faktisk jobbe ganske mye mer med det for å få det skikkelig til.