

# KJEMISKE BINDINGER I KJEMILÆREBØKER

En kvalitativ studie som sammenligner de nye lærebøkene i  
Kjemi 1 etter LK20

Liv Jess Langaas Bønes



Masteroppgave i kjemididaktikk

Kjemisk institutt

Universitetet i Bergen

1.juni 2022

## *Forord*

Først og fremst vil jeg takke min veileder Matthias Gregor Stadler! Tusen takk for hjelp, oppmuntring og nyttige råd underveis. Det har virkelig vært viktig for både min motivasjon og trivsel mens jeg har jobbet med oppgaven.

Takk til universitetet, praksisskoler og gode studievenner for en fin og lærerik studietid på lektorstudiet. Det har forberedt meg til læreryrket som jeg nå gleder meg svært mye til å tre inn i.

Takk til mannen min Ole Martin, babyen i magen som kommer i september, familie og gode venner. Dere har bidratt med heiarop og støttende ord, og ikke minst med mening og glede i hverdagen. Det har vært en forutsetning for å kunne jobbe engasjert og motivert med oppgaven. En spesiell takk til min lillebror som gav meg et innblikk i tanker og erfaringer med læreboken hans i Kjemi 1, og som i stor grad inspirerte mitt valg av oppgave.

Takk til arbeidsplassen min Tryggheim videregående skole, og til gode kollegaer og naturfagelever som har bidratt med spennende samtaler om læreryrket og naturfag. Det har vært nyttig for både oppgaven og min egen del å få ekte erfaringer fra klasserommet.

Proessen med denne oppgaven har vært veldig lærerik og meningsfull for min utvikling som lærer. Jeg har oppriktig likt å jobbe med oppgaven, og kjenner nå at jeg i enda større grad brenner for å kunne gi elever en engasjerende og utforskende kjemiundervisning som kan føre til dybdelæring og forståelse.

## Sammendrag

Denne oppgaven er en lærebokanalyse av dagens lærebøker i Kjemi 1, og ser spesielt etter hvordan kjemiske bindinger og dybdelæring kommer til uttrykk i disse bøkene. Nylig har det kommet ut en ny læreplan i kjemi. Det er en stor fordel om læreboken som brukes i undervisningen, representerer læreplanen på en god måte. Min egen erfaring av at lærebøker brukes mye, samt observasjoner av min lillebror som prøvde å forstå elektronegativitet ved å lese i læreboken i Kjemi 1, var de viktigste motivasjonene for valg av oppgave. Det store søkelyset på dybdelæring, både i de nye læreplanene og i undervisningen på studiet, gjorde at dette var et tema jeg ønsket å se på i forbindelse med lærebøker. For å begrense oppgaven ble det valgt å ta utgangspunkt i et av kjerneelementene i læreplanen i Kjemi 1, nemlig «kjemiske bindinger og strukturer». Oppgavens to forskningsspørsmål ble utformet til; «*Hva kjennetegner kapitlene om kjemiske bindinger i de nye kjemilærebøkene?*» og «*Hvilke «grep» i lærebøkene kan være med å støtte opp under elevenes arbeid med innholdet for å oppnå forståelse og dybdelæring?*». De tre lærebøkene som ble analysert var *Kjemien stemmer 1* fra Cappelen Damm (Knutsen, Tveit, & Vestli, 2021), *Aqua 1* fra Gyldendal (Steen, Fimland, & Juel, 2021) og *Kjemi 1* fra Aschehoug undervisning (Haraldsrud, Sandtorv, Hushovd, & Brandt, 2021). Alle lærebøkene hadde et kapittel om kjemiske bindinger, og hovedteksten her ble utgangspunkt for analysen. Det ble benyttet en kvalitativ analysemetode med kvantitative innslag. Omfang av ulike temaer ble sett på, og hoveddelen av analysen handlet om å identifisere begreper, definisjoner, forklaringer og eksempler i hovedteksten. Forklaringene ble i ettertid kategorisert etter om de forklarte *hva*, *hvorfor* eller *hvordan vi vet*. Eksempelene ble kategorisert etter om de var *faglige* eller *hverdagslige*. Andre sider ved analysen så på fremstillingen av teksten, hvilke aspekter som var med om kjemiske bindinger, kriterier for en god lærebok (AAAS, 2005), tillegg til hovedteksten, og bruk av «binding» i andre kapitler i lærebøkene.

Resultatene viste at lærebøkene stort sett består av oppramsing av fakta med et kort og konsist språk. Ett og ett tema ble tatt opp og det er lite sammenheng å se gjennom bøkene. Når det gjelder det faglige innholdet om kjemiske bindinger, har alle lærebøkene noe introduserende informasjon, før hoveddelen av kapitlene består av gjennomgang av ulike sterke og svake bindingstyper. Kjemi 1 skiller seg ut fra de andre bøkene ved å fokusere mer på oktettregelen enn elektrostatiske krefter i forklaringer om kjemiske bindinger, noe som kan føre til misforståelser om hvorfor bindinger dannes (Bergqvist, Drechsler, Jong, & Rundgren, 2013). Totalt sett er det få grep som kan legge til rette for dybdelæring i lærebøkene. Bøkene er preget av relativ stor tetthet av fagord, og det er lite utvikling av kunnskap over tid å spore. Bøkene legger heller ikke opp til at kunnskapen brukes i nye situasjoner. Aqua skiller seg noe ut med et samtalelignende språk som stiller flere spørsmål i kapittelet. Dette har blitt tolket som grep som støtter dybdelæring i Aqua. Denne forskningen tyder på at det er viktig at lærere ser på lærebøker med et kritisk blikk, for å vurdere hvordan de kan brukes på best mulig måte i undervisningen. Den tyder også på at det kan være behov for en endring i hvordan lærebøkene er utformet.

## Innholdsfortegnelse

<i>Forord</i> .....	1
Sammendrag .....	2
<i>Figurer</i> .....	6
<i>Tabeller</i> .....	7
<b>Kapittel 1: Introduksjon</b> .....	8
<b>Kapittel 2: Teori</b> .....	9
2.1: Læreplanen.....	9
2.1.1: <i>Overordnet del av læreplanen</i> .....	9
2.1.2: <i>Læreplanfornyelsen</i> .....	10
2.1.3: <i>Forskjeller mellom gammel og ny læreplan i kjemi</i> .....	11
2.1.4: <i>Læreplanen i kjemi (KJE01-02)</i> .....	11
2.1.5: <i>Læreplan og lærebøker</i> .....	13
2.2: Dybdelæring .....	13
2.2.1: <i>Hva kjennetegner læring i kjemifaget?</i> .....	13
2.2.2: <i>Hva er dybdelæring?</i> .....	14
2.2.3: <i>Dybdelæring i kjemifaget</i> .....	15
2.3: Kjemiske bindinger .....	15
2.3.1: <i>Hvorfor er det viktig å vite noe om kjemiske bindinger?</i> .....	16
2.3.2: <i>Hva er kjemiske bindinger?</i> .....	16
2.3.3: <i>Utfordringer og anbefalinger for undervisning av kjemiske bindinger</i> .....	18
2.4: Lærebøker og lærebokanalyse .....	20
2.4.1: <i>Lærebøker</i> .....	20
2.4.2: <i>Kritikk mot tradisjonelle lærebøker</i> .....	20
2.4.3: <i>Lærebøker i kjemi</i> .....	21
2.4.4: <i>Forskning gjort på lærebøker</i> .....	21
2.4.5: <i>Kriterier for en god lærebok</i> .....	22
2.5: Konklusjon etter gjennomgått teori.....	23
2.5.1: <i>Konkluderende tanker</i> .....	23
2.5.2: <i>Formulering av forskningsspørsmål</i> .....	24
<b>Kapittel 3: Metode</b> .....	25
3.0: Begrepsavklaring .....	25
3.1: Kvalitativ og kvantitativ metode .....	26
3.1.1: <i>Kvalitativ metode</i> .....	26
3.1.2: <i>Kvantitativ metode</i> .....	26
3.1.3: <i>Kombinering av kvalitativ og kvantitativ metode</i> .....	27

3.1.4: Denne studiens analyse av tekstinhold .....	27
3.2: Tre lærebøker i kjemi 1 .....	28
3.3: Valg av materiale .....	28
3.4: Systematisk bestemmelse av antall ord .....	28
3.4.1: Systematisk bestemmelse av antall ord .....	29
3.4.2: Behandling av data om antall ord .....	29
3.5: Analyse av begreper, definisjoner, forklaringer og eksempler i kapitlene om kjemiske bindinger .....	30
3.5.1: Begreper .....	30
3.5.2: Definisjoner .....	31
3.5.3: Forklaringer .....	31
3.5.4: Eksempler .....	32
3.5.5: Behandling av data om begrep, forklaring og eksempel .....	33
3.5.6: Begreper som ikke ble funnet i analysen .....	33
3.6: Framstilling og inntrykk av teksten i lærebøkene .....	34
3.6.1: Fremstillingen av teksten og hvilke aspekter lærebøkene har med om kjemiske bindinger .....	34
3.6.2: Evaluering etter AAAS sine kriterier for en god lærebok i kapitlene om kjemiske bindinger .....	34
3.6.3: Tillegg til hovedteksten i kapitler om kjemiske bindinger .....	35
3.7: Bruk av «kjemiske bindinger» videre i lærebøkene .....	35
3.8: Kvaliteten til studiet .....	36
3.8.1: Generalisering .....	36
3.8.2: Validitet og reliabilitet .....	37
<b>Kapittel 4: Resultat</b> .....	<b>39</b>
4.0: Plassering og strukturering av innhold .....	39
4.0.1: Plassering og strukturering av innholdet i lærebøkene .....	39
4.0.2: Oppbygningen til kapitlene i lærebøkene .....	39
4.0.3: Plassering og strukturering av innhold i kapitler om kjemiske bindinger .....	40
4.1: Omfanget til kapitlene om bindinger .....	41
4.1.1: Antall ord per delkapittel i de tre lærebøkene .....	41
4.1.2: Sammenligning av antall ord i de tre lærebøkene etter temaer .....	42
4.2: Begrep og forklaring i de tre lærebøkene .....	43
4.2.1: Antall begreper og forklaringer identifisert i analysen av de tre lærebøkene .....	43
4.2.4: Sammenligning av begreper og forklaringer i de tre lærebøkene .....	45
4.2.5: Begreper som finnes og ikke finnes i lærebøkene .....	46
4.2.6: Eksempler på definisjoner og forklaringer funnet i lærebøkene .....	48

4.3: Eksempler i de tre lærebøkene .....	49
4.4: Fremstillingen av teksten i de tre lærebøkene.....	52
4.4.1: Hovedtrekk og relevante karakteristikk i kapitlene om kjemiske bindinger .....	52
4.4.2: Hvilke aspekter har lærebøkene med om kjemiske bindinger?.....	53
4.4.3: AAAS sine kriterier for en god lærebok.....	53
4.4.4: Tillegg til hovedteksten i kapittel om kjemiske bindinger .....	54
4.5: Bruk av «binding» i senere kapittel.....	55
4.5.1: Kjemiske reaksjoner.....	55
4.5.2: Termokjemi.....	56
4.5.4: Syrer og baser.....	57
4.5.5: Organisk kjemi.....	57
<b>Kapittel 5: Diskusjon</b> .....	<b>59</b>
5.1: Kjennetegn for kapitlene om kjemiske bindinger i de nye kjemilærebøkene .....	59
5.1.1: Strukturering og rekkefølge av innhold i kapitlene .....	59
5.1.2: Elementer som er med om kjemiske bindinger i kapitlene.....	60
5.1.3: Fremstilling av teksten i kapitlene om kjemiske bindinger.....	63
5.1.4: Forklaringer og eksempler i kapitlene .....	64
5.2: «Grep» som kan støtte opp under elevenes arbeid med innholdet for å oppnå forståelse og dybdelæring.....	65
5.2.1: Tidsbruk og tetthet av fagord i kapitlene om kjemiske bindinger.....	66
5.2.2: Bruk av kunnskapen over tid og i nye situasjoner .....	66
5.2.3: AAAS sine kriterier for en god lærebok.....	67
5.3: Oppsummering.....	68
<b>Kapittel 6: Konklusjon</b> .....	<b>70</b>
6.1: Konklusjon av studiens forskningsspørsmål.....	70
6.2: Studiens betydning for kjemiundervisning .....	70
6.3: Videre forskning .....	70
Referanser .....	72

## Figurer

- 4.1:** *Antall ord per delkapittel i kapittel 2 i Kjemien stemmer.*
- 4.2:** *Antall ord per delkapittel i kapittel 2 i Aqua.*
- 4.3:** *Antall ord per delkapittel i kapittel 1 i Kjemi 1.*
- 4.4:** *Antall ord for ulike temaer i kapitler om kjemiske bindinger i de tre lærebøkene.*
- 4.5:** *Antall ord om ulike sterke bindinger i de tre lærebøkene.*
- 4.6:** *Antall ord om ulike svake bindinger i de tre lærebøkene.*
- 4.7:** *Antall forklaringer i de ulike delkapitlene i kapittel 2 i Kjemien stemmer.*
- 4.8:** *Antall forklaringer i de ulike delkapitlene i kapittel 2 i Aqua.*
- 4.9:** *Antall forklaringer i de ulike delkapitlene i kapittel 1 i Kjemi 1.*
- 4.10:** *Sammenligning av antall begreper og forklaringstyper etter tema, i de tre lærebøkene.*
- 4.11:** *Antall eksempler i de ulike delkapitlene i kapittel 2 i Kjemien stemmer.*
- 4.12:** *Antall eksempler i de ulike delkapitlene i kapittel 2 i Aqua.*
- 4.13:** *Antall eksempler i de ulike delkapitlene i kapittel 1 (utenom første del) i Kjemi 1.*

## Tabeller

- 3.1:** Kategorier brukt i analysen, beskrivelse av kategorier, og eksempler på de ulike kategoriene hentet fra Kjemi 1.
- 3.2:** Utdrag av eksempler fra Kjemi 1, samt beskrivelse og kategorisering av disse.
- 4.1:** Antall begreper i de ulike delkapitlene i kapittel 2 i Kjemien stemmer.
- 4.2:** Antall begreper i de ulike delkapitlene i kapittel 2 i Aqua.
- 4.3:** Antall begreper i de ulike delkapitlene i kapittel 1 i Kjemi 1.
- 4.4:** Sammenligning av antall ord, begreper og forklaringer funnet i analysen av kapitlene om kjemiske bindinger i de tre lærebøkene.
- 4.5:** Begreper som er funnet i analysen av to av lærebøkene, men ikke i den tredje.
- 4.6:** Begreper som ikke har blitt funnet noe sted i lærebøkene.
- 4.7:** Oppsummering av antall eksempler funnet i analysen av kapitlene om kjemiske bindinger i de tre lærebøkene.
- 4.8:** Utdrag av tre hverdagslige eksempler funnet i analysen for hver lærebok sitt kapittel om kjemiske bindinger.
- 4.9:** Oppsummering av bruk av «binding» i tekst om kjemiske reaksjoner i de tre lærebøkene.
- 4.10:** Oppsummering av bruk av «binding» i tekst om termokjemi i de tre lærebøkene.
- 4.11:** Oppsummering av bruk av «binding» i tekst om syrer og baser i de tre lærebøkene.
- 4.12:** Oppsummering av bruk av «binding» i tekst om organisk kjemi i de tre lærebøkene.



## Kapittel 1: Introduksjon

«Åh, boken er så dårlig til å forklare» utbrøt broren min mens han satt og øvde til prøve om kjemiske bindinger i Kjemi 1. Han var tydelig oppgitt over læreboken mens han prøvde å finne en god forklaring på hva elektronegativitet egentlig var. Ved en senere anledning utbrøt han «Det er så mange nye ord hele tiden, som defineres nesten helt likt», mens han leste om entalpiendringer. Det å observere at min bror prøvde å lære seg kjemi fra læreboken fikk meg til å tenke mye over hvordan lærebøkene er bygget opp, og om de klarer å forklare på en måte som skaper forståelse i faget. Jeg kan se for meg at læreboken kan være et viktig og nyttig hjelpemiddel for meg som nyutdannet lærer. Da er det desto viktigere å sette seg inn i innholdet i lærebøkene og deres styrker og svakheter, for å finne ut hvordan de kan brukes på best mulig måte.

«Kjemiske bindinger» er kanskje et av de mest grunnleggende fenomenene innenfor kjemifaget, og er viktig å forstå for å igjen kunne forstå andre fenomener. Selv fikk jeg en mye dypere forståelse av syrer på universitetet, da syrestyrken ble koblet til hvor lett molekylet kunne gi fra seg et hydrogen, og dette igjen ble koblet til hvor sterk og polar bindingen til dette hydrogenet var. Hvorfor hadde ikke denne sammenhengen blitt presentert for meg tidligere? Disse tankene førte til at jeg ønsket å se nærmere på hvordan kjemiske bindinger ble lagt frem i dagens kjemilærebøker i kjemi 1.

«Dybdelæring» er et begrep som titt og ofte har dukket opp i undervisningen på lektorstudiet. Det å legge til rette for dybdelæring er viktig for å utvikle kompetanse i et fag, slik at kunnskaper og ferdigheter fra faget kan anvendes. De nye læreplanene (LK20) legger mye vekt på dybdelæring, behov for mer dybdelæring var en viktig grunn for fornyelsen av læreplanene. Mengde lærestoff i læreplanen skulle reduseres for at elevene skulle oppnå dypere forståelse. Den nye læreplanen i Kjemi 1 ble tatt i bruk skoleåret 2021/2022. De tre forlagene Aschehoug undervisning, Gyldendal og Cappelen Damm har alle kommet ut med nye lærebøker i kjemi 1, henholdsvis *Kjemi 1*, *Aqua 1* og *Kjemien stemmer 1*. Lærebøker bør speile læreplanen, siden det er denne som sier noe om hva elevene skal lære. Kan man se igjen det økte søkelyset på dybdelæring i disse tre lærebøkene?

Ved å ta utgangspunkt i kjerneelementet «Kjemiske bindinger og strukturer» fra læreplanen i Kjemi 1, med et spesielt søkelys på *kjemiske bindinger*, ønsker jeg i denne oppgaven å sammenligne innholdet til de tre nye kjemilærebøkene. Jeg ønsker å se på hva som kjennetegner bøkens innhold om kjemiske bindinger, og jeg ønsker å se etter grep i lærebøkene som kan gi mulighet for dybdelæring hos elevene. Jeg håper og tror at denne studien kan oppleves nyttig for både for meg selv og andre.

## Kapittel 2: Teori

Valget om å studere de nye kjemilærebøkene er basert på de nye læreplanene i kjemi. Derfor starter denne teoridelen med å se på hva læreplanen i kjemi sier, og hvilke endringer som har skjedd i fagfornyelsen. En av de viktigste grunnene for nye læreplaner er at det er behov for mer dybdelæring i skolen. Dybdelæring vil derfor også bli sett på i dette kapittelet. Videre vil denne studien fokusere spesielt på hvordan kjemiske bindinger i lærebøkene er fremstilt, og teoridelen vil derfor inneholde en del om hva kjemiske bindinger er, og utfordringer i undervisningen av kjemiske bindinger. Teoridelen tar også for seg hva en lærebok er, og ser på annen forskning gjort på lærebøker. Til slutt vil gjennomgått teori bli oppsummert, og basert på dette har studiens forskningsspørsmål blitt formulert.

### 2.1: Læreplanen

Skal man evaluere og vurdere elementer som handler om undervisning og læring i skolen, slik som lærebøker, er det viktig å alltid starte med å se på hva læreplanverket og opplæringsloven sier. Det er dette som avgjør hva læreren skal forholde seg til. En læreplan viser oversikt over innhold i et fag, og angir også gjerne retningslinjer for undervisning og timeantall for faget (Henriksen, 2020). Læreplanverket til Utdanningsdirektoratet består av forskrifter til opplæringsloven, som skal styre innholdet i opplæringen (Utdanningsdirektoratet, u.d.). For de fleste lærere er det en kjent sak at de må forholde seg til læreplanen i faget de underviser. Dette står også presisert i opplæringsloven. I paragraf 3.5.a står det at undervisningspersonalet skal gjennomføre og tilrettelegge for opplæring i samsvar med læreplaner og etter opplæringsloven (Kunnskapsdepartementet, 2021). Læreplanen består av en overordnet del som gjelder for alle fag, og en spesifikk del for hvert enkelt fag. I den spesifikke delen finnes det blant annet informasjon om fagets relevans og verdier, fagets kjerneelement og kompetansemål, vurdering, fagkoder og timeantall (Utdanningsdirektoratet, 2021). Det er altså læreplanen, og det som står her, som avgjør hva undervisningen skal inneholde, og ikke nødvendigvis lærebøkene. Likevel vil det være til stor hjelp for en lærer som bruker en lærebok, om lærebok og læreplan samsvarer godt. For både lærere og lærerstudenter er det avgjørende å være godt kjent med læreplanen. Denne delen av oppgaven tar for seg både overordnet og spesifikk del av læreplanen og ser på hva som har skjedd i fagfornyelsen.

#### 2.1.1: Overordnet del av læreplanen

Den overordnede delen av læreplanen gir informasjon om opplæringens verdigrunnlag, prinsipper for læring, utvikling og danning, og prinsipper for skolens praksis. Den beskriver retningen og grunnsynet som skal prege hele opplæringen, og tydeliggjør skolens dannelses- og utdanningsoppdrag (Kunnskapsdepartementet, 2017). Verdier skolen skal fremme er (1) menneskeverd, (2) identitet og kulturelt mangfold, (3) kritisk tenkning og etisk bevissthet, (4) skaperglede, engasjement og utforskertrang, (5) respekt for naturen og miljøbevissthet og (6)

demokrati og medvirkning. Videre skal elevens beste alltid være et grunnleggende hensyn, og læreren må bruke sitt profesjonelle skjønn slik at den enkelte eleven blir ivaretatt. I beskrivelsen av verdien «*skaperglede, engasjement og utforskertrang*» står det blant annet at elevene skal få mange muligheter til å få utvikle utforskertrang og engasjement. De skal få stille spørsmål og eksperimentere for å legge til rette for *dybdelæring*. Dybdelæring nevnes også i delen om «kompetanse i fagene». Det står at skolen skal gi rom for dybdelæring slik at elevene kan utvikle *forståelse* for fenomener og sammenhenger i et fag, og lærer å bruke kunnskap og ferdigheter i både kjente og ukjente situasjoner. Andre deler av den overordnede delen beskriver tverrfaglige temaer, hvordan læringsmiljø og undervisning skal foregå, og samarbeid mellom skole og hjem. Også delen om «undervisning og tilpasset opplæring» nevner viktigheten av å gi rom for dybdelæring, og at skolen derfor må ta hensyn til at elever lærer i ulikt tempo og med ulik progresjon (Kunnskapsdepartementet, 2017). Den overordnede delen av læreplanen er viktig å sette i sammenheng med den spesifikke læreplanen for hvert fag. Den spesifikke læreplanen i kjemi blir sett på senere, først blir læreplanfornyelsen og endringer i læreplanen i kjemi sett nærmere på.

### 2.1.2: Læreplanfornyelsen

I takt med at samfunnet endrer seg, må også skolens innhold og formål endres for å best mulig forberede elevene for fremtiden. NOU sin rapport «fremtidens skole» slo i 2015 fast at det var behov for en fornyelse av fagene, med dybdelæring i sentrum (NOU 2015: 8, s. 41). Denne fagfornyelsen skulle ta hensyn til kompetansebehov samfunnet har, og legge til rette for både *dybdelæring* og *progresjon* i læringen. (NOU 2015: 8, s. 39). En vanlig utfordring i skolen er at det er stor trengsel av stoff, og lite tid til alt som skal bli gått gjennom. For å lette dette anbefalte NOU 2015:8 å begrense mengden læreplanmål, og ha flere fagovergripende kompetanser innlemmet. Videre ble det også anbefalt at læreplanen ikke skal legge føringer på lærerens valg av arbeidsmåter, slik at lærerens handlingsrom og ansvar blir ivaretatt (NOU 2015: 8, s. 78). Utdanningsdirektoratet (2021) peker på flere grunner til at det nå har kommet nye læreplaner. For det første skal de nye læreplanene legge mer til rette for dybdelæring enn de gamle. Den nye læreplanen skal bestå av færre temaer og mindre omfang, slik at det blir bedre tid til læring og forståelse, slik at det som læres også kan brukes i nye situasjoner. Videre skal skolens verdigrunnlag komme tydeligere frem, dette er de verdiene som den overordnede læreplanen tar opp. En annen grunn var et økt behov for at elevene skal være aktive i egen læring for å fremme skaperglede, engasjement og utforskertrang, og slik bidra til økt læring og lærlyst. De nye læreplanene har også tre tverrfaglige temaer; folkehelse og livsmestring, demokrati og medborgerskap og bærekraftig utvikling. Andre ting som har fått større plass i den nye læreplanen er kritisk tenkning, digital dømmekraft og programmering (Utdanningsdirektoratet, 2021). Man kan se at *dybdelæring* er et sentralt begrep både i utredning av fagfornyelsen og i de nye læreplanene. Dette vil bli sett mer på senere i oppgaven.

### 2.1.3: Forskjeller mellom gammel og ny læreplan i kjemi

Ved å sammenligne gammel læreplan i kjemi fra 2006 (Utdanningsdirektoratet, 2006) og ny læreplan fra 2021 (Utdanningsdirektoratet, 2021), kan man se etter endringene som ovenfor er beskrevet. Et av de viktigste argumentene for nye læreplaner var et økt behov for mer dybdelæring i skolen. Dette skulle blant annet gjøres ved å gjøre omfanget i faget mindre, slik at elevene får bedre tid til å lære det viktigste (Utdanningsdirektoratet, 2021). I den gamle læreplanen for kjemi ble det funnet 24 kompetansemål for Kjemi 1 og 26 kompetansemål for Kjemi 2 (Utdanningsdirektoratet, 2006). I den nye læreplanen i kjemi er antall kompetansemål redusert til henholdsvis 17 (Kjemi 1) og 15 (Kjemi 2) (Utdanningsdirektoratet, 2021). Det står også beskrevet at antall tema har blitt redusert for å lettere kunne oppnå dybdelæring. Den gamle læreplanen har i alt 10 hovedområder, 5 for kjemi 1 og 5 for kjemi 2. Den nye læreplanen har byttet ut disse hovedområdene med fire kjerneelementer som går igjen i både kjemi 1 og 2. Disse kjerneelementene er større og dekker mer, for eksempel «kjemiske reaksjoner». De gamle hovedområdene er mer spesifikke slik som «vannkjemi» og «syrer og baser».

Ser man på kompetansemålene som gjelder for kjemi 1, er det også flere forskjeller. I den gamle læreplanen er det flere kompetansemål som handler om vann og organisk kjemi, dette finnes ikke i den nye læreplanen. Den gamle læreplanen har flere kompetansemål om beregninger av pH i syrer og baser, det har ikke den nye læreplanen. Den gamle læreplanen nevner både entalpi og entropi, den nye nevner bare entalpi i Kjemi 1 (entropi kommer igjen i Kjemi 2). Noen emner har blitt mindre konkrete i den nye læreplanen. Den gamle læreplanen nevner spesifikt Bohrs atommodell og dagens atommodell, mens den nye snakker om å kunne bruke modeller generelt, og kunne si noe om styrker og svakheter ved ulike modeller. Nye temaer i de nye kompetansemålene er blant annet grønn kjemi og bruk av sikkerhetsdatablad. Kompetansemålet som handler om kjemiske bindinger, har endret seg noe i den nye læreplanen. I læreplanen fra 2006 står det «*forklare, illustrere og vurdere stoffers sammensetning, bindingstyper og egenskaper ved hjelp av periodesystemet*». Det nye kompetansemålet om kjemiske bindinger sier «*gjøre rede for kjemiske bindinger som elektrostatiske krefter som virker mellom partikler, og bruke dette til å forklare molekylgeometri og organiske og uorganiske stoffers struktur, sammensetning og egenskaper*». I den nye læreplanen er det altså et kompetansemål som bare handler om kjemiske bindinger, selv om det er færre kompetansemål totalt. Dette indikerer at kjemiske bindinger er et viktig og grunnleggende fenomen innenfor kjemi.

### 2.1.4: Læreplanen i kjemi (KJE01-02)

For både lærere og lærerstudenter som skal undervise i kjemi, er det svært viktig å gjøre seg kjent med den gjeldende læreplanen. I delen som beskriver fagets relevans og sentrale verdier, står det at kjemi skal gi elevene grunnlag for å forstå den fysiske verden. Kjemi skal utvikle kreativitet og utforskertrang hos elevene, og handler om eksperimentelt og utforskende arbeid. Kjemi skal bidra til å skape vitenskapelig og kritisk tenkemåte. Kjemi 1

består av fire kjerneelement; (1) praksiser og tenkemåter i kjemi, (2) kjemiske bindinger og strukturer, (3) kjemiske reaksjoner og (4) anvendt kjemi. Denne oppgaven tar utgangspunkt i kjerneelementet «kjemiske bindinger og strukturer». Det handler om krefter mellom partikler, og hvordan disse har betydning for stoffers oppbygning, sammensetning og egenskaper. Kjerneelementet handler også om kriterier for klassifisering av stoffer og hvordan periodesystemet kan brukes til å se sammenhenger og trender i egenskaper hos grunnstoffer (Utdanningsdirektoratet, 2021). På nettsiden til Utdanningsdirektoratet er det en nettressurs som viser kompetansemålene som kan knyttes til de ulike kjerneelementene. Det var hele åtte kompetansemål som ble knyttet til kjerneelementet om kjemiske bindinger og strukturer. Det ene kompetansemålet handler om nettopp kjemiske bindinger:

*Gjøre rede for kjemisk binding som elektrostatiske krefter som virker mellom partikler, og bruke dette til å forklare molekylgeometri og organiske og uorganiske stoffers struktur, sammensetning og egenskaper.*

Andre kompetansemål som kunne knyttes til kjerneelementet var:

- Gjøre rede for oppbygningen til periodesystemet, og bruke kjerneladning og elektronkonfigurasjon til å forklare periodiske trender.
- Utforske og gjøre beregninger på kjemiske reaksjoner, og bruke observasjoner og teoretiske vurderinger til å identifisere reaksjonstype.
- Gjøre rede for sammenhengen mellom atomets oppbygning og grunnstoffers absorpsjons- og emisjonsspektre og bruke spektroskopiske metoder i kvalitativ og kvantitativ analyse.
- Gjøre rede for entalpi og bruke beregninger og forsøk til å utforske entalpiendringer i reaksjoner.
- Gjøre rede for kollisjonsteori og utforske faktorer som påvirker reaksjonsfart og kjemisk likevekt.
- Utforske løseligheten til stoffer, og gjøre rede for betydningen av ladning, polaritet og temperatur for løselighet.
- Gjøre rede for begrepene syre, base, protolyse og pH, og utforske egenskapene til sterke og svake syrer og baser (Utdanningsdirektoratet, 2021).

Det at et av fire kjerneelement handler om kjemiske bindinger og strukturer viser hvor grunnleggende kjemiske bindinger er i kjemifaget. Det er et viktig grunnlag for mange andre kjemiske fenomen, det kan man se av hvor mange kompetansemål som kunne bli tilknyttet kjerneelementet. Denne oppgaven fokuserer i hovedsak på kjemiske bindinger, og dermed kompetansemålet som handler om kjemiske bindinger. Både dette kompetansemålet, og de andre kompetansemålene som kan kobles til kjemiske bindinger, handler om ulike ting rundt bindinger. Det handler om å forstå hva bindinger er, men også om hvordan bindinger påvirker andre kjemiske fenomen. Ut ifra dette bør lærebøkene gi en god og dyp forklaring på hva bindinger er, og bruke bindinger som forklaringsmodell for andre fenomener, slik som kjemiske reaksjoner, entalpi og reaksjonsfart, og syrer og baser.

### 2.1.5: Læreplan og lærebøker

En fornyelse i læreplanene har også ført til en fornyelse av lærebøker. Da forventes det at de nye lærebøkene tar utgangspunkt i det som er viktig i den nye læreplanen, slik at lærebøkene kan være så godt tilpasset som mulig. Siden fagfornyelsen har et økt søkelys på dybdelæring, er det interessant å senere se på hvordan dybdelæring er ivaretatt i de nye lærebøkene. Det er ofte opp til skolene å bestemme hvilket læreverk de skal gå for når det kommer fagfornyelser. Dette forutsetter at lærerne har tid og kompetanse til å evaluere lærebøkene og se hvilken som i størst grad speiler den nye læreplanen. Dette vil kanskje være spesielt utfordrende for nyutdannede. En viktig oppgave for lærerutdanningen er å hjelpe fremtidige lærere til å kunne analysere og kanskje gjøre endringer på pensummateriale. Det er viktig å kunne se på lærebøker med et kritisk blikk, og i lys av utdanningsreformer som skjer (Vojir & Rusek, 2019). Nylig var det en sak på NRK om lærere som fortviler over at skolen ikke fornyet lærebøkene etter læreplanfornyelsen på grunn av manglende ressurser, og heller satset på digitale løsninger. Lærerne hevdet at mangelen på lærebøker i grunnskolen førte til ukonsentrerte elever, dårligere leseforståelse og ulovlig kopiering av bøker og prøveeksemplarer. Både foreldre og elever mistet oversikt i faget om de ikke hadde en håndfast lærebok (Ditlefsen & Hamre, 2022). Denne saken viser kanskje at både lærere og elever av flere årsaker ønsker å ha en god lærebok å kunne forholde seg til. Egen erfaring tilsier at lærebøker fortsatt er et viktig verktøy i undervisningen, og derfor bør lærebøker bli evaluert og vurdert. Lærebøker gir en tolkning av læreplanen, og er en viktig ressurs som kan brukes på ulike måter i undervisningen. Denne oppgaven ønsker å undersøke hvordan kjerneelementet om kjemiske bindinger er fremstilt i bøkene, for å så kunne si noe om muligheter for dybdelæring.

## 2.2: Dybdelæring

Dybdelæring er et begrep som dukker opp regelmessig i den nye læreplanen, og var en viktig drivkraft for fornyelsen av læreplanene. Derfor er det også interessant å se om man finner grep i lærebøkene som kan fremme dybdelæringsprosesser hos elevene. Det er dermed viktig å se nærmere på hva dybdelæring er, og hvordan dette kan fremmes hos elevene.

### 2.2.1: Hva kjennetegner læring i kjemifaget?

Før dybdelæring blir sett nærmere på, er det nyttig å se på hva *læring* innebærer. Læring handler om å utvide, utbygge og omstrukturere elevens kognitive kunnskap (Ringnes & Hannisdal, 2017, ss. 44-46). All læring består av overføring fra tidligere erfaringer, derfor er bruk av tidligere erfaringer og kunnskap avgjørende for læring (National Research Council, 2000, s. 236). Et viktig punkt for at noe skal læres er at det føles meningsfullt. Når noe læres, bearbeides det først i korttidsminnet før det etter hvert kan lagres i langtidsminnet om det som har blitt lært gir mening. Å jobbe med noe over lengre tid er også viktig for læring. Mange lærere vil nok ofte oppleve at det er mye som kan ta bort fokuset fra undervisningen og

læringen for elevene. Dette kan være frustrerende for læreren. For at forstyrrende stimuli ikke skal nå frem til elevene, er det viktig at læreren og undervisningen oppleves engasjerende (Ringnes & Hannisdal, 2017, ss. 44-46).

Svært mye i kjemi handler om ulike begreper, hvor de fleste er ukjente for elevene. Om noen av begrepene er kjent fra før, er det som oftest ny mening som skal illegges dem. En definisjon av et begrep vil ikke alltid være sannheten, men vår måte å avgrense et begrep på. Definisjoner endres ettersom man kommer på høyere faglig nivå, og elevene må flere ganger endre innhold og forståelse av ulike begreper. Dette reiser spørsmål som mange lærere lurer på: Er det best å forenkle det som skal læres, eller å lære elevene det «riktige» med en gang (Ringnes & Hannisdal, 2017, ss. 51-55)? Dette siste spørsmålet har vi snakket mye om i lærerutdanningen, da vi flere ganger opplevde å måtte lære ting på en ny måte enn fra videregående. Mange av fagbegrepene i kjemi kan ofte være abstrakte, noe som kanskje kan gjøre dem vanskeligere å forstå. En «binding» er nok ikke et helt ukjent begrep for elevene når de møter dette i kjemi. I tillegg har de kanskje hatt noe om dette i naturfag før. Likevel er det mye ny kunnskap som skal legges inn i begrepet, og *kjemiske bindinger* er noe relativt abstrakt. Hvordan går det an å få en dyp forståelse av dette?

### *2.2.2: Hva er dybdelæring?*

Å oppnå kompetanse i et fag forutsetter dybdelæring. Dybdelæring er noe som er viktig i absolutt alle fag og på alle klassetrinn, og som det trengs mer av i den norske skolen (NOU 2015: 8, 2015, ss. 10-11). Utdanningsdirektoratet (2019) definerer dybdelæring som det å gradvis utvikle kunnskap og varig forståelse av begreper, metoder og sammenhenger i fag og mellom fagområder. Dybdelæring beskrives som noe mer enn bare faglig fordypning, men handler om å lære noe så godt at det kan benyttes til å forstå sammenhenger, og at det kan brukes i nye situasjoner (Utdanningsdirektoratet, 2019). Det å kunne overføre kunnskap til nye situasjoner krever at kunnskapen blir mentalt organisert, at hovedprinsippene blir forstått og at eleven besitter ferdigheter til å bruke kunnskapen til å løse problemer (National Research Council, 2012, s. 99). Som nevnt tidligere, sier den overordnede læreplanen at opplæringen skal preges av dybdelæringsprosesser hos elevene. Dette ansvaret er viktig for lærere og fremtidige lærere å huske på. Dybdelæring handler om at elevene kan bruke sine evner til å løse problemer og reflektere over egen læring, og slik konstruere en varig forståelse. Et viktig stikkord her er progresjon. Progresjon handler om utvikling over tid. Progresjon skaper utviklingsprosesser som er nødvendig for at dybdelæring skal skje (NOU 2015: 8, 2015, ss. 11-14). Dybdelæring i skolen er avgjørende for at elevene skal kunne bruke det de lærer senere i livet. Da er vi nødt til å gi elevene nok tid til forståelse og fordypning (NOU 2015: 8, 2015, s. 74). Som nevnt tidligere har mange fag vært preget av stor trengsel av stoff som må bli gått gjennom, og dette kan gjøre at elevene ikke får nok tid til forståelse og fordypning. Den nye læreplanen har prøvd å ta dette i betraktning.

### 2.2.3: Dybdelæring i kjemifaget

Kjemi er et fag hvor elevene introduseres for mange nye begreper. Da er det viktig å kunne utvikle en dybdeforståelse for disse begrepene. For å få til en god begrepsforståelse må begrepene brukes over tid og på mange ulike måter (NOU 2015: 8, 2015, s. 71). Her kan man se hvordan progresjon og dybdelæring henger tett sammen. Det er viktig at læreren bruker tid på å tenke over innholdet i ulike fagbegreper og sin egen forståelse av begrepene (Ringnes & Hannisdal, 2017, s. 55). Læreren må være klar over egen forståelse av fag og begreper før undervisning om dette. I kjemi kan man ofte observere hvordan noe oppfører seg, men ikke nødvendigvis hva det er. Derfor er det stor benyttelse av modeller i kjemifaget og kjemiundervisningen. Når elever lærer om ulike tema og fenomener i kjemi, må det hele tiden minnes om at modeller, systemer og forklaringer de møter i faget er konstruert av mennesker, og ikke alltid virkeligheten (Ringnes & Hannisdal, 2017, s. 89). Å oppnå forståelse og dybdelæring i kjemi forutsetter at elevene vet at modeller faktisk er modeller, og hva de viser. Også forklaring på hvordan vi vet noe og hvorfor en modell er laget kan være et nyttig bidrag for elevene. Et av kompetansemålene i læreplanen nevnte som sagt at elevene skal kunne se på styrker og svakheter ved ulike modeller.

Tre viktig grep for å legge til rette for dybdelæring i kjemi, er at elevene må bruke tidligere kunnskap og egenskaper inn i det nye de lærer, at det som læres oppleves som meningsfylt og relevant for elevenes liv, og at de får nok tid til å tenke over store idéer i faget (National Research Council, 2000, ss. 187, 237). Dette kan kanskje gjøres ved å bruke eksempler elevene er kjent med fra hverdagen, eller forklare hvorfor kjente elementer og fenomener er som de er. Som nevnt tidligere kan det i kjemifaget være vanskelig å avgjøre hva som er best for elevene; å lære forenklinger, eller å lære det så korrekt som mulig. Mye peker på at det kreves detaljert kunnskap om faktaene innenfor et tema for at elevene skal kunne oppnå en forståelse av det de lærer. Forenklinger kan for noen kanskje bidra til å gjøre faget vanskeligere å forstå (National Research Council, 2000, s. 239). For å kunne gå i dybden i et tema, for å oppnå dybdelæring, trenger elevene nok kunnskap. De trenger å vite *hvorfor* og *hvordan* noe er som det er, og ikke bare *hva* det er.

### 2.3: Kjemiske bindinger

For å begrense oppgaven har det blitt valgt å se på lærebøkene i lys av et kjerneelement i den nye læreplanen, nemlig «kjemiske bindinger og strukturer». Videre har det sentrale kjemibegrepet «kjemiske bindinger» blitt sett på, og kompetansemålet om dette har blitt brukt. Finnes det bidrag i lærebøkene som kan støtte opp om dyp forståelse om kjemiske bindinger? I denne delen har det blitt sett på hva som kan være utfordrende for elever når det kommer til kjemiske bindinger, og hva man bør tenke på i undervisningen av dette. Forståelse av kjemiske bindinger gir et viktig grunnlag for å forstå mye i kjemifaget, og det er grunnen til at jeg i min studie har valgt å se ekstra på dette i evalueringen av lærebøkene.



### 2.3.1: Hvorfor er det viktig å vite noe om kjemiske bindinger?

Kjemiske bindinger er et av de viktigste konseptene i kjemi, og læring av mange andre kjemiske konsepter er avhengig av en forståelse av hva kjemiske bindinger er (Nahum, Mamlok-Naaman, Hofstein, & Taber, 2010). Det at et av de fire kjerneelementene i læreplanen handler om kjemiske bindinger og strukturer, viser hvor grunnleggende bindinger er for kjemifaget. Kjemiske bindinger er et av de viktigste temaene i kjemiundervisningen, og danner grunnlag for forståelse av andre temaer. Å kunne forstå modellene som brukes for å vise kjemiske bindinger er avgjørende for å forstå kjemifaget, siden kjemi i stor grad handler om partikler og fenomener vi ikke kan observere med egne øyne (Bergqvist, Drechsler, Jong, & Rundgren, 2013). Modeller kan danne bro mellom det vi ser skjer på makronivå og det som har skjedd på mikronivå. Forståelse om kjemiske bindinger er viktig å ha innenfor mange fagfelt i kjemi. Kunnskap om ulike bindingstyper er for eksempel avgjørende når man skal lage nye legemidler. Antall intermolekylære bindinger og styrken på bindingene mellom legemiddel og målsted i kroppen er avgjørende for at legemiddelet skal kunne virke, hvor lenge det virker og at virkningen etter en stund avtar (Patrick, 2017, s. 4).

### 2.3.2: Hva er kjemiske bindinger?

Når krefter som virker mellom to atomer eller grupper av atomer fører til dannelse av en stabil og uavhengig molekylenhet, tenkes det at det eksisterer en kjemisk binding mellom disse atomene eller gruppene. En kjemisk binding kjennetegnes ved at det eksisterer et område mellom kjernene med konstant potensial slik at den potensielle energien forbedres ved at atomene trekker seg sammen mot hverandre (IUPAC, 2019). Det er vanlig å dele inn kjemiske bindinger i sterke og svake bindinger, og igjen dele inn disse i ulike bindingstyper. Kovalente bindinger mellom atomer i molekyler og nettverksstoffer, ionebindinger mellom ioner i salter, og metallbindinger mellom metallatom i metall er sterke bindinger. Hydrogenbindinger, dipolbindinger og van der Waals-bindinger er svake bindinger som finnes mellom molekyler (Pedersen, 2022). Denne delen ser kort på hva som kjennetegner ulike bindingstyper og andre begreper som er relevante for temaet *kjemiske bindinger*.

#### *Ulike bindingstyper*

En *kovalent binding* er en binding hvor to atomer deler ett eller flere elektronpar. Hvert av elektronene i den kovalente bindingen tiltrekkes av kjernene til begge atomene, og det er denne elektrostatiske tiltrekningen som holder atomene sammen. Noen kovalente bindinger er det som kalles for *polar kovalent binding*. Det vil si at elektronene er ujevnt fordelt mellom atomene, det blir altså en differanse i elektrontetthet (Chang & Goldsby, 2014, ss. 294-296).

En *ionebinding* beskrives som elektrostatiske krefter mellom kation og anion i en ionisk forbindelse. Den ioniske forbindelsen er i seg selv nøytral. Før en ionebinding dannes skjer det først en overføring av elektron, slik at det dannes ioner. Deretter vil det oppstå tiltrekkende krefter mellom ionene (Chang & Goldsby, 2014, s. 289). Ioneforbindelser pakkes i et fikset system av ioner, og danner en krystallinsk struktur (Housecraft & Sharpe, 2012, s. 172).

Strukturen til en ionisk krystall avhenger av ladning og størrelse på ionene den består av. Ioneforbindelser har høye smeltepunkt på grunn av sterke krefter mellom ionene. Saltet leder heller ikke strøm i fast form siden ionene har faste posisjoner i krystallen (Chang & Goldsby, 2014, ss. 420-421).

Ganske likt som for ioner, pakkes også metallatomer i en regelmessig struktur i et metall. Ulike bindinger mellom ionene og atomene vil likevel gi salt og metaller svært ulike egenskaper. En *metallbinding* kan bli sett på som en slags kovalent binding, men bindingselektronene er delokalisert over hele krystallen (Housecraft & Sharpe, 2012, s. 172). Man kan se på metallstrukturen som et nettverk av positive metallioner i en sjø av delokaliserte valenselektroner. Disse mobile elektronene er det som gjør at metaller kan lede strøm. Og sterke elektrostatiske krefter mellom elektronene og metallionene gjør metallet sterkt. Denne beskrivelsen av en metallbinding er den mest brukte, men også svært forenklet (Chang & Goldsby, 2014, s. 422).

Ofte kalles svake bindinger for *intermolekylære bindinger*, og disse skjer som regel mellom molekyler. Det er likevel viktig å presisere at de også kan finnes i et molekyl, for eksempel i makromolekyler som protein eller i andre organiske molekyler (Patrick, 2017, ss. 4-5). Generelt er intermolekylære bindinger elektrostatiske krefter som er svakere enn intramolekylære bindinger. *Van der Waals-krefter* er et begrep som inkluderer flere svake bindingstyper; dipol-dipolkrefter, dipol-indusert dipolkrefter og dispersjonskrefter. Andre svake bindinger er ion-dipolkrefter og hydrogenbindinger, og disse regnes ikke som van der Waals-krefter (Chang & Goldsby, 2014, ss. 404-408).

#### *Utvikling av teorier og modeller om kjemiske bindinger*

Det finnes mange modeller som brukes i temaet kjemiske bindinger, og disse er viktige å forstå for å forstå kjemifaget. Vi kan ikke se hvordan partikler holdes sammen av bindinger, dette bruker vi modeller for å visualisere (Bergqvist, Drechsler, Jong, & Rundgren, 2013). Opp gjennom årene har naturvitere tolket fenomener knyttet til bindinger ulikt, og de ulike modellene som er utviklet representerer en ikke-lineær utvikling av forestillingene om kjemiske bindinger. Den mye brukte beskrivelsen av en kovalent binding er for eksempel utviklet av Langmuir og Lewis. Senere har Schrødingen og andre naturvitere gitt mer kvantemekaniske beskrivelser av fenomener knyttet til bindinger. Selv om de kvantemekaniske modellene, slik som *valensbindingsteorien* (Heitler og Pauling) og *molekylorbitalteorien* (Hund og Mulliken) kanskje gir en beskrivelse av bindinger som ligger nærmere virkeligheten, er det likevel nyttig å også benytte seg av de enklere modellene. I de nevnte modellene dannes en kovalent binding når orbitaler overlapper med hverandre (Housecraft & Sharpe, 2012, s. 31). Det finnes mange ulike bindingsteorier for å forklare metallbindinger, for eksempel *båndteorien*. Også denne er av kvantemekanisk karakter. Båndteori beskriver metallbindingen som en gruppe av molekylorbital som ligger nær hverandre i energi, og hvor elektronene befinner seg. (Housecraft & Sharpe, 2012, s. 172).

### *Andre relevante begreper knyttet til kjemiske bindinger*

Læreplanens kompetansemål om kjemiske bindinger presiserer at kjemiske bindinger er *elektrostatisk krefter*. Elektrostatisk krefter mellom ladde partikler beskrives av Coulombs lov. Den elektrostatisk kraften mellom partikler avhenger både av ladningen på partiklene og på avstanden mellom partiklene. Den elektrostatisk kraften er svært sterk, den mellom et proton og elektron er for eksempel  $10^{36}$  ganger høyere enn gravitasjonskraften mellom dem (Grøn, 2021). *Oktettregelen* er en kjent regel for kjemielever. Den viser til trenden man ser i at mange atomer ofte vil forme bindinger til de er omgitt av åtte valenselektron. Det finnes flere avvik fra denne regelen, hvor mer avanserte bindingsteorier er nødvendige (Chang & Goldsby, 2014, ss. 294-296). *Elektronegativitet* er en egenskap som kan fortelle oss om en kovalent binding er polar eller upolar. Elektronegativitet er et relativt konsept, som bare kan måles relativt til en annen forbindelse. Det kan defineres som evnen et atom har til å tiltrekke seg elektroner i en kjemisk binding. Det er en egenskap som er relatert til både elektronaffinitet og ioniseringsenergi (Chang & Goldsby, 2014, ss. 294-296).

*Molekylgeometri* nevnes også i kompetansemålet om kjemiske bindinger, og beskriver den tredimensjonale fordelingen av atomer i et molekyl, og hvordan formen til molekylet påvirker egenskaper. En kjent metode for å finne molekylgeometrien for uorganiske molekyler med et sentralatom er VSEPR-modellen (valence shell electron pair repulsion), som ser på geometri av elektronpar rundt sentralatomet. Det vil være elektrostatisk frastøtning mellom elektronpar, mest mellom to ledige elektronpar og mindre mellom to bindinger. Et ledig elektronpar er bare bundet til ett atom, og kan derfor «bevege» seg mer og tar større plass enn en binding. Bindingen tar mindre plass siden den tiltrekkes av to kjerner. Dette vil ha betydning for geometrien til molekylet. (Chang & Goldsby, 2014, ss. 324-328).

### *2.3.3: Utfordringer og anbefalinger for undervisning av kjemiske bindinger*

Kjemiske bindinger kan være vanskelig å undervise om og lære for både lærere og elever. Ofte kan undervisning om kjemiske bindinger føre til misoppfatninger. Dette er et resultat av at det brukes svært *forenklete modeller* for å forklare kjemiske bindinger, både i undervisning og i lærebøker. Modeller som er laget for å hjelpe til med å forstå abstrakte ideer blir ofte fremstilt og lært som om den viser virkeligheten (Nahum, Mamlok-Naaman, Hofstein, & Taber, 2010). Elever synes ofte at fenomener som forklares med modeller er vanskelige å forstå, nettopp fordi de tror at modellene er replikanter av virkeligheten. Da kan det igjen bli enda vanskeligere for elevene når nye modeller introduseres for å forklare samme fenomen. Modeller som brukes i kjemiundervisningen presenteres ofte fra lærebok eller lærer. Det er viktig å evaluere modeller som læreboken bruker, da denne brukes mye i undervisning og er viktig for elevens forståelse av modeller (Bergqvist, Drechsler, Jong, & Rundgren, 2013). Bergqvist et.al. (2013) studerte bruken av modeller om kjemiske bindinger i kjemilærebøker. De peker på viktigheten av å presisere for elevene at det de ser og lærer er modeller, og vise elevene modellens funksjon og begrensninger. Elevene trenger å vite *hvorfor og hvordan vi vet noe* for å kunne lære noe uten misforståelser.

Oktettregelen er en mye brukt modell, og ofte kan elevene bruke denne til en overgeneralisering av hva bindinger er og hvorfor de dannes. De kan tenke at grunnen til at kjemiske prosesser skjer, er at alle atomer vil ha fullt ytterskall. Da får kanskje ikke elevene med seg at bindinger dannes på grunn av elektrostatiske krefter (Bergqvist, Drechsler, Jong, & Rundgren, 2013). I sin studie kommer Bergqvist et.al. med flere forslag til hvordan kjemiske bindinger bør presenteres i lærebøker for at elevene ikke skal misforstå. Blant annet peker de på at det bør være et økt fokus på hva som er felles for alle bindinger, i stedet for å bare snakke om ulike bindingstyper. Å forklare bindinger som krefter som holder partikler sammen er viktig, samt å forklare at alle bindingstyper er elektrostatiske krefter. Ved økt oppmerksomhet på elektrostatiske krefter, kan man redusere innhold om oktettregel og elektronkonfigurasjon, og slik redusere misoppfatninger om hvorfor bindinger dannes. I tillegg kan det gjøre elevene mer forberedt på å forstå intermolekylære krefter, polaritet og elektronegativitet, og forberedt på mer avanserte kvantemekaniske modeller de møter på universitetsnivå. Både bindinger i molekyler og mellom molekyler må forklares ut ifra elektrostatiske krefter (Bergqvist, Drechsler, Jong, & Rundgren, 2013).

Noe annet som er viktig å tenke på i undervisningen av kjemiske bindinger, er å vise koblingen mellom egenskaper til stoffer og bindinger (Ringnes & Hannisdal, 2017, s. 92). Bindinger er som sagt ikke noe vi kan observere, og vi bruker derfor menneskeskapte modeller for å prøve å forstå dem. Egenskaper til stoffer på grunn av bindinger er derimot noe vi kan observere! En vanlig misoppfatning er å tenke at NaCl er som et molekyl, siden figurer og reaksjonsligninger viser dette slik. Realiteten er at NaCl vil danne ionegitter og utgjøre en stor struktur (Ringnes & Hannisdal, 2017, ss. 97-99). For å hindre denne «molekylrepresentasjonen» av alle strukturer, bør man tenke på rekkefølgen ulike bindingstyper introduseres i. Bergqvist et.al. (2013) foreslår å lære om metallbinding først, deretter ionebinding, og til slutt kovalent binding. De foreslår også å si litt om kovalente bindinger i nettverksstoffer, fulgt av kovalente bindinger i molekyler i fast form, og til slutt kovalente bindinger i molekyler (Bergqvist, Drechsler, Jong, & Rundgren, 2013).

Bergqvist et.al. sier også noe om hva man bør tenke på når man forklarer kovalent binding og metallbinding. For *kovalente bindinger* bør forklaringen om elektrondeling mellom to atom erstattes med forklaring om elektrostatiske krefter mellom kjernene på begge atomene og elektronene mellom dem. Slik kan misforståelsene om at elektronene i bindingen tiltrekker hverandre, og at atomene bare er bundet sammen for å oppfylle oktettregelen, unngås. For *metallbindinger* peker studien på at det er viktig å ikke blande begrepene «metallatom» og «metallion», slik at det blir lettere å forstå metallbindingen som elektrostatiske krefter mellom elektronskyen og de positive metallionene (Bergqvist, Drechsler, Jong, & Rundgren, 2013). Anbefalingene som nå har blitt nevnt vil bli tatt med inn i evalueringen av resultatene som omhandler innhold i kapitlene om kjemiske bindinger. I hvilken rekkefølge introduseres ulike temaer om kjemiske bindinger og hvordan blir ulike bindingstyper forklart i lærebøkene?

## 2.4: Lærebøker og lærebokanalyse

Som vi har sett til nå, er formålet med fagfornyelsen at dybdelæring skal stå i sentrum av undervisningen. Vi har også sett at dybdelæring er en forutsetning for at elevene skal forstå og kunne ta med seg kunnskapen videre i livet. Når dette har et så stort fokus i fornyelsen som har vært, bør det kanskje kunne forventes å finne dette igjen i de nye lærebøkene i kjemi? En lærebok er laget nettopp for å lære elevene noe. Før lærebøkene undersøkes, er det behov for å se på hva en lærebok er, hva som kjennetegner en god lærebok og hva forskning gjort på lærebøker til nå sier om lærebøker.

### 2.4.1: Lærebøker

En lærebok defineres som et verk skrevet med tanke på systematisk undervisning for en bestemt alder, og er et produkt av både faglige, pedagogiske og ideologiske idéer. Det faglige handler om hvordan skolefaget skal være i forhold til vitenskapsfaget. Det pedagogiske handler om å tilpasse teksten til de det skal lages for, mens det ideologiske handler om kritisk tenkning og ulike nasjonale, politiske og religiøse verdier (Johnsen, 1999, ss. 9-10). I hovedteksten til en lærebok er forklaring, beskrivelse og resonnering i fokus, men denne teksten må også samhandle godt med illustrasjoner og andre elementer læreboken består av (Johnsen, 1999, s. 18). Det er vanskelig å vite hva elever faktisk lærer av en lærebok, derfor er det viktig at læreren evaluerer boken for å vurdere læringsutbyttet (Johnsen, 1999, ss. 13-14). Det er viktig å påpeke at det er læreplanen som bestemmer hva som er pensum og lærerens ansvar, og ikke læreboken. Det er læreren som bestemmer hvordan en eventuell lærebok benyttes i undervisningen, og lærerstil er det som i størst grad bestemmer hvordan bøkene blir brukt. En lærebok er mest effektiv når elevene, med eller uten en god lærer, kan lese i den og tilegne seg kunnskap, ferdigheter og forståelse læreplanen forutsetter og eksamen måler (Johnsen, 1999, ss. 15-17). Spørsmål knyttet til hva som er den beste læreboken er noe alle lærere bør ta stilling til, for elevenes skyld. Det er også viktig å vite om egne styrker og svakheter, og både se og bruke læreboken i lys av dette (Johnsen, 1999, s. 7).

### 2.4.2: Kritikk mot tradisjonelle lærebøker

Selv om lærebøker brukes mye i skolen, har de også fått mye kritikk de siste årene. Kloster (2016) har forsket på tradisjonelle lærebøker versus alternative tekster. I denne studien er alternative tekster fagfelleverderte og vitenskapelige artikler som har blitt modifisert og tilpasset aldersgruppen det er for. Kloster peker på at tradisjonelle lærebøker kan være viktige for å bestemme pensum og rekkefølge, og da spesielt som planleggingsverktøy for nye lærere. Lærebøker i naturfag er ikke skrevet på samme måte som vitenskapelige tekster, men gir en «final form»-vitenskap. Kloster mener at lærebøker legger opp til at elever skal huske abstrakte deler, uten å skulle plassere det i en større sammenheng. Både innhold og struktur i lærebøker har blitt kritisert for å legge opp til pugging. Elevene må akseptere ny kunnskap uten å forstå den. Ofte er også lærebøkene dårlige til å la elevene forstå at mye av det de

lærer er modeller og ikke virkeligheten (Kloser, 2016). Dette er noe som gjør seg gjeldene når det handler om kjemiske bindinger.

En annen kritikk mot tradisjonelle lærebøker er at det ofte er for lite plass og tid til å gi forståelse. Læreboktekstens viktigste oppgave er å forklare for elevene. I lærebøker er det tradisjon for at teksten består av enkle og korte setninger. Når teksten skal forklare, er ikke alltid kort godt nok (Johnsen, 1999, ss. 24-29). Det stilles faglige og pedagogiske krav til lærebøker, og både læreplaner, faglighet og et stort pensum presser lærebokteksten. Mye skal bli tatt med, og det blir kanskje ikke nok plass til å forklare, engasjere og problematisere. Ofte blir lærebøker skrevet slik at det akkurat er nok til å oppnå en grunnleggende fagforståelse (Johnsen, 1999, s. 40). Det er viktig å huske på at elever trenger både bevis og forklaringer for å forstå hvorfor noe er som det er (Kloser, 2016). Selv om det rettes mye kritikk mot tradisjonelle lærebøker, har det ikke blitt funnet noe særlig forskjell i interesse og forståelse mellom tradisjonelt og alternativt pensummateriale. Dette kan være fordi elever er lært opp til å bruke tradisjonelle bøker gjennom mange års skolegang, og er lært opp til å pugge. Et punkt det var forskjell mellom alternative og tradisjonelle pensumtekster, var at de alternative tekstene gav elevene bedre evne til å bruke kunnskapen i nye sammenhenger, noe som er et viktig kjennetegn på dybdelæring. Også tema og interesse spiller en stor rolle i hva elever forstår av en lærebok, og hvordan de leser den (Kloser, 2016).

#### *2.4.3: Lærebøker i kjemi*

Naturfag er et fag som er preget av mange nye ord som kan oppleves som vanskelige. Hvordan disse ordene defineres og hvordan de brukes i senere utdypning av temaet er avgjørende for en god lærebok. Ideelt sett bør enhver overgang utvide den forrige, det bør ikke være verken for store sprang eller for mye repetisjon. Det er viktig å huske på at det er stor avstand mellom den som skriver og den som leser, men også huske å ikke gjøre ting for enkelt, men holde seg til realiteten (Johnsen, 1999, s. 21). Dette kan nok være en ekstra utfordring i kjemi hvor de som skriver bøkene har et velutviklet kjemisk ordforråd i tillegg til kunnskap om avanserte teorier som må forenkles og endres i bøkene. Lærebok brukes ofte til planlegging og klasseromsundervisning i vitenskapsfag, og kan i stor grad påvirke rekkefølge, definisjoner og eksempler brukt i undervisningen. Funksjonen til en lærebok er som nevnt tidligere å forklare, og da er det viktig å se om læreboken inneholder korrekt faglig informasjon om kjemi (Bergqvist, Drechsler, Jong, & Rundgren, 2013).

#### *2.4.4: Forskning gjort på lærebøker*

Når man skal vurdere lærebøker er det viktig å velge ut hvilke kriterier man går etter, og å avgrense hensikten til studien (Johnsen, 1999, ss. 35-37). For tiden er det rettet søkelys på viktigheten av realfag for et lands suksess, og dermed også på undervisning i realfag (Kahveci, 2010). Det har i det siste vært stort fokus på kvalitet i undervisningen, og det har skjedd et skifte fra undervisning sentrert rundt læreren og læreboken, til å først og fremst fokusere på

eleven. Likevel brukes lærebøker mye i skolen, og det er en viktig del av pensum. Det viser seg at læreboken er hovedorganisator av ulike temaer på alle klassetrinn. Lærebøkene må og bør derfor reflektere reformer og fornyelser. Det er viktig at lærebøkene kan fremme læring gjennom utforskning, klarer å være målrettet mot aldersgruppen, og kan bidra til å utvikle dyp forståelse for ulike emner. Læreboken har altså en sentral rolle i undervisningen, derfor er det mye forskning på den (Kahveci, 2010).

I perioden 2000-2018 har lærebokanalyse vært et voksende forskningsfelt, spesielt i Europa. I lærebokforskningen brukes ofte åpen koding som metode. 41% av forskningen har sett på naturfagsbøker, og det er flest studier av bøker for ungdomstrinnet. 18% av forskningen omhandler kjemibøker, og det er forsket mest på temaene kinetikk, redoksreaksjoner og termodynamikk (Vojir & Rusek, 2019). Det er svært mye som kan undersøkes innenfor feltet lærebokanalyse i kjemi. Det kan være rekkefølge på emner, bruk av grafer og modeller, elevers læring fra bøkene, språkbruken i bøkene, bruk av lærebøker, feil og misforståelser som finnes, eller metakognitive ferdigheter og læringsstrategier som kommer frem. Dette er et forskningsområde i stadig utvikling. Det som er forsket mest på når det gjelder lærebøker, er innhold, læringskonsepter og ikke-tekstuelle forklaringer. Det som er forsket minst på er aktiv læring, bruken av lærebøker, mulige problemer i bøkene og evalueringer av bøkene fra lærere og elever (Vojir & Rusek, 2019).

Av forskning gjort på kjemibøker har man blant annet Groves (1995) som hevder at kjemibøker er preget av en stor og tung mengde terminologi, og at bøkene ofte oppfordrer til pugging og er misledende om vitenskapens natur (Vojir & Rusek, 2019). Niaz (2005) peker på at det er behov for mer historie og vitenskapsfilosofi i kjemibøker, for å bidra til en større konseptuell forståelse av faget (Vojir & Rusek, 2019). En viktig oppgave for lærerutdanningen er å hjelpe fremtidige lærere til å kunne analysere og kanskje gjøre endringer på pensummateriale. Det er viktig å kunne se på lærebøker med et kritisk blikk, og i lys av utdanningsreformer som skjer (Vojir & Rusek, 2019). Et annet viktig bidrag til lærebokforskningen er *AAAS Project 2061 Textbook Evaluation* (AAAS, 2005) sin undersøkelse av innholdet i biologibøker. Dette kan også overføres til kjemi, og vil bli sett nærmere på nå.

#### *2.4.5: Kriterier for en god lærebok*

Læreboken er skrevet for eleven, og er en god lærebok om en elev kan lese i den og tilegne seg kunnskap, ferdigheter og forståelse (Johnsen, 1999, ss. 15-17). Elever lærer på ulike måter, så man kan spørre seg om vi ikke burde sett en større variasjon i bøkens tilnæringsmåter (Johnsen, 1999, s. 33)? *AAAS Project 2061 Textbook Evaluation* (AAAS, 2005) har undersøkt flere biologibøker sitt innhold, og sett på hvor godt bøkene presenterer nøkkelidéer og hvor gode bøkene er til å bruke effektive metoder for læring hos elevene. De har tatt utgangspunkt i syv kriterier som er basert på eksisterende forskning om hva som er viktig for elevers læring og forståelse. Disse kriteriene er som følger (skrevet på engelsk slik de står for å ikke miste noe av meningen):

- 1) *Providing a sense of purpose.*
- 2) *Taking account of student ideas.*
- 3) *Engaging students with relevant phenomena.*
- 4) *Developing and using scientific ideas.*
- 5) *Promoting students thinking about phenomena, experiences, and knowledge.*
- 6) *Assessing progress.*
- 7) *Enhancing the science learning environment.*

Flere av disse kriteriene kan kjennes igjen fra teoridelen om læring og dybdelæring. En god lærebok bør bidra til elevers læring, da bør man flere av disse kriteriene være oppfylt for lærebøker. Det som står må kunne oppleves meningsfylt, bygge på elevenes idéer, erfaringer og kunnskaper, være engasjerende, vise hvordan vitenskapelige idéer kan utvikles og brukes, få elevene til å tenke selv, og ha en form for progresjon. Studien til AAAS viste derimot at det fantes lite av dette i biologibøkene som ble undersøkt (AAAS, 2005). Det er interessant å se på om disse kriteriene finnes i dagens kjemibøker, noe som i så fall vil være positivt for dybdelæring og forståelse for faget.

## 2.5: Konklusjon etter gjennomgått teori

### 2.5.1: Konkluderende tanker

Lærebøker kjennetegnes ofte ved å bestå av korte og konsise setninger som presenterer en «final form»-vitenskap, og som fremmer pugging og ikke forståelse. Det blir interessant å se om dette kan ses igjen i dagens kjemibøker, og hvordan teksten er fremstilt i disse bøkene. Å vurdere og analysere lærebøker er viktig for både lærerstudent og lærer. Det er viktig å være klar over innholdet i bøker man bruker, og være bevisst på hvordan det som står kan oppfattes. Det er også viktig å huske på at det er læreplanen læreren har et ansvar for å følge, og derfor er det viktig å se på lærebøker opp mot denne. Med nye læreplaner er det ekstra interessant å evaluere de nye kjemilærebøkene. Forståelse av kjemiske bindinger er en viktig byggestein for forståelse i kjemifaget, og danner grunnlag for mange andre begrep og fenomen i kjemi. Mye elevene lærer om kjemiske bindinger er basert på forenklete teorier og modeller, noe som kan gjøre forståelsen vanskelig og misoppfatningene mange. Hva har de ulike kjemibøkene med i sine kapitler om kjemiske bindinger, og kan man se igjen noen av anbefalingene til Bergqvist et.al. (2013)? En av de viktigste endringene i den nye læreplanen er økt oppmerksomhet på dybdelæring i skolen. Dybdelæring er viktig for å forstå noe, og for å kunne bruke kunnskapen i nye situasjoner. Finnes det noen grep bøkene har tatt for å fremme muligheter for dybdelæring? Å vurdere lærebøkene i lys av læreplan tror jeg kan være et viktig bidrag til lærebokforskningen og et viktig bidrag til min egen utvikling som lærer.



### 2.5.2: Formulering av forskningsspørsmål

Som nevnt før har det blitt tatt utgangspunkt i kjerneelementet om *kjemiske bindinger og strukturer* for å begrense oppgaven, da med spesielt søkelys på *kjemiske bindinger*. Ut ifra konkluderende tanker etter gjennomgått teori om læreplanen, dybdelæring, kjemiske bindinger og lærebokanalyse har to forskningsspørsmål blitt formulert:

1. Hva kjennetegner kapitlene om kjemiske bindinger i de nye kjemilærebøkene?
2. Hvilke «grep» i lærebøkene kan være med å støtte opp under elevenes arbeid med innholdet for å oppnå forståelse og dybdelæring?

I resten av denne studien håper jeg finne svar på disse forskningsspørsmålene.

## Kapittel 3: Metode

For å kunne svare på studiens forskningsspørsmål, har innholdet i teksten i kapitlene om kjemiske bindinger blitt analysert. Det har blitt sett på både begreper, forklaringer og eksempler teksten består av, hvordan teksten er fremstilt, og bruk av kjemiske bindinger videre i læreboken. Denne delen vil i detalj beskrive hva som har blitt gjort i analysen.

### 3.0: Begrepsavklaring

Analysen i denne studien har sett etter begreper, definisjoner, forklaringer og eksempler som finnes i kapitlene om kjemiske bindinger i de nye kjemilærebøkene. Før nærmere beskrivelse av hvordan analysen har blitt gjennomført, er det viktig med en kort begrepsavklaring.

#### *Begrep*

Et begrep kjennetegnes gjennom sine definisjoner og kan forstås og tolkes ulikt fra person til person. Et begrep har kjennetegn, egenskaper og trekk som karakteriserer og avgrenser hva som ligger i begrepet. Eksempel på begreper kan være «menneske», «primtall» eller «trekant». Det kan ofte være vanskelig å skille mellom *ord* og *begrep*. Men man kan si at et begrep har et innhold – og vil kanskje kunne ha både en definisjon og en forklaring. (Tjønneland, 2019). Et synonym for begrep kunne her vært *fagord*.

#### *Definisjon*

En definisjon kan være et ord eller et uttrykk som kan brukes synonymt med et begrep. Det finnes også eksempler på at en definisjon kan være en beskrivelse av hva noe er eller hva noe gjør. Dette er mye brukt i for eksempel biologi, hvor *hjertet* kan defineres ut ifra hjertes funksjon (Aschehoug og Gyldendal, 1993). En definisjon kan altså være mye forskjellig, og kan kanskje være vanskelig å skille fra en forklaring. Ofte er det kanskje en hovedsetning som sier noe om hva et begrep er som blir sett på som definisjonen.

#### *Forklaring*

Det finnes flere typer forklaringer. Noen gjenstander, fenomen og begreper blir for eksempel forklart ut ifra funksjonen, *hjertet* kan forklares ut ifra hvilken funksjon det har i kroppen. Generelt i naturvitenskapen er årsaksforklaringer de viktigste forklaringene. Ved å forklare årsaken til at noe er som det er, eller at et fenomen skjer, skal forståelsen for naturvitenskapen øke (Aschehoug og Gyldendal, 1993). Innenfor naturvitenskapen kan man også se på en forklaring på en annen måte. En god forklaring bør bestå av tre deler for at den faktisk skal forklare noe. Forklaringen bør si noe om *hva* noe er/gjør, *hvorfor* dette er/skjer slik, og til slutt si noe om *hvordan vi vet* dette (Osborne & Patterson, 2011).

#### *Eksempel*

Eksempler brukes til å kaste lys over noe, og er ofte et innslag i en større tekst (Nordbø, 2018). I naturvitenskapen er kanskje disse eksemplene som skal kaste lys over fenomen hentet fra laboratoriet, naturen eller hverdagen. I middelalderen var eksempler nært beslektet med lignelsene man finner i Bibelen, som er korte historier viser et poeng og gjerne skulle fortolkes.

Et eksempel kan også beskrives som en modell som skal illustrere og understreke en bestemt idé (Nordbø, 2018). Eksempler kan brukes for å vise meningen og innholdet i et begrep og en definisjon, og de kan brukes for å vise sammenhenger mellom flere begreper (Dewey, 1910, s. 108).

### 3.1: Kvalitativ og kvantitativ metode

Før beskrivelse av hvordan analysen er gjennomført, blir det sett nærmere på forskjellene mellom kvalitativ og kvantitativ metode, og hva som kjennetegner denne studiens metode.

#### 3.1.1: Kvalitativ metode

En kvalitativ metode brukes ved innsamling og analyse av kvalitative data, som oftest i form av tekst (Grønmo, 2021). Kvalitative metoder er forskningsmetoder som egner seg bra for å beskrive og analysere karaktertrekk, kvaliteter eller egenskaper ved det som skal studeres. Ofte består materialet av tekst fra observasjoner, intervju eller skriftlige kilder. En kvalitativ analyse skal bygge bro mellom data og resultat ved at datamaterialet organiseres, tolkes og sammenfattes (Malterud, 2002). Malterud (2002) mener en vanlig misforståelse ved kvalitative metoder er at helhetsblikket skal fange det viktigste, og at man dermed ikke trenger struktur på dataene. Analysen trenger å være gjennomarbeidet og systematisk for å kunne skilles fra overfladisk synsing. Kvalitative metoder kan være nyttig når kunnskapsgrunnlaget er tynt, problemstillingen avansert og sammensatt, eller når man er åpen for mange mulige svar. Metoden kan ofte føre til utvikling av nye forskningsspørsmål (Malterud, 2002). Det er viktig at forskeren redegjør og er bevisst på sin egen subjektivitet, sine erfaringer og sitt ståsted. Dette vil være med å øke kvaliteten av forskningen. Det er svært viktig å være transparent, slik at den som leser får mulighet til å kritisk vurdere det som blir sagt (Riese, 2016).

#### 3.1.2: Kvantitativ metode

Ønsker man å svare på «hvor mye», «hvor ofte» eller «mer effektivt enn», bør ikke kvalitative metoder velges, men heller kvantitative metoder som bygger på numeriske data (Malterud, 2002). Kvantitative metoder brukes ved innsamling og analyse av kvantitative data, altså numeriske verdier eller mengdeverdier (Grønmo, 2021). I kvantitativ metode handler det ofte om innsamling av store mengder data som man ønsker å generalisere til å gjelde for en større gruppe enn det som er undersøkt. Noen ganger kan det også gi mening å bruke kvantitativ analyse i småskalastudier. To begrensninger ved kvantitativ analyse er at studien fort kan bli for omfattende, eller at man sitter igjen med overfladiske og mangelfulle data (Roness, 2016).

### *3.1.3: Kombinering av kvalitativ og kvantitativ metode*

Ofte vil en kombinasjon av kvantitative og kvalitative metoder gi fruktbare resultater (Rones, 2016). Kort sagt er det kvalitative holistisk og subjektivt, mens det kvantitative er objektivt og generaliserbart. Av og til vil det være en fordel å bruke begge metoder for å svare på problemstillingen. Det er flere måter å kombinere de to metodene. De kan kombineres til en «ny og blandet» metode, eller man kan starte med analyse av en type, for så å fortsette med analyse av den andre typen. For eksempel kan man starte med kvantitative data for å få et generelt bilde av forskningsspørsmålet, for så å gjøre en dypere analyse av dette for å utvide og forklare det generelle bilde. I en slik studie er de to datatypene likeverdige, og kan stå hver for seg (Kaarbø, 2009). Innenfor innholdsanalyse og lærebokforskning har det blitt brukt mye kvalitative analysemetoder. Da er gjerne teksten søkt og kodet, og dette gir brukbare data. Noen ganger kan det være bedre med mer kvantitative tilnæringsmåter, og telling kan være et viktig verktøy for innholdsanalyse. Ofte vil også koding gi antall og numre, som dermed kan bli sett på som kvantitative data. En kvantitativ analyse fokuserer gjerne på bredden i stedet for dybden, og viser «hva» som er inkludert i teksten. Derfor kan kvantitative data alene være begrensende. Det trengs holistiske evalueringsprosedyrer av naturfagsbøker. En god måte å få til dette er å bruke en kombinasjon av kvantitative og kvalitative metoder (AAAS, 2005).

### *3.1.4: Denne studiens analyse av tekstinnhold*

En innholdsanalyse av en tekst kan være både kvalitativ og kvantitativ. En kvalitativ innholdsanalyse tolker gjerne betydningen av ulike typer innhold, mens en kvantitativ innholdsanalyse ser mer på omfanget av ulike typer innhold (Grønmo, 2020). Det er hovedsakelig forskningsspørsmålet som styrer metodevalget (Rones, 2016). Denne studiens forskningsspørsmål spør etter «hva kjennetegner» og «hvilke», dermed er undersøkelsen hovedsakelig av kvalitativ karakter. Selv om analysen inneholder telling av antall ord, begreper, forklaringer og eksempler, er likevel analysen i hovedsak kvalitativ fordi formålet med dette er å si noe om betydningen av de ulike elementene som finnes i teksten. Bestemmelse av ulike temaer, forklaringer og eksempel har stort innslag av kvalitativ analyse, og delen hvor teksten kategoriseres i ulike temaer er nokså subjektiv. Den delen av analysen som handler om å telle antall ord per kapittel er i seg selv systematisk og av kvantitativ karakter. Analysen av begreper, definisjoner, forklaringer og eksempler er i stor grad en kvalitativ analysemetode. Selv om analysen kan ha blitt påvirket av subjektivitet, har det blitt brukt flere grep for å unngå dette. Teori har blitt brukt for å avgjøre hva som er hva, og ulike kategorier er forklart slik at leseren skal kunne forstå hva som har blitt tenkt og gjort. Telling av antall begreper, antall ulike forklaringer og antall ulike eksempler gir et kvantitativt innslag til analysen. Jeg vil påstå at denne analysen i all hovedsak kan beskrives som en kvalitativ metode med noen innslag av kvantitativ karakter.

### 3.2: Tre lærebøker i kjemi 1

De tre lærebøkene som ble sammenlignet i denne studien var *Kjemien stemmer 1* fra Cappelen Damm (Knutsen, Tveit, & Vestli, 2021), *Aqua 1* fra Gyldendal (Steen, Fimland, & Juel, 2021) og *Kjemi 1* fra Aschehoug undervisning (Haraldsrud, Sandtorv, Hushovd, & Brandt, 2021). Videre i oppgaven brukes bare navnene «Kjemien stemmer», «Aqua» og «Kjemi 1» for å henvise til de tre ulike kjemilærebøkene som har blitt brukt. Kjemien stemmer og Aqua har en egen studiebok i tillegg til grunnboken, mens Kjemi 1 har alt samlet i en bok. Oppsett, temaer og rekkefølge av ulike kapitler for de tre bøkene har blitt beskrevet i korte trekk, ved å se på innholdsfortegnelsene i bøkene. Oppbyggingen til kapitlene har også kort blitt beskrevet.

### 3.3: Valg av materiale

Det første som ble gjort for å finne brukbart materiale var å bruke innholdsfortegnelsene til å finne kapitler og delkapitler som kunne tenkes å være relevante for *kjemiske bindinger*. Dette stoffet ble etterpå gått gjennom, og det ble sett etter bruk av «kjemiske bindinger» i overskrifter og avsnitt. Dette ble gjort for å få dannet et helhetsbilde av kjemiske bindinger i bøkene. Det ble notert at alle bøkene hadde et kapittel som het «*kjemiske bindinger*», dette ble hovedmateriale for analysen. Alle bøkene sine kapitler om reaksjoner, termokjemi og organisk kjemi nevnte «bindinger», og det ble også gjort funn av dette i noen av bøkene sine deler om syrer og baser og løselighet.

For å begrense oppgaven, ble det i første omgang bare sett på hovedteksten i kapitlene om kjemiske bindinger. Forsiden til kapitlet ble sett bort ifra. Om bøkene hadde ruter med definisjoner utenom hovedteksten, ble disse brukt for å finne definisjonene bøkene opererte med. Rammer med ekstra tekst i tillegg til hovedteksten (for eksempel forskning, ekstrastoff og temastoff) ble også sett på i ettertid. Verken eksempeloppgaver eller oppsummering ble tatt med her, heller ikke tabeller, figurer og illustrasjoner. Om noen av bøkene hadde deler i kapitlet som tydelig ikke var relevant for kjemiske bindinger, ble dette sett bort i fra (Kjemi 1 har delkapittel om «*Kjemi*» og «*Atom*» i første del av sitt kapittel). Mesteparten av analysen konsentrerer seg altså om hovedteksten i kapitlene om kjemiske bindinger. Noen deler av studien så likevel på elementer som tillegg til hovedteksten i kapitlene om kjemiske bindinger, og andre kapitler i lærebøkene.

### 3.4: Systematisk bestemmelse av antall ord

Analysen startet med å få en oversikt over antall ord i kapitlene om kjemiske bindinger. Dette ble gjort for å få et innblikk i mengde og fordeling av diverse innhold. Mengde fagstoff er noe læreplanen kobler til dybdelæring i undervisningen. Disse dataene kunne fortelle noe om tetthet av fagord i lærebøkene.

### 3.4.1: Systematisk bestemmelse av antall ord

Til å begynne med ble alle de tre lærebøkene sine kapitler om kjemiske bindinger gått gjennom, og alle delkapitler og underoverskrifter ble ført opp i en tabell. Antall ord per linje i de tre lærebøkene ble bestemt systematisk ved å telle de fem første linjene på fem sider etter hverandre (i kapittelet om kjemiske bindinger i alle bøkene). Om gjennomsnittet holdt seg stabilt, ble antall ord per linje bestemt. Om det var stort sprik i antall ord per linje, ble fem nye sider tatt med i beregningen. For alle tre bøkene ble det bestemt i snitt 12 ord per linje. Deretter ble antall linjer under hver underoverskrift talt opp, og ført inn i tabellen. Om to svært korte linjer kom kort tid etter hverandre, ble de to telt som en linje. Både antall ord per avsnitt og antall ord per delkapittel kunne bestemmes. For å få en oversikt over kapitlene, ble også antall illustrasjoner og antall diverse tillegg til teksten ført opp i tabellen.

### 3.4.2: Behandling av data om antall ord

Antall ord per delkapittel ble plottet inn i excel, og søylediagram ble laget for å enkelt vise fordelingen av ord i kapittelet om kjemiske bindinger for hver av lærebøkene. Etterpå ble delkapitler og underoverskrifter brukt til å dele inn hovedteksten i ulike temaer. Dette var temaer som ble tenkt på som viktige for kjemiske bindinger (*kjemiske bindinger, sterke bindinger, svake bindinger*), og som stemmer overens med bøkens inndeling. *Molekylgeometri* ble tatt med som eget tema siden kompetansemålet om kjemiske bindinger presiserte at dette burde være med, og *elektronegativitet* er tatt med som eget tema siden det var vanskelig å plassere innunder noen av de andre. I kategoriene sterke og svake bindinger har kun det som går på binding blitt tatt med, ikke navnsetting og egenskaper til de ulike stoffgruppene, da det varierer en del fra bok til bok hvor dette har blitt tatt med. Delen om nettverksstoffer i Kjemien stemmer har blitt tatt med under sterke bindinger.

Det er viktig å presisere at teksten ble delt inn i ulike temaer ved å se på overskrifter, og ikke ved å lese gjennom hele teksten. Derfor kan en av bøkene ha nevnt noe uten at det har kommet med i oversikten. Som oftest kunne temaene med størst fokus også finnes igjen i en overskrift. Noe av starten av kapittel 1 i Kjemi 1 (1.1: Kjemi og deler av 1.2: Atom) ble ikke tatt med i denne delen av analysen, og heller ikke i den videre analysen av begreper, forklaringer og eksempel. Denne avgjørelsen var basert på at disse emnene fantes i et eget kapittel før kapittel om «*kjemiske bindinger*» i både Kjemien stemmer og Aqua, og at det ikke står noe om kjemiske bindinger her. Unntaket var avsnittene under underoverskriften «*Orbitalmodellen – en mer presis beskrivelse av elektroner og bindinger*» i delkapittel 1.2, siden bindinger her ble nevnt. Selv om noe tekst har blitt sett bort i fra, er det interessant å merke seg at disse delkapitlene finnes innunder kapittel om «*kjemiske bindinger*». Delkapittel 1.3 i Kjemi 1 om periodesystemet har blitt tatt med, siden både det og oktettregelen kobles til bindinger, og det er også i dette delkapittelet at kjemiske bindinger introduseres. For de to andre bøkene tas hele kapittelet med. Antall ord per tema i de ulike lærebøkene ble ført opp i et gruppert søylediagram, slik at man enkelt kunne se likheter og forskjeller mellom bøkene.

Senere ble antall ord for ulike sterke bindinger (metallbinding, ionebinding og kovalent binding) og svake bindinger (for eksempel induerte dipolkrefter, dipolkrefter og hydrogenbinding) bøkene nevnte gått gjennom og satt opp i diagram som sammenlignet de tre lærebøkene. Heller ikke her ble avsnitt om egenskaper og navnsetting knyttet til de ulike bindingstypene og stoffgruppene tatt med, men bare det som gikk på beskrivelse og forklaring av selve bindingen. Selv om delen om nettverksstoffer i Kjemien stemmer ble med under sterke bindinger ovenfor, så har ikke dette blitt tatt med under kovalente bindinger i figur 4.5. Kategorien *kovalente bindinger* inneholder beskrivelse av både upolare og polare kovalente bindinger. I kategoriseringen av ulike svake bindinger, er det viktig å påpeke at bøkene legger ulik betydning i *van der Waals-krefter*. Kjemien stemmer nevner det ikke, men snakker om dipolkrefter mellom midlertidige dipoler. Både Aqua og Kjemi 1 nevner van der Waals-krefter, men legger ulik betydning i begrepet. I Aqua er van der Waals-bindinger det samme som induerte dipolkrefter. Kjemi 1 forklarer van der Waals-bindinger som alle typer dipolkrefter mellom permanente og ikke-permanente dipoler. Antall ord fra Kjemi 1 på den første kategorien i figur 4.6 består av litt generell informasjon om van der Waals-krefter og induerte dipolkrefter, mens de andre typene av van der Waals-krefter har kommet innunder de andre kategoriene (dipol-indusert dipol- og dipol-dipolkrefter).

### 3.5: Analyse av begreper, definisjoner, forklaringer og eksempler i kapitlene om kjemiske bindinger

Neste del av analysen besto i å gå gjennom alle de tre kapitlene om kjemiske bindinger, og notere ned begreper som bøkene fokuserte på. Videre ble en definisjon notert ned om boken tydelig viste at et begrep hadde en definisjon. Ulike forklaringer som tilhørte de oppførte begrepene, ble listet ned. Til slutt ble også antall eksempler per delkapittel notert ned og beskrevet. Videre blir det beskrevet nærmere hva som kjennetegner begreper, forklaringer og eksempler i denne analysen. Denne delen av analysen kan forhåpentligvis bidra til å kaste lys på hva som kjennetegner kapitlene om kjemiske bindinger, og si noe om dybdelæring.

#### 3.5.1: Begreper

Begreper som lærebøkene hadde søkelys på i kapitlene om kjemiske bindinger ble notert ned. Ofte fantes disse begrepene i overskrifter og underoverskrifter, eller det kunne være ord som var uthevet eller sto i kursiv i teksten, og som ble etterfulgt av beskrivende og forklarende tekst. Begreper kan kjennetegnes av sine definisjoner, og har et innhold som kan forklares (Tjønneland, 2019). Denne gjennomgangen ble gjort for å få et inntrykk av innhold og tetthet av fagord i de ulike bøkene, samt et grunnlag for å videre å se etter definisjoner og forklaringer i bøkene. Både definisjon og forklaring må ha noe å definere eller forklare. Begrepene kunne være tydelige fagbegrep (*ionebinding* eller *svak binding*) med både definisjon og forklaring, men også stoffer (*diamant* eller *metan*) eller egenskaper (*løselighet* eller *lede strøm*) som ikke nødvendigvis ble definert, men som ble satt søkelys på og forklart. Det var kanskje også rundt

slike ikke-fagbegrep at det i størst grad ble funnet hvorfor-forklaringer, og dette var da med på å gi et mer helhetlig bilde av bøkene. Det er viktig å presisere at ikke alle fagbegreper, f.eks. *dobbeltbinding*, ble tatt med som begrep i tekstanalysen selv om det tydelig er et fagbegrep. Om begrepet bare sto nevnt i «forbifarten», uten noe forklaring eller utdypning, ble det ikke tatt med. Sånn sett kan man si at det var to hovedkategorier av fagbegreper; de som ble forklart videre med tekst, og de som bare sto nevnt. Kanskje de som sto nevnt er begreper det forventes at elevene allerede kan? Denne analysen tok utgangspunkt i begreper som videre ble forklart, altså begreper det tydelig fremsto som om skulle læres i kapitlet.

### 3.5.2: Definisjoner

En definisjon kan ofte være et ord som kan brukes synonymt med et begrep (Aschehoug og Gyldendal, 1993), eller det kan være en beskrivelse av hva noe er eller hva noe gjør. Det var ofte vanskelig å skille mellom definisjon og forklaring, da de begge kan beskrive hva noe er. Det som i denne studien har blitt ført opp som definisjon er det bøkene selv tydelig har presisert at er definisjoner. Dette kunne være egne rammer med viktige definisjoner av fagbegrep, eller at det sto presisert i teksten, for eksempel «*dette defineres som*» eller «*dette kalles for*». I tilfellene hvor bøkene hadde tydelige definisjoner, kunne dette typisk være en setning som kort og presist forklarte det viktigste innholdet i begrepet. Jeg tenkte det ville være nyttig å kategorisere tydelige definisjoner som en egen kategori, og ikke som en type forklaring, siden egen erfaring tilsier at det gjerne er slike definisjoner elever tenker er det viktigste og derfor i størst grad lærer seg.

### 3.5.3: Forklaringer

Forklaringer av et begrep ble listet opp. Det kunne av og til være vanskelig å vurdere når en forklaring stoppet, og en annen begynte. Dette ble derfor en noe subjektiv avgjørelse. Ofte ble en naturlig egen forklaring t én setning som sa noe om «hva» begrepet var. Andre ganger var det tydelig at flere setninger hang sammen og forklarte en side ved begrepet. Da ble flere setninger sett på som en forklaring. De aller fleste av begrepene hadde derfor flere forklaringer hver. Etter at de ulike forklaringene hadde blitt ført opp, ble det notert om de forklarte «hva?», «hvorfor?» eller «hvordan vet vi?» om begrepet. Ifølge Osborne og Patterson (2011) skal en god vitenskapelig forklaring bestå av disse tre elementene. I den første gjennomgangen ble det på noen skrevet «hva/hvorfor» om det var vanskelig å skille mellom disse to. Ved neste gjennomgang ble også disse plassert i hver sin kategori. Det ble økt søkelys på at hvorfor-forklaringer skal si noe om årsaken. Årsaksforklaringer blir ofte sett på som de viktigste innen naturvitenskapen (Aschehoug og Gyldendal, 1993). Det kunne også være vanskelig å skille mellom «hvorfor» og «hvordan vet vi» i noen tilfeller. En forklaring ble definert som «hvordan vet vi» om dette kom tydelig frem i teksten. Tabell 3.1 viser beskrivelser og eksempler på de ulike kategoriene. Eksempelene her er hentet fra analysen av teksten i kapittel 1 i Kjemi 1.



**Tabell 3.1:** Kategorier brukt i analysen, beskrivelse av kategorier, og eksempler på de ulike kategoriene hentet fra Kjemi 1.

Kategori	Beskrivelse	Eksempel fra Kjemi 1
<b>Begrep</b>	Et fagbegrep/fenomen boken tydelig setter søkelys på, og hvor det etterfølger beskrivende tekst.	<i>Induserte dipolkrefter</i>
<b>Definisjon</b>	Noe boken selv presenterer som en definisjon eller noe som tydelig brukes synonymt med et begrep.	<i>Van der Waals-krefter mellom midlertidige dipoler.</i>
<b>Hva-forklaring</b>	Beskrivelse, påstand eller fakta om et begrep.	<i>Absolutt alle atomer og molekyler kan danne midlertidige dipoler.</i>
<b>Hvorfor-forklaring</b>	Beskriver hvorfor noe er eller skjer, årsaken til et fenomen.	<i>Kan dannes i alle atomer og molekyler fordi elektronene ikke står stille. (begrepet som forklares her er «midlertidig dipol»)</i>
<b>Hvordan vet vi-forklaring</b>	Beskriver hvordan man kan vite den kunnskapen boken skriver om. Gjerne noe boken tydelig presiserer selv.	<i>N<sub>2</sub> og edelgasser kan bli kjølt ned så mye at de blir til væsker. Det må bety at det dannes svake bindinger mellom atomer og molekyler som ikke er dipoler.</i>

#### 3.5.4: Eksempler

Eksempler som ble funnet i hovedteksten ble ført opp i en tabell, fordelt på de ulike delkapitlene. Man kunne ofte se at eksemplene ble brukt i forklaringene, så de kan ha blitt tatt med i begge oversikter. For hvert eksempel ble det også skrevet en beskrivelse eksempelet. Det kunne være et rent faglige eksempel, faglig med innslag av noe hverdagslig, et historisk eksempel, eksempel hentet fra virkeligheten, naturen eller hverdagslivet, eller en analog. Eksemplene ble delt inn i to hovedkategorier; *faglig* eller *hverdagslig*. Faglige eksempler er eksempler som handler om kjemiske stoffers reaksjoner og egenskaper, og er gjerne eksempler som kan være «ukjente» for elevene. Hverdagslige eksempler inneholder elementer som kan være kjent for elevene fra før, enten det er noe de erfarer i hverdagen, eksempler på hvordan noe brukes i samfunnet, noe som er hentet fra naturen, eller en historisk hendelse. Alle de ulike typene som havnet under kategorien hverdagslige eksempler, kunne også blitt delt i ulike kategorier. Det viktigste her var å se på mengden eksempler som kunne kobles til noe utenfor klasserommet, som elevene kunne erfare i livet ellers. Derfor ble disse samlet i en kategori. Om et eksempel besto av både faglige og hverdagslige element, ble det plassert i den hverdagslige kategorien. Tabell 3.2 viser noen eksempler hentet fra Kjemi 1, samt beskrivelse og kategorisering.

**Tabell 3.2:** Utdrag av eksempler fra Kjemi 1, samt beskrivelse og kategorisering av disse.

Eksempel	Tema	Beskrivelse	Kategorisering
<i>Kunnskapen kan brukes til å lage legemidler, solceller, forstå nedbrytning av næringsstoffer som gir oss energi, hvorfor trær kan bli så store eller hvordan såpe virker.</i>	Kjemiske bindinger	Hverdagslig. Fra virkeligheten. Utforskende.	Hverdagslig

<i>Francium har bare 0,7 i elektronegativitet, det minst elektronegative grunnstoffet vi kjenner til. Fluor har høyest, på 4,0.</i>	Elektronegativitet	Faglig - egenskaper	Faglig
<i>Det krever mer energi å bryte bindingene mellom kryptonatomer enn å bryte bindinger mellom neonatomer.</i>	Induserte dipolkrefter	Faglig – egenskaper og noe praktisk.	Faglig
<i>Vi kan takke hydrogenbindinger for at alt vannet på jorda ikke koker bort.</i>	Hydrogenbinding	Fra virkeligheten. Noe hverdagslig. Faglig – egenskaper.	Hverdagslig

### 3.5.5: Behandling av data om begrep, forklaring og eksempel

Etter gjennomgang av læreboktekstene, ble de ulike begrepene og forklaringstypene telt opp for hvert delkapittel, og diagrammer ble laget for å vise fordeling av begrep og forklaringer i hver av de tre bøkene. Antall ord per begrep ble også ført inn for å gi et inntrykk av tiden brukt på hvert begrep. Grupperte søylediagram ble laget for å vise fordelingen av ulike typer forklaringer i hvert delkapittel for hver av lærebøkene. Etterpå ble begreper og ulike forklaringstyper delt inn i ulike temaer for å sammenligne de tre bøkene sine kapitler om kjemiske bindinger. Her ble samme inndeling av temaer som i sammenligningen av antall ord brukt, men i tillegg ble *dipol* og *nettverksstoffer* blitt tatt med som egne temaer, da de var noe vanskelige å plasser andre steder. Dette ble fremstilt i et gruppert søylediagram. Noen eksempler på begreper, definisjoner og forklaringer ble fremstilt under resultat for å lettere se på forskjeller og likheter mellom bøkene. Begrepene som ble valgt ut var begreper hvor det ble lagt merke til forskjeller mellom bøkene (*elektronegativitet* og *dipol*), eller som var ekstra interessante og viktige når det gjelder undervisning om kjemiske bindinger (*metallbinding*, *ionebinding* og *kovalent binding*). For hver lærebok ble det ført opp antall eksempler av hver type (faglig og hverdagslig) for hvert delkapittel, og disse resultatene ble fremstilt med figurer for hver lærebok. Det ble også laget en tabell med utdrag av tre hverdagslige eksempler for hver av de tre lærebøkene.

### 3.5.6: Begreper som ikke ble funnet i analysen

Det ble undersøkt om det var noen begreper som bare ble funnet i analysen av en eller to av bøkene. Først ble alle begreper som var identifisert i tekstanalysen ført opp for alle bøker, og sammenlignet. Det er viktig å påpeke at mange av disse begrepene kan ha blitt nevnt i kapittelet eller et annet sted i boken, uten at det har blitt fanget opp som «begrep» i analysen. Men dette gir trolig et bilde av hva bøkene har hatt søkelys på i kapittelet om kjemiske bindinger. Det er også viktig å presisere at noen av begrepene som ikke har blitt identifisert kan ha blitt forklart under andre navn. Dermed kan beskrivelsen av begreper som ikke var funnet i analysen gi et feilaktig bilde av hva bøkene inneholder. På grunn av dette ble det også sett på om begrepene fantes andre steder i bøkene, eller om de sto i kapitlene om kjemiske bindinger selv om analysen ikke identifiserte dem. Kapitlene om kjemiske bindinger ble lest gjennom for å se om noen av begrepene var nevnt i «forbifarten». Også andre kapitler som

kunne tenkes å være relevante for noen av begrepene ble lest gjennom for å se om begreper fantes her. F.eks. nevner Kjemi 1 «*orbitalmodell*» og «*oktettregel*» i kapittel 1 om kjemiske bindinger, mens dette fantes i kapittel 1 om «*atomer, molekyler og ioner*» i Aqua. Til slutt ble stikkordregistrene til bøkene brukt for å se om noen av de gjenværende begrepene ble funnet her. Begrepene som sto igjen etter dette ble ført inn i en egen tabell. Det er igjen viktig å presisere at dette ikke nødvendigvis gir et helt reelt bilde av innholdet i bøkene, men kan være interessant å merke seg.

### 3.6: Framstilling og inntrykk av teksten i lærebøkene

For å få et inntrykk av hvordan teksten i lærebøkene er fremstilt, ble kapitlene om kjemiske bindinger lest gjennom for å se etter flere aspekter. Det ble notert ned hvordan teksten og det faglige innholdet fremsto. Videre ble også kriteriene til AAAS som beskriver «en god lærebok» lett etter i kapitlene. Som beskrevet tidligere hadde bøkene ulik mengde av tillegg til hovedteksten, dette ble også gått gjennom og beskrevet for å se om det tilførte hovedteksten noe ekstra. Denne delen av analysen er relevant både for å se på hva som kjennetegner kapitlene om kjemiske bindinger, og for å si noe om grep som finnes for å bidra til dybdelæring.

#### 3.6.1: Fremstillingen av teksten og hvilke aspekter lærebøkene har med om kjemiske bindinger

Ett og ett avsnitt ble lest gjennom, og det ble kort beskrevet hvordan teksten framsto. Det kunne være beskrivelser som «vitenskapelig kunnskap og fakta», «historisk» eller «undrende og utforskende». Fremstilling av alle avsnitt ble sammenfattet slik at man fikk et kort inntrykk av fremstillingen til hele kapittelet. Kapitlene ble også lest gjennom med spesielt søkelys på noen relevante karakteristikker som sammenheng, språk og tetthet av fagord. I tillegg til dette ble det kort beskrevet hvilke aspekter om kjemiske bindinger de ulike bøkene hadde med. Dette var basert på analysen så langt, og også delen som kommer om bruk av kjemiske bindinger videre i bøkene. Dette er i stor grad en subjektiv del av analysen, og har ikke i like stor grad blitt gjennomført systematisk. Men noen karakteristikker har som sagt blitt sett etter for å sikre en viss grad av systematikk.

#### 3.6.2: Evaluering etter AAAS sine kriterier for en god lærebok i kapitlene om kjemiske bindinger

Som nevnt i kapittel 2, beskriver AAAS syv kriterier for en god lærebok. Disse ble lett etter i kapitlene om kjemiske bindinger i de tre lærebøkene. Alle disse kriteriene er elementer som skal støtte opp om elevlæring, og en læreboks viktigste oppgave bør være å sørge for læring hos elevene. Kapitlene om kjemiske bindinger lest gjennom, og AAAS sine kriterier ble brukt som «koder» for teksten. For å gjøre denne delen av analysen mer systematisk, ble det beskrevet hva som er innholdet i de ulike kodene eller kriteriene. Om noen kriterier ble funnet, ble den gjeldene teksten notert ned. Under her er kriteriene eller kodene blitt oversatt til norsk, og kodenenes innhold har blitt beskrevet:

1) *Opplevs meningsfull:*

Teksten forteller om viktigheten av kunnskapen, eller viser med eksempler hvorfor dette er meningsfullt og viktig for oss.

2) *Bygge på elevidéer:*

Teksten tar opp typiske tanker eller forkunnskaper elevene kan tenkes å ha, og bygger videre på dette.

3) *Engasjere med relevante fenomener:*

Teksten tar opp eksempler og fenomener elevene gjerne kjenner til fra før, og som er spennende å vite mer om.

4) *Utvikle og bruke vitenskapelige idéer:*

Teksten tar elever med i hvordan vitenskapelige idéer kan eller har blitt utviklet, og viser hvordan disse idéene kan brukes.

5) *Oppfordre til tenking rundt fenomen, erfaringer og kunnskap:*

Teksten oppfordrer elevene til å tenke selv og undre seg, gjerne ved å stille spørsmål.

6) *Gi progresjon:*

Teksten tar opp et tema som før har blitt nevnt, og bygger videre på dette temaet.

7) *Forsterke det vitenskapelige læringsmiljøet:*

Teksten motiverer elever til forskning, studie og jobb innen vitenskapelige fag.

Funnene av dette ble beskrevet og sammenfattet for de tre lærebøkene. I denne delen har også tilleggsstoff til hovedteksten blitt inkludert.

### *3.6.3: Tillegg til hovedteksten i kapitler om kjemiske bindinger*

Tillegg til hovedteksten som fantes i kapitlene om kjemiske bindinger ble også gått gjennom. Tillegget var tydelig ekstra tekst i tillegg til hovedteksten. Dette ble sett på for å se om annet tekstmateriale kunne tilføre kapitlet noe ekstra, i tillegg til det som sto i hovedteksten. Illustrasjoner, bilder og oppgaver ble ikke tatt med som tillegg. Tillegget var tekst som var funnet i egne rammer eller farger, og som ofte gikk igjen gjennom kapitlet og boken. Det kunne ha navn som *ekstrastoff*, *temastoff*, *kjemisk dypdykk* eller *utforsk*. Mengde slike tilleggs-tekster ble beskrevet for hver av lærebøkene, og det ble også beskrevet hva disse delene besto av og eventuelt tilførte kapitlet.

### *3.7: Bruk av «kjemiske bindinger» videre i lærebøkene*

I prosessen med å velge ut relevant materiale til oppgaven, ble alle bøkene bladd grovt gjennom. I denne prosessen ble noen steder hvor «kjemiske bindinger» ble nevnt registrert. Det at mange kompetansemål kunne knyttes til kjerneelementet om kjemiske bindinger og strukturer, gav en pekepinn om at kjemiske bindinger kan eller bør dukke opp i andre kapitler i lærebøkene. Et viktig kjennetegn for dybdelæring er at kunnskapen kan brukes i nye situasjoner, og dette var også en motivasjon for å se etter bruk av bindinger i andre deler av boken. De delene som spesielt ble sett på ble bestemt ved å se på de tilknyttede

kompetansemålene og egne funn etter gjennomgang av bøkene. Det var også en fordel om bøkene hadde tydelige egne deler, som kapitler eller delkapitler, om disse temaene. Dette for å sikre et godt sammenligningsgrunnlag. De valgte temaene var *kjemiske reaksjoner*, *termokjemi*, *syrer og baser* og *organisk kjemi*. Innholdsfortegnelsen til bøkene ble brukt for å identifisere relevante kapitler eller delkapitler til de overstående temaene. Alle bøkene hadde egne kapitler om *termokjemi*, *syrer og baser* og *organisk kjemi*. Kjemien Stemmer har et kapittel som heter *reaksjoner og beregninger* (kapittel 3), Aqua har et kapittel som heter *kjemiske reaksjoner og navnsetting* (kapittel 3), mens Kjemi 1 har et kapittel som heter *egenskaper og reaksjoner* (kapittel 2). De delkapitlene i disse kapitlene som handlet om kjemiske reaksjoner ble brukt til å se etter begrepet «binding». Alle steder hvor noe med «binding» ble nevnt, ble markert og telt opp. Det kunne for eksempel være *kjemisk binding*, *bindingsentalpi* eller *hydrogenbinding*. Videre ble det beskrevet *hvor* det i størst grad ble brukt, og også forsøkt å beskrive *hvordan* bindinger ble brukt i disse temaene. Ble det *nevnt* i definisjoner og beskrivelser av nye begreper, eller ble det *brukt* til å utvikle kunnskap og forståelse?

### 3.8: Kvaliteten til studiet

#### 3.8.1: Generalisering

En gjennomgående kritikk mot kvalitative metoder er at det er vanskelig å generalisere funn til nye situasjoner som ikke har vært en del av studien. Man bør likevel ikke unngå å ha kvalitative studier fordi de er «svakere». Kvalitative studier er gode for å forstå prosesser og situasjoner, og man kan sette inn tiltak for å forbedre brukervennligheten av funnene. Generalisering er alltid basert på en form for ekstrapolering (Firestone, 1993). Man ønsker at studiens funn skal kunne si noe om det som også ligger utenfor selve studien. Firestone drar frem tre argumenter for generalisering av kvalitative data; prøve-til-populasjon-ekstrapolering, analytisk generalisering og case-til-case overføring.

Det sterkeste argumentet for generalisering er *ekstrapolering fra prøve til populasjon*, som i stor grad bygger på prøvetaking og sannsynlighet. Det er viktig å tenke over om prøven er representativ for populasjonen, samt beskrive hvordan prøven er valgt og hva som er populasjonen (Firestone, 1993). I denne studien har tre lærebøker i kjemi blitt undersøkt, og det er i hovedsak disse tre forlagene som gir ut lærebøker i kjemi i Norge. Sånn sett tar man for seg hele populasjonen av norske kjemilærebøker. Videre fokuseres det mest på ett tema i lærebøkene, nærmere bestemt kjemiske bindinger. Det at alle bøkene har et kapittel som heter «kjemiske bindinger» og skal forholde seg til den samme læreplanen, gjør at man får et godt sammenligningsgrunnlag. Jeg vil påstå at studien gir gyldige funn om teksten om kjemiske bindinger. Om man ser på alt innholdet i bøkene som «populasjonen», kan man spørre seg om undersøkelsen som hovedsakelig er gjort i et kapittel, også kan være gjeldene for resten av boken. Jeg vil selv påstå at kapitlene i de ulike bøkene er bygget opp ganske likt, og at

undersøkelser av et kapittel kan overføres til de andre kapitlene. Undersøkelsen av bruk av «binding» i andre kapitler er også med på å gi et inntrykk av at kapitlene er bygget opp nokså likt. Dermed er det også grunn til å kunne generalisere funn i denne teksten til andre temaer i kjemilærebøkene. En interessant tanke om det er mulig å overføre resultatene her til lærebøker i andre realfag?

Et annet argument for generalisering er *case-til-case overføring*, og det handler om å kunne bruke studiens idéer og oppsett i nye settinger. Så kan man spørre seg om dette er forskerens ansvar, eller om dette ligger på leseren som eventuelt skal ta i bruk idéene (Firestone, 1993). Cohen et.al. mener at ansvaret for generalisering fra kvalitative studier ligger hos publikum og ikke hos forskeren, og at man bør se på konklusjoner som «work in progress» og ikke som sannhet (Cohen, Manion, & Morrison, 2011). Det er uansett viktig at forskeren tenker på å gi en tykk og rik beskrivelse, slik at det er mulig for leseren å bruke konklusjonen i sin egen situasjon (Firestone, 1993). I denne studien har det som har blitt gjort blitt beskrevet i detalj, slik at idéene kan overføres til nye studier. Leseren kan forstå prosessen, og sjekke om han eller hun kommer frem til den samme oppfatningen. Dette er med på å gjøre forskningen transparent.

Det siste argumentet som dras frem er *analytisk generalisering*, hvor funn blir generalisert til en teori med bevis som støtter funnene. Her er det viktig å spesifisere forhold studien ble gjort i, og relevans i forhold til flere teorier. Kontroll og replikasjon er viktig for å styrke generaliseringen (Firestone, 1993). Også her vil en detaljert beskrivelse av hva som har blitt gjort sørge for at det er mulig med replikasjon, samt en god beskrivelse av brukt teori som kan støtte opp om studien. I denne oppgaven kan funnene sammenlignes og støttes av ulik teori som har blitt tatt med.

### 3.8.2: Validitet og reliabilitet

Reliabilitet er nødvendig for validitet, validitet er ikke nødvendigvis viktig for reliabilitet (Cohen, Manion, & Morrison, 2011, s. 179). Validitet handler om i hvilken grad man kan trekke gyldige slutninger om det man hadde som formål, fra resultatene (Dahlum, 2021). Reliabilitet brukes om stabilitet eller konsistens i målingene, og bør være til stede i alle praktiske eller teoretiske studier (Svartdal, 2020). I en kvalitativ studie kan man oppnå validitet ved å være ærlig og vise dybde, rikdom og innhold i dataene (Cohen, Manion, & Morrison, 2011, s. 179). Det er viktig å tenke over og ta hensyn til forskerens verdier og dømmekraft. Også her er det viktig med rike data for å gi et så fullt bilde som mulig (Cohen, Manion, & Morrison, 2011, s. 240). For å sikre reliabilitet er det viktig å tenke på presisjon og nøyaktighet, slik at det er mulig å gjøre det samme på en lignende gruppe og få et lignende resultat. For reliabilitet er det også viktig at det er samsvar mellom forskerens data og det som skjer i den faktiske og naturlige settingen (Cohen, Manion, & Morrison, 2011, ss. 199-202).

I denne studien har det blitt forsøkt å gi en ærlig og detaljert beskrivelse av hva som har blitt gjort, valg som har blitt tatt, og utfordringer og vanskeligheter. Dette håper jeg kan være med

å styrke validiteten. Samtidig er det viktig å presisere at mine tanker og meninger i noen grad kan være med å påvirke resultatene. Jeg vil påstå at det er stabilitet i målingene av de tre lærebøkene. Analysen i de tre lærebøkene har blitt gjennomført med korte tidsintervaller, og så likt som mulig. Analysen er beskrevet nøyaktig slik at det skal være mulig for andre å gjennomføre det samme som jeg har gjort.

## Kapittel 4: Resultat

For å svare på studiens forskningsspørsmål, ble det gjennomført en kvalitativ analyse med kvantitative innslag. Analysen så i all hovedsak på ulike elementer i kapitlene om kjemiske bindinger. Dette kapitlet tar for seg resultatene fra analysen. Det som blir beskrevet her er omfanget til kapitlene, begreper, forklaringer og eksempler funnet i kapitlene, fremstillingen av teksten i kapitlene, og bruk av «bindinger» videre i lærebøkene.

### 4.0: Plassering og strukturering av innhold

Siden plassering og strukturering av lærebøkene og kapitlene om kjemiske bindinger ble sett på i forkant av analysen, vil en beskrivelse av dette komme før de andre resultatene.

#### 4.0.1: Plassering og strukturering av innholdet i lærebøkene

Alle de tre bøkene inneholder kapitler om *kjemiske bindinger*, *termokjemi*, *syrer og baser* og *organisk kjemi*. Kapitlet om *kjemiske bindinger* kommer tidlig i alle bøkene. I *Kjemien* stemmer heter det første kapitlet «*Stoffer og periodesystem*» - her finnes det mye grunnleggende informasjon om kjemi, stoffgrupper og navnssetting. I *Aqua* heter det første kapitlet i boken «*Atomer, molekyl og ion*». *Kjemi 1* har «*Kjemiske bindinger*» som det første kapitlet, og her finnes også grunnleggende kunnskap om atom og navnssetting av ulike stoffgrupper. Alle bøkene har et kapittel som tar for seg kjemiske reaksjoner, men det er ulikt hva som er kombinert med dette. *Kjemien* stemmer har *beregninger og støkiometri* sammen med *reaksjoner*, *Aqua* har *navnssetting* sammen med *reaksjoner*, mens *Kjemi 1* har et kapittel som heter «*Egenskaper og reaksjoner*». Det kan være interessant å merke seg at hos *Aqua* kommer *navnssetting* senere (kapittel 3) enn i de to andre (kapittel 1). *Kjemien* stemmer har mye om *egenskaper* i samme kapittel som *kjemiske bindinger*. *Aqua* og *Kjemi 1* har et eget kapittel for *støkiometri*. Både *Kjemien* stemmer og *Aqua* har et kapittel om *analyse*, det finnes ikke i *Kjemi 1*. *Aqua* og *Kjemi 1* har et eget kapittel om *likevekt*, mens i *Kjemien* stemmer finnes dette i samme kapittel som *entalpi og reaksjonsfart*. *Aqua* har også et eget kapittel om *løselighet*. *Løselighet* finnes i kapittel om kjemiske bindinger i *Kjemien* stemmer, og i kapittel om egenskaper og reaksjoner i *Kjemi 1*. *Løselighet* kommer ganske mye senere i *Aqua* sin bok enn de to andre. Alle bøkene avslutter med et kapittel om *grønn kjemi*. *Kjemi 1* har kalt dette kapitlet for «*Miljøanalyse*», noe som skiller seg litt fra «*Grønn kjemi*».

#### 4.0.2: Oppbygningen til kapitlene i lærebøkene

I *Kjemien* stemmer er kapitlene bygget opp med en forside for hvert nye kapittel, denne inneholder kompetansemål og en kort introduksjonstekst. I slutten av kapitlene er det sammendrag. Oppgaver finnes i en egen studiebok. Kapitlene i *Kjemien* stemmer har i tillegg til hovedtekst og illustrasjoner grønne rammer med viktig informasjon, test deg selv-oppgaver, rammer med ekstrastoff eller temastoff, eksempeloppgaver og oppsummerende



blå tekst i margen. Kapitlene er delt inn i delkapitler, som igjen består av avsnitt med egne mindre overskrifter.

*Aqua* har forsider i hvert kapittel som består av kompetansemål, en innledende tekst som oppsummerer innholdet, og en ramme med «har du tenkt på?». Mot slutten av hvert kapittel har *Aqua* temasider, en oppsummering og «har du forstått det?». I tillegg til dette inneholder kapitlene i *Aqua* rammer med «utforsk», rammer med viktige definisjoner og undrende spørsmål i grønn skrift. Kapitlene er delt inn i delkapitler, som igjen består av avsnitt med egne mindre overskrifter. Også her er oppgaver i en egen studiebok.

I *Kjemi 1* har forsidene for hvert kapittel ikke noe tekst eller kompetansemål, men oversikt over delkapittel. Hvert kapittel starter med oppramsing av læringsutbytte. Kapitlene består av ulike delkapitler, som igjen er delt inn under egne overskrifter. I tillegg kan noen av avsnittene ha egne overskrifter. Kapitlene inneholder blå rammer med viktig informasjon, eksempeloppgaver og rammer med forskning. I slutten av hvert kapittel har boken noe som kalles «kjemisk dypdykk». Denne læreboken har hovedtekst, oppgaver og forsøk i samme bok. En annen interessant ting å merke seg med *Kjemi 1*, er at det i flere kapitler er eksempler på hvordan man kan bruke programmering innenfor temaet.

#### *4.0.3: Plassering og strukturering av innhold i kapitler om kjemiske bindinger*

Forsiden av kapittel 2 i *Kjemien stemmer* om kjemiske bindinger inneholder to kompetansemål; det som handler om kjemiske bindinger og det som handler om løselighet. *Kjemien stemmer* starter kapitlet om kjemiske bindinger med en kort introduksjon av sterke og svake bindinger, deretter snakkes det litt om hvordan man kan bestemme bindingstype ved hjelp av periodesystemet. Boken tar for seg hver av de sterke bindingene (metallbinding, ionebinding og kovalent binding), og her snakkes det også om egenskapene til de ulike stoffgruppene. *Kjemien stemmer* har et eget delkapittel om molekylgeometri, deretter kommer to delkapittel om svake bindinger (svake bindinger og egenskaper). Til slutt har *Kjemien stemmer* et delkapittel om nettverksstoffer.

*Aqua* sin forside for kapittel 2 består av kompetansemålet som handler om kjemiske bindinger. *Aqua* starter med å si litt om periodesystemet, og egenskaper koblet til det. Videre introduseres elektronegativitet og ulike bindingstyper som kan kobles til dette (ionebinding, polar og upolar kovalent binding). Etterpå kommer det et delkapittel om metallbinding, før det kommer et delkapittel om svake bindinger. *Aqua* har også med et delkapittel som går spesifikt inn på bindingsforhold vi finner i is og vann, som navnet på boken tilsier har *Aqua* et ekstra søkelys på vann gjennom boken. Helt til slutt kommer en kort oversikt over bindingstypene som har blitt gått gjennom.

Kapittel 1 i *Kjemi 1* om kjemiske bindinger består av færre delkapittel enn de to forrige bøkene. Som nevnt tidligere er det først en del generelt om kjemi, atom og atommodeller. *Kjemi 1* snakker mye om Schrødingers ligning her, som kobles til de ulike modellene, blant annet

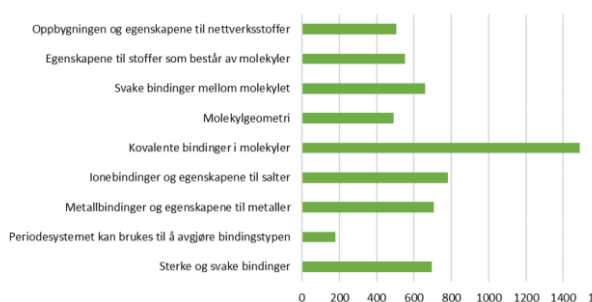
orbitalmodellen. I delkapittelet som heter «Periodesystemet» snakkes det om oktettregelen, og her introduseres kjemiske bindinger. Deretter kommer to delkapittel til, et om sterke bindinger (ionebinding, kovalent binding og metallbinding) og et om svake bindinger (van der Waals-bindinger, hydrogenbindinger og ion-dipolbindinger).

#### 4.1: Omfanget til kapitlene om bindinger

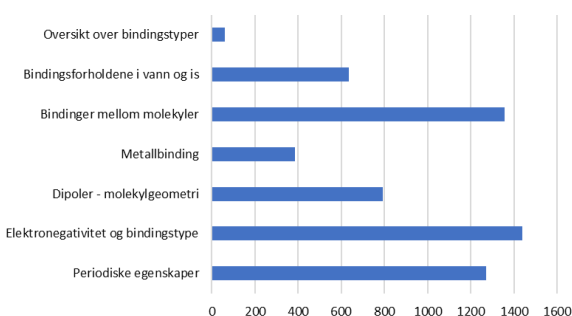
Første del av analysen gikk ut på å se på innhold og mengde i kapitlene om kjemiske bindinger. Denne delen tar for seg antall ord per delkapittel for å se kort på omfanget av kapittel om kjemiske bindinger i hver av lærebøkene. Videre blir det også sett på omfanget av ulike temaer, for å lettere kunne sammenligne de tre bøkene.

##### 4.1.1: Antall ord per delkapittel i de tre lærebøkene

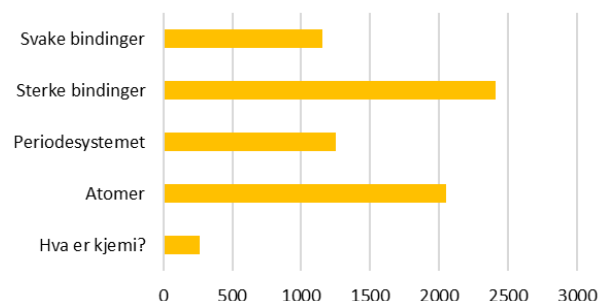
Figur 4.1, 4.2 og 4.3 viser antall ord per delkapittel i kapittelet om kjemiske bindinger i henholdsvis Kjemien stemmer, Aqua og Kjemi 1.



**Figur 4.1:** Antall ord per delkapittel i kapittel 2 i Kjemien Stemmer.



**Figur 4.2:** Antall ord per delkapittel i kapittel 2 i Aqua.



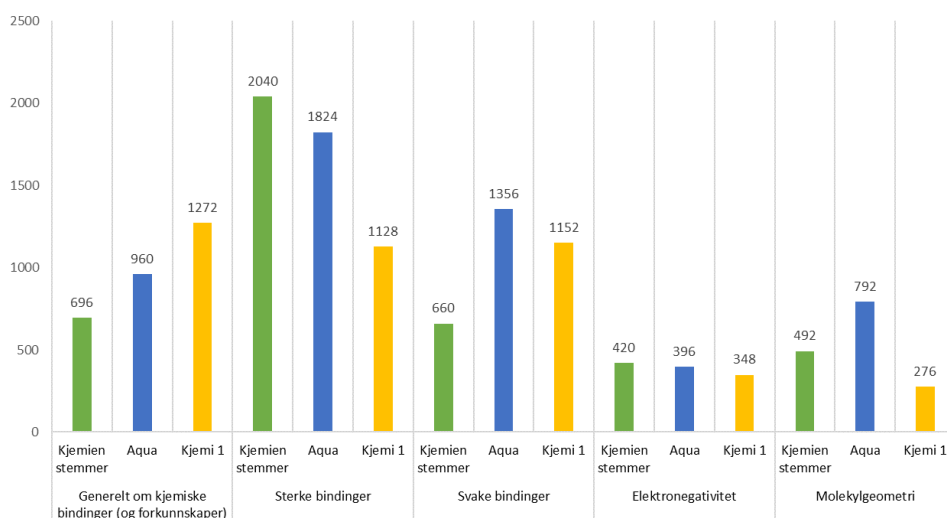
**Figur 4.3:** Antall ord per delkapittel i kapittel 1 i Kjemi 1.

For Kjemien stemmer er de fleste delkapitlene ganske like i omfang. Det som skiller seg mest ut er at delkapittelet om periodesystemet er ganske lite, mens delkapittelet om kovalente bindinger har klart flest ord. Aqua har mer variasjon i mengde ord per delkapittel. Spesielt delkapitlene om periodiske egenskaper, elektronegativitet og bindingstyper og bindinger mellom molekyler består av mange ord. Aqua består av færre delkapittel enn Kjemien

stemmer, men flere av disse har da større omfang. Det siste delkapittelet som gir en oversikt over bindingstypene, er svært kort. Kjemi 1 har færre delkapittel enn både Kjemien stemmer og Aqua, og man ser at mange av delkapitlene derfor har et stort omfang. Spesielt delkapittel om sterke bindinger består av mange ord.

#### 4.1.2: Sammenligning av antall ord i de tre lærebøkene etter temaer

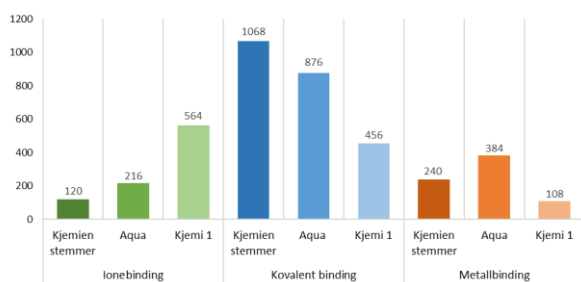
I figur 4.4 har ordene i kapitlene til de tre lærebøkene blitt delt inn i ulike temaer. Det var noe varierende om elektronegativitet kom inn under forkunnskaper til kjemiske bindinger eller under kovalente bindinger, derfor ble dette som sagt plassert i en egen kategori.



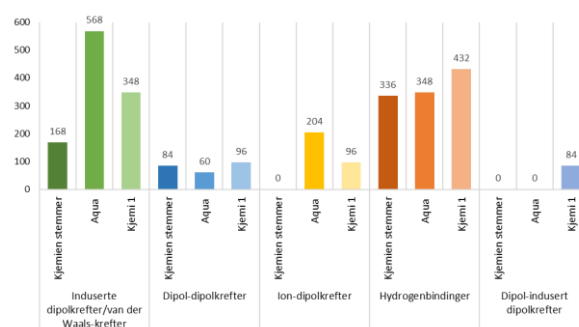
**Figur 4.4:** Antall ord for ulike temaer i kapitler om kjemiske bindinger i de tre lærebøkene. Grønn: Kjemien stemmer, blå: Aqua, gul: Kjemi 1.

Av de tre lærebøkene har Kjemi 1 har flest ord om *generelt om kjemiske bindinger*. Kjemien stemmer er læreboken med flest ord om *sterke bindinger*, mens Kjemi 1 har med færrest ord om dette. Kjemien stemmer har færre ord om *svake bindinger* enn de to andre lærebøkene, Kjemi 1 har færrest ord om *molekylgeometri*. Alle de tre bøkene har nokså like mange ord om *elektronegativitet*, mens Aqua har klart mest med om *molekylgeometri*.

Figur 4.5 og 4.6 viser fordeling og antall ord av ulike typer sterke og svake bindinger som har blitt nevnt i de tre lærebøkene sine kapitler om kjemiske bindinger.



**Figur 4.5:** Antall ord om ulike sterke bindinger i de tre lærebøkene. Sterkest farge: kjemia stemmer, middels farge: Aqua, svakest farge: Kjemi 1.



**Figur 4.6:** Antall ord om ulike svake bindinger i de tre lærebøkene. Sterkest farge: Kjemia stemmer, middels farge: Aqua, svakest farge: Kjemi 1.

Av figur 4.5 ser man at både Kjemia stemmer og Aqua snakker klart mest om kovalente bindinger i forhold til ionebinding og metallbinding. Kjemi 1 prioriterer derimot mest tid på ionebindingen, og har med mye mer om denne enn de to andre lærebøkene, Kjemia stemmer er den læreboken med mest innhold om kovalente bindinger, mens Aqua er læreboken med flest ord om metallbinding.

Figur 4.6 viser at Kjemia stemmer generelt sett har færrest ord om svake bindinger, og nevner verken ion-dipolkrefter eller dipol-indusert dipolkrefter. Alle de tre lærebøkene har med ganske mye om hydrogenbindinger, og Aqua og Kjemi 1 har med mye om induserte dipolkrefter eller van der Waals-krefter. Bøkene har nokså lik mengde om dipol-dipolkrefter, mens Aqua har mest om ion-dipolkrefter. Kjemi 1 er den eneste boken som nevner dipol-indusert dipolkrefter.

## 4.2: Begrep og forklaring i de tre lærebøkene

Denne delen ser på begreper og forklaringer som er funnet i analysen av kapitlene om kjemiske bindinger. Som nevnt tidligere er begrepene fagbegrep/phenomen som det kommer tydelig frem at bøkene setter søkelys på, enten det kommer frem i overskrifter eller er uthevet på andre måter. Forklaringene som er funnet er kategorisert som «hva», «hvorfor» eller «hvordan vet vi». Ofte var det flere forklaringer for hvert begrep. Som nevnt i metoddelen var det noe varierende og subjektivt hvor en forklaring sluttet og neste startet. En forklaring var ofte en setning eller et utsagn, men om flere setninger tydelig hang sammen og ga en felles forklaring, ble disse sett på som en forklaring.

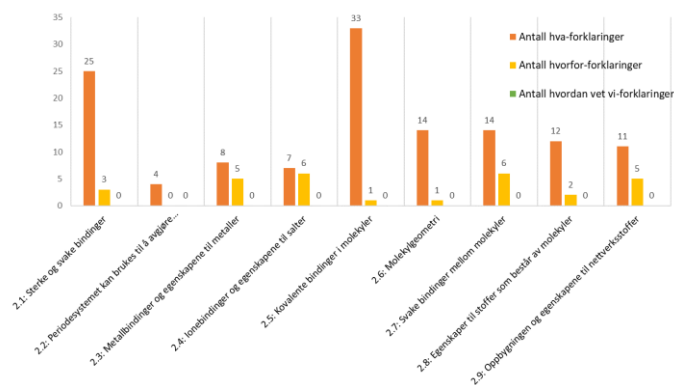
### 4.2.1: Antall begreper og forklaringer identifisert i analysen av de tre lærebøkene

Tabell 4.1 viser antall begreper det settes søkelys på i ulike delkapittel i kapittel 2 i Kjemia stemmer, og figur 4.7 viser antall ulike forklaringstyper som finnes i dette kapittelet. Tabell 4.2 og figur 4.8 gir den samme oversikten for kapittel 2 om kjemiske bindinger i Aqua, mens tabell 4.3 og figur 4.9 viser dette for kapittel 1 i Kjemi 1. Delkapittel 1.1 og deler av delkapittel 1.2 i Kjemi 1 har blitt sett bort i fra, da dette ikke handler noe om kjemiske bindinger. Om noen

av bøkene tydelig gir en definisjon for noen av begrepene, har dette blitt ført opp som definisjon og ikke som en forklaring. Ofte vil en definisjon være nokså lik en «hva»-forklaring.

**Tabell 4.1:** Antall begreper i de ulike delkapitlene i kapittel 2 i Kjemien stemmer.

Delkapittel	Antall begreper
2.1: Sterke og svake bindinger	11
2.2: Periodesystemet kan brukes til å avgjøre bindingstypen til et stoff	3
2.3: Metallbindinger og egenskapene til metaller	8
2.4: Ionebindinger og egenskapene til salter	6
2.5: Kovalente bindinger i molekyler	14
2.6: Molekylgeometri	4
2.7: Svake bindinger mellom molekyler	4
2.8: Egenskaper til stoffer som består av molekyler	3
2.9: Oppbygningen og egenskapene til nettverksstoffer	5

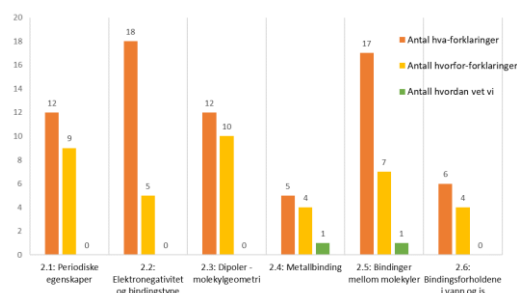


**Figur 4.7:** Antall forklaringer i de ulike delkapitlene i kapittel 2 i Kjemien Stemmer.

Av tabell 4.1 om Kjemien stemmer kan man se at det er klart flest begreper som er funnet i delkapittelet om kovalente bindinger, etterfulgt av det introduserende delkapittelet om sterke og svake bindinger. Det er verdt å merke seg at Kjemien stemmer har med mye om egenskaper i dette kapittelet, som bidrar til en del av begrepene. Figur 4.7 viser at de samme delkapitlene også har flest forklaringer. De delkapitlene med flest hvorfor-forklaringer er de som handler om ionebindinger og svake bindinger. I Kjemien stemmer finnes det ingen tydelige «hvordan vet vi»-forklaringer.

**Tabell 4.2:** Antall begreper i de ulike delkapitlene i kapittel 2 i Aqua.

Delkapittel	Antall begreper
2.1: Periodiske egenskaper	5
2.2: Elektronegativitet og bindingstype	6
2.3: Dipoler - molekylgeometri	7
2.4: Metallbinding	2
2.5: Bindinger mellom molekyler	8
2.6: Bindingsforholdene i vann og is	2



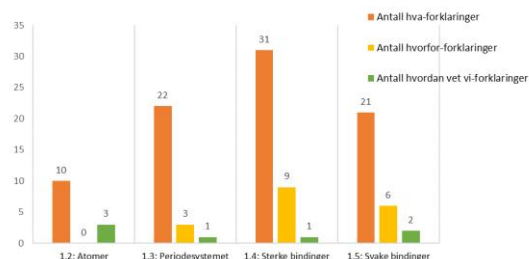
**Figur 4.8:** Antall forklaringer i de ulike delkapitlene i kapittel 2 i Aqua

Det delkapittelet som består av flest begreper i Aqua er det om bindinger mellom molekyler. Deretter følger delkapitlene om dipoler og molekylgeometri, og elektronegativitet og bindingstype. De samme delkapitlene har også flest forklaringer. I Aqua kan man se en større andel «hvorfor»-forklaringer, samt to «hvordan vet vi»-forklaringer. De to delkapitlene med

flest «hvorfors»-forklaringer er de om periodiske egenskaper og dipoler og molekylgeometri. Delkapitlene om metallbinding og svake bindinger har hver sin «hvordan vet vi»-forklaring.

**Tabell 4.2:** Antall begreper i de ulike delkapitlene i kapittel 1 i Kjemi 1.

Delkapittel	Antall begreper
1.2: Atomer	4
1.3: Periodesystemet	10
1.4: Sterke bindinger	14
1.5: Svake bindinger	8



**Figur 4.12:** Antall forklaringer i de ulike delkapitlene i kapittel 1 i Kjemi 1.

Delkapittelet med flest identifiserte begreper i Kjemi 1 er det om sterke bindinger. Det som tydelig legges merke til for Kjemi 1, er at man finner flere «hvordan vet vi»-forklaringer, og at disse finnes i alle delkapitlene. Delkapittelet om sterke bindinger har flest forklaringer, og også flest «hvorfors»-forklaringer.

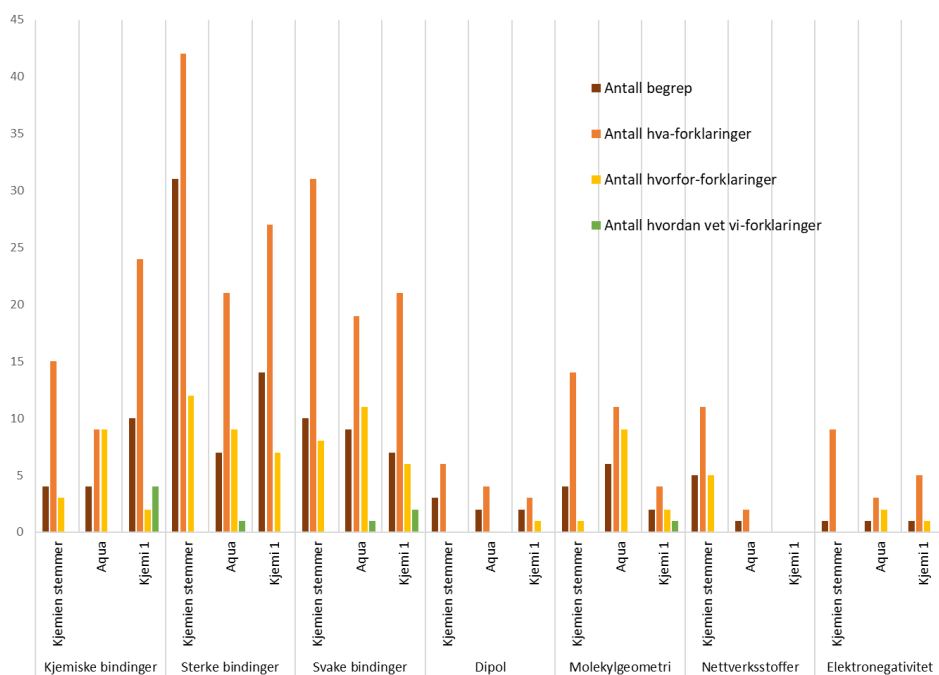
#### 4.2.4: Sammenligning av begreper og forklaringer i de tre lærebøkene

Tabell 4.4 viser en oppsummering av antall ord, begreper og ulike forklaringer som finnes i kapitlene om kjemiske bindinger i de tre lærebøkene. Figur 4.10 viser antall begreper og ulike forklaringstyper inndelt etter hovedtemaer for de tre bøkene.

**Tabell 4.4:** Sammenligning av antall ord, begreper og forklaringer funnet i analysen av kapitlene om kjemiske bindinger i de tre lærebøkene.

	Kjemien stemmer	Aqua	Kjemi 1
Antall ord i kapittel	5556	5938	5184
Antall begrep	58	30	36
Antall ord per begrep	96	198	144
Antall «hva»-forklaringer	128	70	84
Antall «hvorfors»-forklaringer	29	39	18
Antall «hvordan vet vi»-forklaringer	0	2	7

Aqua består av flest ord, men samtidig færrest begreper og forklaringer. Kjemien stemmer består av flere ord enn Kjemi 1, og har flest begreper og forklaringer av de tre bøkene. Ut ifra verdiene i tabellen har prosentandel av «hvorfors»-forklaringer og «hvordan vet vi»-forklaringer blitt regnet ut. Andel «hvorfors»-forklaringer av totalt antall forklaringer i de tre bøkene er 18,5% for Kjemien stemmer, 35% for Aqua, og 16,5% for Kjemi 1. Andel «hvordan vet vi»-forklaringer av totalt antall forklaringer i de tre bøkene er 0% for Kjemien stemmer, 2% for Aqua, og 6,5% for Kjemi 1.



**Figur 4.10:** Sammenligning av antall begreper og forklaringstyper etter tema, i de tre lærebøkene.

Kjemien stemmer har flere forklaringer om svake og sterke bindinger enn de to andre lærebøkene. På det som går på kjemiske bindinger og forkunnskaper til dette er det Kjemi 1 som har flest forklaringer, selv om Aqua har flest «hvorfor»-forklaringer her. Kjemi 1 har færre forklaringer knyttet til molekylgeometri enn de to andre lærebøkene, og Kjemien stemmer nevner klart mest om netterverksstoffer. Selv om Kjemien stemmer har flest forklaringer knyttet til elektronegativitet, har både Aqua og Kjemi 1 flere «hvorfor»-forklaringer her.

#### 4.2.5: Begreper som finnes og ikke finnes i lærebøkene

##### *Begreper som bare har blitt funnet i analysen av kapittel om kjemiske bindinger i én lærebok*

I analysen var det noen begreper som bare ble funnet i én av bøkene, og ikke i de to andre. For Kjemien stemmer innebar dette flere egenskaper (*egenskaper, lede strøm, lede varme, formbarhet, smeltepunkt og kokepunkt, metallglans, sprø, løselig i vann*), stoffer (*diamant, grafitt, silisium, kvarts*) og molekylgeometri (*tetraeder, trigonal pyramide*). I tillegg var det bare i Kjemien stemmer at begreper som *legering, ledig elektronpar, enkeltbinding, strukturformel, polart og upolart stoff* ble identifisert i analysen. Også i Aqua var noen av begrepene som bare ble funnet her stoffer (*metan, ammoniakk, vann, karbondioksid*). Andre begreper som bare ble funnet i analysen av Aqua var *periodiske egenskaper, atomradius, ioniseringsenergi, bindinger mellom molekyler, hydratiserte ioner og massetetthet*. I Kjemi 1 var det flere begreper som ble koblet til kjemiske bindinger, som sannsynligvis fantes i kapittel 1 i de to andre bøkene (*orbitalmodellen, orbital, oktettregelen*). Også begreper som *kvantekjemi, partikkel-bølgedualiteten, potensiell energi elektrontetthetskart, ionegitter, hydrater og dipol-indusert dipolkrefter* ble bare funnet i analysen av Kjemi 1.

### Begreper funnet i analysen av kapitler om kjemiske bindinger i to av lærebøkene

Tabell 4.5 viser hvilke begreper fra analysen som fantes i to av lærebøkene, men ikke i den tredje. Det er viktig å påpeke at det her er snakk om begreper som ble identifisert i analysen. Aqua sier *bindinger mellom molekyler* i stedet for *svake bindinger*, derfor har *svake bindinger* blitt tatt med som begrep som ikke er funnet i Aqua.

**Tabell 4.5:** Begreper som er funnet i analysen av to av lærebøkene, men ikke den tredje.

Ikke i Kjemien stemmer	Ikke i Aqua	Ikke i Kjemi 1
- Van der Waals krefter	- Kjemisk binding	- Coloumbs lov
- Polarisering/polaritet	- Sterke bindinger	- Metall
- Ikke-permanent/midlertidig dipol	- Svake bindinger	- Dobbelbinding
- Ion-dipolkrefter	- Elektrostatiske krefter	- Trippelbinding
	- Ioneforbindelse	- VSEPR-modellen
	- Molekyler	- Nettverksstoffer
	- Elektronprikmodell	
	- Bindingselektron	
	- Upolar kovalent binding	
	- Midlertidige/induserte dipolbindinger	

### Begreper ikke funnet noen steder i lærebøkene

Etter gjennomgang av aktuelle kapitler, og bruk av stikkordregisteret til bøkene, ble begreper som ikke var funnet listet opp i tabell 4.6. Det kan hende at noen av begrepene har vært vanskelige å finne, står forklart under ett annet ord, eller forklares uten at begrepet brukes. For eksempel forklarer Kjemien stemmer en figur av et *elektrontetthetskart* uten at selve begrepet nevnes. Aqua forklarer *enkeltbinding* før det snakkes om dobbelbinding, selv om begrepet «enkeltbinding» ikke ble funnet. Aqua har brukt kovalente bindinger som et synonym for *upolare kovalente bindinger*.

**Tabell 4.6:** Begreper som ikke har blitt funnet noe sted i lærebøkene.

Ikke i Kjemien stemmer	Ikke i Aqua	Ikke i Kjemi 1
- Elektrontetthetskart	- Enkeltbinding	- Legering
- Ionegitter	- Metallglans	- Sprø
- Dipol-indusert dipolkrefter	- Legering	- Tetraeder
- Ion-dipolkrefter	- Silisium	- Trigonal pyramide
- Van der Waals-krefter	- Elektrontetthetskart	- Silisium
- Ioniseringsenergi	- Ionegitter	- Kvarts
- Massetetthet	- Dipol-indusert dipolkrefter	- Nettverksstoffer
- Kvantekjemi	- Bindingselektron	- VSEPR-modellen
- Partikkel-bølge-dualitet	- Upolar kovalent binding	
- Potensiell energi	- Midlertidige dipolbindinger	
- Polarisering	- Kvantekjemi	

Av tabell 4.6 kan man se at det er flere svake bindinger som ikke nevnes i Kjemien stemmer. *Ionegitter* nevnes verken i Kjemien stemmer eller Aqua. I Kjemi 1 er det færrest begreper som ikke nevnes, og av de som ikke nevnes er det ikke så mange man tenker burde ha stått i



kapittelet om kjemiske bindinger. Et unntak er kanskje *VSEPR-modellen*, som er relevant når det snakkes om molekylgeometri.

#### *4.2.6: Eksempler på definisjoner og forklaringer funnet i lærebøkene*

For å få et innblikk i forskjeller og likheter i det faglige innholdet om kjemiske bindinger, er noen begreper valgt ut for å se nærmere på. Ut ifra teorien om kjemiske bindinger i lærebøker er begrepene *kovalent binding*, *metallbinding* og *ionebinding* interessante. *Elektronegativitet* og *dipol* er også to begreper jeg har merket meg som interessante for sammenligning. Eksempler fra lærebøkene er skrevet i kursiv.

##### *Kovalent binding*

Alle de tre bøkene definerer en kovalent binding som elektronpar delt mellom to atomer, Aqua og Kjemi 1 presiserer at dette er mellom to ikke-metaller. Kjemien stemmer forklarer at en kovalent binding er sterk, holder atomer sammen i molekyler og nettverksstoffer, at elektroner opptrer i par og at ikke-metaller får ett eller flere elektronpar felles. Kjemien stemmer drar også inn elektrostatiske krefter: «*Felles elektronpar er trukket til begge atomkjernene med elektrostatiske krefter som binder atomene sammen.*» Aqua beskriver også kovalente bindinger som en sterk binding og at det ikke er forskjell i elektronegativitet mellom atomene som deler elektron. Det beskrives at det er mer stabilt for to atomer å holde sammen og oppfylle oktettregelen enn å være på egenhånd med færre elektroner, og at derfor holdes bindinger sammen. Aqua har i tillegg med en forklaring som omhandler elektrostatiske tiltrekninger: «*Egentlig er også kovalent binding elektrostatiske tiltrekninger mellom motsatte ladninger - den negative ladningen på elektronene mellom atomene og den positive ladningen på atomkjernene.*» Kjemi 1 bruker oktettregelen til å forklare hvorfor atomer deler på elektroner, og at ingen av atomene klarer å stjele eller gi fra seg elektronene helt slik at de ender opp med å dele dem. Til slutt forklares det også at; «*det dannes tiltrekningskrefter ved at elektronene som inngår i bindinger tiltrekkes av de to atomkjernene.*»

##### *Metallbinding*

Det er bare Aqua som gir en tydelig definisjon på metallbinding; «*bindinger mellom positivt ladde metallioner og de negativt ladde elektronskyene rundt ionene.*» Kjemien stemmer beskriver en metallbinding som sterk, og at bindingen dannes ved at hvert metallatom gir fra seg ytterelektron til metallet som helhet. Også her blir elektrostatiske krefter dratt inn i forklaringen; «*sterke elektrostatiske krefter som virker mellom de positive metallionene og de delokaliserte ytterelektronene.*» Aqua beskriver metallbindingen som tiltrekningskrefter mellom positive ioner og den negative elektronskyen som holder metallet sammen. Aqua sier også at dette er en forenkling, og at teorien bak er tung og vanskelig. Kjemi 1 er den eneste boken som drar inn oktettregelen: «*Metaller har som regel få elektroner i det ytterste skallet, og de må derfor gjøre noe spesielt for å få oppfylt oktettregelen. De deler ytterelektronene med så mange atomer som mulig.*» Det beskrives at elektronene fordeles i en felles pott, en elektronsjø, som flere kan benytte.

### *Ionebinding*

Kjemien stemmer har en kort definisjon av ionebinding; *sterk binding som binder ionene sammen i et salt*, og en kort forklaring om at krefter binder positive og negative ioner sammen. Aqua definerer ionebinding som; *noe vi får når et metall reagerer med et ikke-metall*, Kjemi 1 har også en forklaring som beskriver dette. Aqua og Kjemi 1 bruker oktettregelen (og elektronegativitet for Aqua) til å beskrive hvordan ioner dannes, og at disse tiltrekkes av hverandre og holdes sammen i saltet. Ingen av bøkene har med forklaring av saltstruktur under forklaring av ionebinding. Dette kunne derimot finnes i forklaring av *salt* for Kjemien stemmer og forklaring av *ionegitter* for Kjemi 1. Her ble det beskrevet at salter består av krystallstruktur av ioner som holdes sammen av elektrostatisk krefter, og at strukturen bestemmes av ladning og størrelse til ionene.

### *Elektronegativitet*

I Kjemien stemmer defineres elektronegativitet som «*evnen til å trekke på elektroner*». Kjemi 1 har en noe mer utfyllende definisjon; «*evnen et atom har til å trekke på bindingselektroner*», mens Aqua har en enda mer presis definisjon; «*den relative evnen atomet har til å tiltrekke seg et felles elektronpar som deles med et annet atom*». Alle tre bøkene forklarer at atomer har en verdi mellom 0,7 og 4,0, og at det er en tydelig trend i periodesystemet. Aqua og Kjemi 1 forklarer årsaken til disse trendene. Aqua peker på at kort avstand har mer å si enn flere protoner i kjernen, Kjemi 1 forklarer at fluor har høyest elektronegativitet på grunn av mange protoner og få elektronskall. Aqua er den eneste av bøkene som presenterer elektronegativitet som en relativ verdi, og i tillegg beskriver at Pauling satt verdien til fluor lik 4,0, og deretter beregnet andre atomer relativt til fluor. I Kjemien stemmer forklares elektronegativitet etter sterke bindinger, mens i de to andre bøkene kommer forklaring om elektronegativitet før sterke bindinger introduseres.

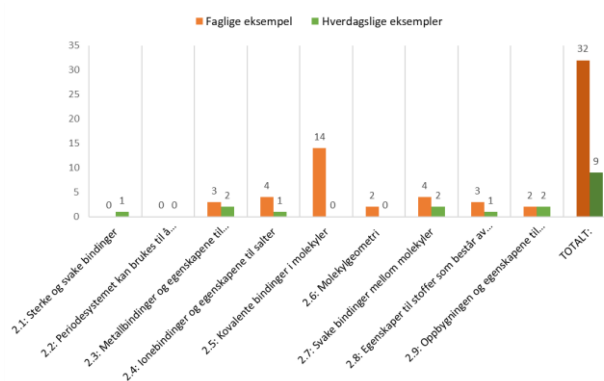
### *Dipol*

Kjemien stemmer beskriver en dipol som et «*molekyl med plusspol og minuspol*», Aqua definerer dipol som «*et molekyl der sentrene for positiv og negativ ladning ikke faller sammen*», mens Kjemi 1 definerer dipol som en «*forbindelse som består av to poler*». Kjemien stemmer forklarer at molekyler som består av flere enn to atomer og som har polare kovalente bindinger kan være en dipol om geometrien tilsier det. Videre viser boken at H<sub>2</sub>O er en dipol mens CO<sub>2</sub> ikke er en dipol siden midtpunkt for negativ og positiv ladning faller sammen. Utenom definisjonen av en dipol sier ikke Aqua noe mer enn at dipoler er molekyler med polare elektronparbindinger. Kjemi 1 forklarer at en dipol har to poler siden elektronene er mer på en side av molekylet enn den andre slik at man får en delvis negativ og en delvis positiv del.

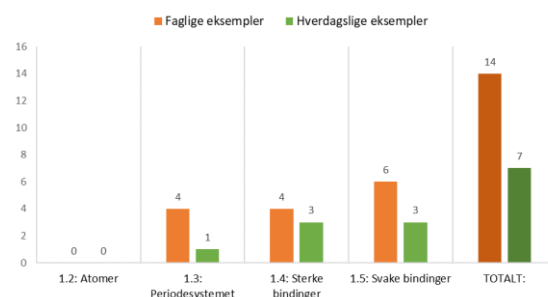
### 4.3: Eksempler i de tre lærebøkene

I analysen ble eksempler brukt i hovedteksten identifisert og telt opp, beskrevet, og kategorisert som faglige eller hverdagslige eksempel. Figur 4.11, 4.12 og 4.13 viser antall

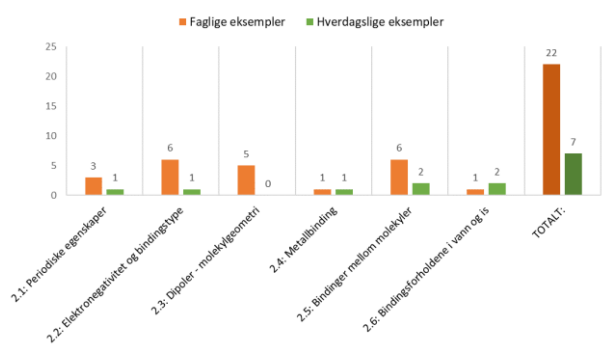
eksempler funnet i hovedteksten i kapitlene om kjemiske bindinger i henholdsvis Kjemien stemmer, Aqua og Kjemi 1.



**Figur 4.11:** Antall eksempler i de ulike delkapitlene i kapittel 2 i Kjemien stemmer.



**Figur 4.13:** Antall eksempler i de ulike delkapitlene i kapittel 1 (utenom første del) i Kjemi 1.



**Figur 4.12:** Antall eksempler i de ulike delkapitlene i kapittel 2 i Aqua.

I Kjemien stemmer finnes det klart flest eksempler i delkapittelet som handler om kovalente bindinger, og alle eksemplene her er av rent faglig innhold. I delkapittel om metaller, svake bindinger og egenskaper til stoffer av molekyler finnes det flest hverdagslige eksempler. I Aqua har delkapittelet om svake bindinger flest eksempler, etterfulgt av det som heter «elektronegativitet og bindingstype», som handler om sterke bindinger. Det er under svake bindinger og bindingsforholdene i vann og is man finner flest hverdagslige eksempler. Kjemi 1 har totalt sett færre eksempler enn de to andre lærebøkene, men har en større andel av hverdagslige eksempler. Delkapittelet om svake bindinger har noen flere eksempler enn det som handler om sterke bindinger, men de har like mange hverdagslige eksempler.

Tabell 4.7 viser en oppsummering av antall ulike eksempler brukt i de tre lærebøkene.

**Tabell 4.7:** Oppsummering av antall eksempler funnet i analysen av kapitlene om kjemiske bindinger i de tre lærebøkene.

	Kjemien stemmer	Aqua	Kjemi 1
Antall ord	5556	5938	5184
Totalt antall eksempler	41	29	21
Antall faglige eksempler	32	22	14
Antall hverdagslige eksempler	9	7	7

Kjemien stemmer har klart flest eksempler som har blitt funnet i hovedteksten. Ut ifra verdiene i tabell 4.7 kan prosentandel hverdagslige eksempler beregnes. Andel hverdagslige eksempler er 24 % for Kjemien stemmer og Aqua, og 33 % for Kjemi 1.

I tabell 4.8 står det tre hverdagslige eksempler fra hver lærebok. Dette var de tre eksemplene som ble vurdert som «minst faglige».

**Tabell 4.8:** Utdrag av tre hverdagslige eksempler funnet i analysen for hver lærebok sitt kapittel om kjemiske bindinger.

	Hverdagslige eksempel	Beskrivelse	Tema
<b>Kjemien stemmer</b>	Kronestykke: kobber og nikkel. Tikroning: kobber, sink og nikkel. Roségull: gull og kobber. Hvitt gull: gull og palladium.	Faglig – struktur Noe hverdagslig – kjente produkter	Metaller og legeringer
	Na <sup>+</sup> -og Cl <sup>-</sup> forbindelser er lett løselige, finnes i havet og ikke i berggrunnen. NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -og NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -forbindelser også lett løselige, men ikke i havet siden de tas opp av planter.	Faglig – egenskaper Kobles til verden og naturen utenfor klasserommet.	Løselighet i vann for salter
	Grafitt brukes som elektrode i industrien og i batterier. Også som smøremiddel og i blyanter.	Faglig – egenskaper Hverdagslig – kjente produkter	Nettverksstoffer
<b>Aqua</b>	Teskje i varm kopp te blir raskt varm.	Fra hverdagen	Metaller leder varme.
	Liten vannfylt ballong vil være fast og stram og ha liten bevegelse om den blir dyttet på. En stor vannfylt ballong vil disse frem og tilbake når den blir dyttet på.	Analog til noe hverdagslig.	Styrke på vdW øker med størrelsen på molekylet – størrelsen på elektronskyen.
	Is legger seg oppå vann om vinteren. Andre væsker fryser fra bunnen. Fisk og dyr overlever i vann.	Hverdagslig Fra naturen	Massetetthet i vann og is
<b>Kjemi 1</b>	Kunnskap om kjemiske bindinger kan brukes til å lage legemidler, solceller, forstå nedbrytningen av næringsstoffer som gir oss energi, hvorfor trær kan bli så store eller hvordan såpe virker.	Hverdagslig og utforskende!	Kjemiske bindinger
	Tautrekkingskonkurranse der begge lag er nøyaktig like sterke og utholdende. Tauet beveger seg ikke, tilsvarende for elektronene i CO <sub>2</sub> .	Analog til noe hverdagslig.	Polaritet og geometri for CO <sub>2</sub> .
	Hydrogenbindinger holder genmaterialet vårt sammen. Sterke nok til å holde DNA stabilt, men svake nok til at enzym kan åpne opp DNA for å lese koden.	Virkeligheten og naturen.	Hydrogenbindinger

Selv om Kjemien stemmer inneholdt flest eksempler, har disse hverdagslige eksemplene innslag av faglig karakter, og temaene handler ikke direkte på kjemiske bindinger. De mest hverdagslige eksemplene fra Aqua og Kjemi 1 har ikke i like stor grad blitt beskrevet som faglige, og går mer direkte på å forklare ulike aspekter som handler om bindinger.

#### 4.4: Fremstillingen av teksten i de tre lærebøkene

I dette delkapittelet beskrives flere sider ved fremstillingen av teksten om kjemiske bindinger i de tre lærebøkene. Det har blitt sett på hovedtrekk og relevante karakteristikker, hvilke aspekter bøkene har med om kjemiske bindinger, AAAS sine kriterier for en god lærebok og tillegg til hovedteksten som er funnet i kapitlene.

##### 4.4.1: Hovedtrekk og relevante karakteristikker i kapitlene om kjemiske bindinger

De fleste avsnittene i de tre lærebøkene har i analysen blitt karakterisert som *vitenskapelig kunnskap og fakta*. Noen avsnitt i Aqua har blitt karakterisert som *utforskende*, da teksten stiller elevene flere undrende spørsmål. Spørsmålene er ofte åpne og undrende, og av og til ment for at elevene skal finne frem tidligere kunnskap. Også et par avsnitt i Kjemien har blitt vurdert som *utforskende*, for eksempel innledningen om kjemiske bindinger som ser på hvorfor kjemiske bindinger er så viktige. Det første delkapittelet til Aqua forteller litt *historisk* om Mendelejev og periodesystemet. Også avsnitt om navnsetting i Kjemien kan bli sett på som *historisk*, her fortelles det om en undersøkelse hvor studenter ikke forsto at et «farlig stoff» faktisk var vann på grunn av en uvant navnsetting.

Språket i Kjemien stemmer kan beskrives som kortfattet, konkret og faktabasert. Teksten gir inntrykk av å ha stor tetthet av fagord, noe som også støttes opp av antall begreper i forhold til antall ord (se delkapittel 4.2). Teksten i Kjemien stemmer fremstår som oppramsing av mange begreper med korte beskrivelser, for eksempel; *det er vanlig å dele kjemiske bindinger inn i sterke og svake bindinger. Det er tre typer sterke bindinger. Metallbinding holder atomene sammen i et metall, ionebinding holder ionene sammen i en ioneforbindelse og kovalent binding holder atomene sammen i molekyler og i det vi kaller nettverksstoffer*. Aqua skiller seg ut med et mer samtaleliggende språk; «Vi har jo nettopp snakket om» og «dere husker kanskje». Dette gir inntrykk av en tydeligere fortellerstemme som prøver å få med seg elevene. Aqua fremstår som en lærebok med mye tekst på sidene, og av å ha mindre tetthet av fagord. Språket til Kjemien er også konkret og faktabasert, og fremstår i tillegg mer faglig og presis enn de to andre lærebøkene. Det kan virke som om nivået på det som står her er noe høyere enn for Kjemien stemmer. Også her fremstår tettheten av fagord lavere enn for Kjemien stemmer.

I alle bøkene ser man en klar tendens i at ett og ett tema blir gjennomgått, først grunnleggende om kjemiske bindinger, så mer spesifikt om ulike bindingstyper. I Kjemien stemmer kan en mulig sammenheng være at sterke og svake bindinger nevnes kort i første delkapittel, for så å bli gått mer gjennom videre i kapittelet. I Aqua henvises det flere steder til forkunnskaper, som kan bidra til å skape en form for sammenheng i kapittelet.

#### 4.4.2: Hvilke aspekter har lærebøkene med om kjemiske bindinger?

Alle lærebøkene sine kapitler om kjemiske bindinger er inndeling i sterke og svake bindinger, og gjennomgang av de ulike bindingstypene. Alle bøkene har med kovalent binding, ionebinding og metallbinding. Det er litt mer variasjon i hvilke svake bindingstyper som har blitt tatt med. Her har Kjemien stemmer færrest bindingstyper, og Kjemi 1 flest. Stort sett er det lite generell informasjon om hva kjemiske bindinger er. Aqua kobler mye av forklaring av binding til Coulombs lov, mens Kjemi 1 ofte henviser til oktettregelen. Kjemien stemmer henviser også en del til elektrostatiske krefter, uten at Coulombs lov brukes i like stor grad som i Aqua. Selv om Kjemi 1 presenterer ganske avansert kunnskap om orbitalmodellen og Schrødingers ligning innledningsvis i kapitlet, kobles ikke dette noe til kjemiske bindinger utover i kapitlet. Kjemien stemmer har med en egen del om nettverksstoffer, noe som bare nevnes kort i Aqua. Aqua fokuserer mye på bindingsforholdet i vann. Alle lærebøkene kobler ulike bindingstyper opp mot ulike egenskaper, dette er spesielt tydelig i Kjemien stemmer. Kjemi 1 har senere et eget kapittel om *egenskaper og reaksjoner*, og har derfor begrenset med kobling mellom binding og egenskaper i dette kapitlet. Ellers i bøkene kobles bindinger til noe som brytes og dannes i reaksjoner, og noe som krever og frigir energi når de brytes og dannes. Ellers kommer det også noe informasjon om forskjellen på en enkelt- og dobbeltbinding, spesielt med tanke på romlig struktur og reaktivitetsforskjeller.

#### 4.4.3: AAAS sine kriterier for en god lærebok

Totalt sett har få av kriteriene AAAS stiller for en god lærebok blitt funnet. I Kjemi 1 ble bare to ulike kriterier funnet. Sidene med «kjemisk dypdykk» skiller seg noe ut med at de inneholder spennende tekster som *engasjerer elevene med relevante fenomener* i større grad enn hovedteksten. I tillegg til dette har Kjemi 1 to tilfeller som i stor grad *oppleves meningsfylt*. I starten av kapitlet beskrives det hvordan kunnskap om kjemiske bindinger kan brukes til å blant annet lage legemidler, forstå nedbrytning av næringsstoffer, forstå hvorfor trær kan bli store, og at kjemiske bindinger er grunnlag for alt liv og mangfold. Også eksempelet om hvordan hydrogenbindinger er perfekte for DNA-molekylet oppleves meningsfylt å lese; de er sterke nok til at genmaterialet er stabilt, og svake nok til at enzymer kan åpne det.

I Kjemien stemmer kan introduksjonen om at vi trenger kunnskap om kjemiske bindinger for å lage nye materialer og legemidler *oppleves meningsfylt*, det samme kan «temastoff» om hvorfor gjenvinning av metaller er viktig. I Aqua kan beskrivelse av hvordan tetthet til vann og is er avgjørende for livet i vann *oppleves som meningsfylt*. Kriteriet *engasjere elevene med relevante fenomener* er også funnet for disse to lærebøkene. Kjemien stemmer nevner flere grunner til hvorfor det er så viktig at vann har det kokepunktet det har, og tillegg til hovedteksten i Aqua («har du tenkt på», «utforsk» og grønne setninger) engasjerer elevene med relevante fenomener. Også de mange spørsmålene Aqua stiller elevene gjennom hovedteksten kan oppleves engasjerende, da de er åpne og undrende. Kjemien stemmer sier på et tidspunkt «*nå skal vi bruke Coulombs lov til å vurdere smeltepunkt til salter*», og dette kan gå innunder å *utvikle og bruke vitenskapelige idéer*, siden elevene blir tatt med på hvordan

en lov kan brukes til å forklare et fenomen. Dette kriteriet er også funnet i Aqua, hvor ulike idéer blir brukt for å drøfte hydrogen sin plass i periodesystemet.

Et kriterium som baret ble funnet i Kjemien stemmer er *progresjon*. En del om polare og upolare kovalente bindinger kommer før en del om elektronegativitet, før polare og upolare kovalente bindinger blir tatt opp igjen, nå noe mer avansert. I Aqua ble flere tilfeller av å få elevene til å tenke over fenomen, erfaringer og kunnskap funnet, noe som ikke ble funnet i de to andre lærebøkene. Flere av tilleggene («har du tenkt på», «utforsk» og grønne spørsmål), og spørsmål stilt i hovedteksten, prøver å få elevene til å tenke over kunnskap og erfaringer de har, samt å tenke over ulike fenomener. For eksempel viser boken en trend i kokepunkt for HF, HCl, HBr og HI og spør «hva kan være årsaken til dette?». Teksten henviser også til tidligere kunnskaper når nye ting skal læres, for eksempel ved å si «som vi så på tidligere».

#### 4.4.4: Tillegg til hovedteksten i kapittel om kjemiske bindinger

Kapittelet om kjemiske bindinger i *Kjemien* stemmer er på 32 sider, og totalt sett dekker tilleggsstoffet som er beskrevet ca. 3-4 sider. Det finnes seks tilfeller av det som kalles «ekstrastoff». Det er noe varierende størrelse på disse rammene med tekst i, fra en fjerdedels side til nesten en hel side. Rammene med ekstrastoff har en beskrivende overskrift, og inneholder stort sett faglig informasjon som er et tillegg til hovedteksten. For eksempel forklarer ekstrastoffet «Tilstandssymbolet (aq)» at (aq) brukes om forbindelser løst i vann. To av ekstrastoffene har noen historiske eksempler dratt inn. For eksempel forteller «Fra metall til ikke-metall» at tinn kan gå over til halvmetallet grått tinn ved lav temperatur, og hvordan dette ødela Scott sin ekspedisjon. Det er også et tillegg som kalles for «temastoff» og som dekker ca. en halv side. Overskriften på temastoffet er «Gjenvinning av metaller» og forklarer hvorfor bruk av metaller er bærekraftig og hvorfor det er viktig å gjenvinne metaller; bare 5% av energien som brukes for å fremstille metall fra malm brukes når metall gjenvinnes. Temastoffet har faglige elementer, men kobles også til hverdagen til elevene og viser noen meningsfulle perspektiver ved gjenvinning.

*Aqua* sitt kapittel om kjemiske bindinger er på 31 sider, og tillegget utgjør ca. 6 sider. Hvert delkapittel starter med en blå ramme som kalles for «utforsk», som består av 2-4 tekstlinjer. Det er totalt sju stykker, og de består av praktiske eller utforskende oppgaver, med faglig og/eller hverdagslig karakter. I en «utforsk» skal elevene for eksempel løse sukker og salt i vann, og prøve å tenke seg til hvor bindingene er sterke. I Aqua finnes det fire sider som heter «Temasider», som består av flere tekster om «Kjernekrefter». Tre av tekstene gir faglig fordypning om kjernekrefter, hvor energi kommer fra, og fisjon og fusjon. Tre andre tekster tar opp solenergi, atombomber og kjernekraftverk. Temasidene inneholder også en ramme med fem fakta om sola og kjernekrefter, for eksempel at jorda hvert år mottar 15 000 ganger mer energi enn mennesker bruker. Faktaene er av faglig karakter, men elevene får også kjennskap til hvordan kjernekrefter kan brukes i praksis. Fire steder i kapittelet om kjemiske bindinger står det «spørsmål i grønn skrift». Disse spørsmålene oppfordrer elevene til å tenke

over kjemiske fenomen etter at noe har blitt forklart, for eksempel «*Tror du smeltepunktet for K vil være høyere eller lavere enn for Na?*». Et siste tillegg å nevne for Aqua er «Har du tenkt på?», på kapittelets forside. Her stilles det fem spørsmål, for eksempel «*Hvordan henger atomene i molekylet sammen?*» og «*Hvorfor har noen stoffer høye smelte- og kokepunkt, mens andre har lave?*». Spørsmålene er av faglig karakter, men har som hensikt å få elevene til å tenke over fenomener på forhånd, og bruke forkunnskapen sin.

For *Kjemi 1* har 41 sider blitt brukt i tekstanalysen (kapittelet består av 49 sider totalt), og tillegget dekker ca. 3 sider. Under delkapittel 1.2 om atomer finnes det en ramme som heter «Forskning!». Denne delen tar for seg forskning som går på bruk av simuleringer i kjemi og beskriver hvordan det kan brukes til å forutsi egenskaper til stoffer og få innsikt i hvordan atomer og bindinger fungerer. Mot slutten av kapittel 1 finnes det to sider som kalles for «Kjemisk dypdykk». Disse sidene består av fire tekstdeler med hver sin tittel. En rute beskriver hvordan vårt periodesystem bare er ett av flere, og utfordrer elevene til å prøve å finne ut hvordan et annet periodesystem er organisert. En annen rute heter *Superkrefter*, og kobler van der Waals-bindinger og overflate til gekkoen og mikrofiberkluten. En rute beskriver hvordan grunnstoffer stammer fra kosmiske fenomener, mens den siste forteller hvordan emisjons- og absorpsjonsspektre kan brukes for å si noe om forholdene på andre planeter. Tekstene her beskriver både faglige og hverdagslige fenomener, sier litt om vitenskapshistorie, og gir elevene noen «fun facts»

#### 4.5: Bruk av «binding» i senere kapittel

Ut ifra kompetansemålene som kunne knyttes til kjerneelementet om kjemiske bindinger og strukturer, har noen emner blitt valgt ut for å se etter bruk av kunnskap om kjemiske bindinger. Disse temaene er som følger *kjemiske reaksjoner, termokjemi, syrer og baser og organisk kjemi*. Denne delen tar for seg ett og ett av temaene, og ser på hyppighet og bruk av kjemiske bindinger i gjeldende kapittel/delkapittel for hver av lærebøkene.

##### 4.5.1: Kjemiske reaksjoner

Tabell 4.9 viser en oppsummering av bruken av «binding» i tekst om *kjemiske reaksjoner* for de tre lærebøkene.

**Tabell 4.9:** Oppsummering av bruk av «binding» i tekst om *kjemiske reaksjoner* i de tre lærebøkene.

	Kapittel/ delkapittel brukt	Antall sider	Antall ganger «bindinger» er funnet	Brukt til å definere og forklare nye begrep og fenomen?	Får elevene ny og dypere kunnskap om bindinger?
<b>Kjemien stemmer</b>	3.7-3.10 (ikke del i 3.10 om balansering)	12	21	Ja	Nei
<b>Aqua</b>	3.1-3.2	9	3	Ja	Nei
<b>Kjemi 1</b>	2.2	16	8	Ja	Nei



Kjemiske bindinger dukker opp flest ganger i Kjemien stemmer sin del om kjemiske reaksjoner. Alle de tre lærebøkene beskriver hvordan bindinger brytes og dannes i en kjemisk reaksjon. I Kjemien stemmer nevnes flere bindingstyper: «*Metallbindinger i kobber og kovalente bindinger i O<sub>2</sub> brytes, og ionebinding dannes når CuO dannes*». Et «grønt spørsmål» i Aqua spør hvilke bindingstyper elevene tror finnes i komplekser. Kjemien stemmer og Kjemi 1 nevner «binding» i forbindelse med hva som skjer i en redoksreaksjon. I Kjemi 1 står det: «*Man har kovalente bindinger i Cl<sub>2</sub> og H<sub>2</sub>, men en polar kovalent binding i HCl, hvor bindingselektronene er forskjøvet mot Cl slik at Cl er redusert*». I alle bøkene brukes «binding» stort sett i definisjoner og fakta om nye begrep og fenomen, og det blir ikke tilført noe tydelig ny og dypere kunnskap om kjemiske bindinger.

#### 4.5.2: Termokjemi

Tabell 4.10 viser en oppsummering av bruken av «binding» i tekst om *termokjemi* i de tre lærebøkene.

**Tabell 4.10:** Oppsummering av bruk av «binding» i tekst om *termokjemi* i de tre lærebøkene.

	Kapittel/delkapittel brukt	Antall sider	Antall ganger «bindinger» er brukt	Brukt til å definere og forklare nye begreper og fenomen?	Får elevene ny og dypere kunnskap om bindinger?
<b>Kjemien stemmer</b>	4 (utenom del om likevekt)	27	42	Ja	Nei
<b>Aqua</b>	6	20	25	Ja	Nei
<b>Kjemi 1</b>	4	31	51	Ja	Delvis

Kjemien stemmer starter med å repetere hva som skjer med bindinger i en reaksjon, og bindingsentalpi defineres som «*entalpiendringen som må til for at en binding skal brytes*». Kjemi 1 nevner også bindingsentalpi, det gjør ikke Aqua (selv om reaksjonsentalpi forklares med bruk av «binding»). Både Aqua og Kjemi 1 starter med å koble bindinger til indre energi. Utsagn fra Kjemi 1 om binding og energi er for eksempel «*Den indre energien kommer fra kreftene mellom atomene, altså bindingene*», «*Energi finnes i alle kjemiske bindinger*» og «*Å bryte bindinger krever alltid energi*». De to siste utsagnene her kan virke som motsetninger. Selv om Kjemien stemmer ikke nevner indre energi, sies det også her at det krever energi å bryte en binding. «Binding» brukes til å definere og forklare begreper som aktivert kompleks, katalysator, aktiveringsenergi og kollisjonsteori i alle de tre lærebøkene.

Noe i Kjemi 1 skiller seg litt ut: Det forklares at HCl har sterkere binding og høyere bindingsentalpi enn Cl<sub>2</sub> på grunn av at hydrogen er så lite at atomene kommer nærmere hverandre. Et annet sted står det: «*Hydrokarboner gir fra seg mye energi når de forbrennes siden de inneholder mange kovalente bindinger og dermed har høy bindingsentalpi*». Her kommer det noe ny kunnskap om hva som kan påvirke bindingsstyrke, og bindingstype og energi brukes til å forklare hvorfor hydrokarboner gir oss mye energi. Dette kan delvis føre til ny forståelse og kunnskap om bindinger. Ellers forteller alle bøkene at kjemiske bindinger

inneholder energi, og at det kreves og frigis energi når bindinger brytes og dannes. Dette er hovedsakelig ny fakta som ikke fører til mer forståelse for fenomenet «kjemiske bindinger».

#### 4.5.4: Syrer og baser

Oppsummering av bruk av «binding» i kapitler om syrer og baser finnes i tabell 4.12.

**Tabell 4.12:** Oppsummering av «binding» brukt i tekst om syrer og baser i de tre lærebøkene.

	Kapittel/ delkapittel brukt	Antall sider	Antall ganger «bindinger» er brukt	Brukt til å definere og forklare nye begreper og fenomen?	Får elevene ny og dypere kunnskap om bindinger?
Kjemien stemmer	5	29	0	Nei	Nei
Aqua	8	26	3	Ja	Ja
Kjemi 1	7	34	0	Nei	Nei

«Binding» er ikke funnet i Kjemien stemmer og Kjemi 1 sine kapitler om syrer og baser, men har blitt brukt av Aqua. Her nevnes «binding» 3 ganger når det forklares hvorfor syrlinger er svakere enn syrene. «*Jo mer polar binding mellom O og H, desto lettere spaltes  $H^+$  av*». Det forklares at S-atomet i svovelsyring får drahjelp av to O-atomer til å trekke elektroner bort fra OH-gruppa, og dermed gjør bindingen mellom O og H mer polar. I svovelsyre får S-atomet drahjelp fra tre O-atom, og dermed blir denne bindingen mer polar. Dette er ny kunnskap om hvordan resten av molekylet kan påvirke styrken til en binding, og at bindingsstyrke har betydning for syrestyrke. Ingen av bøkene nevner bindinger når det snakkes om protolyse.

#### 4.5.5: Organisk kjemi

Tabell 4.13 viser en oppsummering av «binding» brukt i kapitlene om organisk kjemi i de tre lærebøkene.

**Tabell 4.13:** Oppsummering av «binding» brukt i tekst om organisk kjemi i de tre lærebøkene.

	Kapittel/ delkapittel brukt	Antall sider	Antall ganger «bindinger» er brukt	Brukt til å definere og forklare nye begreper og fenomen?	Får elevene ny og dypere kunnskap om bindinger?
Kjemien stemmer	7	35	46	Ja	Delvis
Aqua	5	21	52	Ja	Delvis
Kjemi 1	5	35	54	Ja	Ja

I kapitlene om organisk kjemi har alle tre lærebøkene brukt «binding» ofte. Alle lærebøkene har startet kapitlet med å forklare at karbon er spesielt fordi den kan inngå i mange ulike bindinger. Alle lærebøkene bruker bindinger til å forklare oppbygning og egenskaper, slik som løselighet og kokepunkt, for ulike stoffgrupper. Både Aqua og Kjemi 1 sammenligner alkaner og alkoholer med tanke på egenskaper, forholdet mellom bindinger og egenskaper er kjent for elevene fra før. Kjemien stemmer og Aqua kommer med noe ny kunnskap om forskjeller mellom enkelt- og dobbeltbinding. Aqua beskriver at dobbeltbindingen er kortere enn

enkeltbindingen og at kortere avstand gir sterkere binding. Begge bøkene beskriver hvorfor alkener er mer reaktive enn alkaner på grunn av dobbeltbindingen. I Kjemien stemmer står det at «*en dobbeltbinding består av en vanlig kovalent og en mer reaktiv binding av en annen type*», og denne andre bindingen kan lettere brytes. I Kjemien stemmer beskrives det også at det er fri rotasjon rundt enkeltbindingen, men ikke rundt dobbeltbindingen.

Kjemi 1 forklarer hvorfor etansyre er sur og ikke etanol, noe som gir økt forståelse om kjemiske bindinger. «*O-H-bindingen i syra blir mer polar, og H blir mer sur siden C=O trekker mye mer på elektronene i bindingen enn karbonkjeden i etanol*». Forklaringen kan gi innsikt i hvordan resten av molekylet kan påvirke en binding, og at binding har noe å si for surhet. Denne beskrivelsen kan minne om forklaringen Aqua hadde i kapittel om syrer og baser. I Kjemi 1 har også «binding» blitt brukt til å forklare ulike typer isomeri.

## Kapittel 5: Diskusjon

### 5.1: Kjennetegn for kapitlene om kjemiske bindinger i de nye kjemilærebøkene

Det første forskningsspørsmålet spør hva som kjennetegner kapitlene om kjemiske bindinger i de tre nye kjemilærebøkene. For å svare på dette er det av interesse å se på strukturering og oppbygging av kapitlene, rekkefølge av temaer, innhold om kjemiske bindinger, fremstilling av hovedteksten, og hvilke forklaringer og eksempler hovedteksten består av. Kjennetegnene for disse kapitlene er spesielt interessante å se i sammenheng med kjerneelementet og kompetansemålet som omhandler kjemiske bindinger, Bergqvist et.al (2013) sine anbefalinger for undervisning av kjemiske bindinger, samt teori og forskning om lærebøker.

#### 5.1.1: Strukturering og rekkefølge av innhold i kapitlene

Både strukturering og rekkefølge i kapitlene om kjemiske bindinger er nokså lik for alle de tre lærebøkene. Kapittelet om kjemiske bindinger kommer tidlig i alle lærebøkene, noe som kan være nyttig siden læring av andre kjemiske konsepter i stor grad er avhengig av en forståelse av kjemiske bindinger (Nahum, Mamlok-Naaman, Hofstein, & Taber, 2010). Kapitlene om kjemiske bindinger er igjen bygd opp av delkapitler, og består av hovedtekst, illustrasjoner, oppgaver og diverse tillegg. Alle tre bøkene har rammer med viktig informasjon eller definisjoner fordelt i kapittelet. Aqua er den boken som har med flest ulike elementer i kapittelet, slik som «har du tenkt på?», «utforsk» og «har du forstått?». Kjemi 1 er nok den boken som har færrest slike elementer spredt rundt i boken, men har samlet en del ekstra tillegg i sidene som kalles «kjemisk dypdykk». Både Kjemien stemmer og Aqua presenterer kompetansemålet det skal jobbes med i starten av kapittelet, Kjemi 1 har ikke med dette, men beskriver læringsutbyttet.

I kapitlene ser man den samme trenden i rekkefølge av faginnhold om kjemiske bindinger. Først litt generell informasjon om bindinger av ulik karakter, deretter består resten av kapitlene om sterke bindinger og svake bindinger. Det er stor grunn til å tro at både rekkefølge av kapitler og delkapitler er styrende for rekkefølge av ulike temaer i kjemiundervisningen, siden læreboken er den viktigste organisatoren for ulike temaer på alle klassetrinn (Kahveci, 2010). Bergqvist et.al (2013) peker på viktigheten av å ha søkelys på det som er felles for alle bindinger, og heller redusere mengde innhold som går på de ulike bindingstypene (Bergqvist, Drechsler, Jong, & Rundgren, 2013). Å starte med det som er felles for bindinger vil si å starte mer generelt, før det mer spesifikke blir gått inn på. Det at alle bøkene først har en mer generell del, kan indikere at kjemiske bindinger introduseres generelt før det blir gått mer spesifikt inn på de enkelte bindingstypene.

Bergqvist et.al (2013) kommer med klare anbefalinger når det gjelder hvilken rekkefølge de ulike sterke bindingene skal introduseres i. Dette er anbefalinger som skal bidra til best mulig forståelse av metallbinding, ionebinding og kovalent binding. For å hindre at alle forbindelser blir sett på som «kovalente molekyler» blir det foreslått å starte med metallbindingen, deretter ta ionebindingen, og til slutt introdusere den kovalente bindingen. Slik blir det

kanskje lettere for elevene å tenke på natriumklorid som en krystallstruktur, og ikke som enkle diatomiske molekyler (Bergqvist, Drechsler, Jong, & Rundgren, 2013). I Kjemien stemmer ser man akkurat denne rekkefølgen som Bergqvist et.al. beskriver. Aqua og Kjem 1 forklarer først ionebindingen direkte etter at elektronegativitet har blitt gått gjennom, og deretter den kovalente bindingen. Metallbindingen blir tatt opp til slutt. Kjemien stemmer tar opp nettverksstoffer som en egen del til slutt, selv om Bergqvist et.al. anbefaler å starte med å beskrive kovalente bindinger i slike strukturer før de beskrives i molekyler. Man kan spørre seg hva som vil være mest avgjørende for forståelsen, rekkefølgen eller innholdet?

#### *5.1.2: Elementer som er med om kjemiske bindinger i kapitlene*

Av figurene 4.1-4.4 kan man se at bøkene i all hovedsak fokuserer mye på inndelingen av sterke og svake bindinger, og har med mindre om kjemiske bindinger generelt. For å kunne si noe om hva som kjennetegner kapitlene om kjemiske bindinger, er det viktig å se på hvilke elementer om kjemiske bindinger de ulike lærebøkene har med.

#### *Kjemiske bindinger*

Det er ulikt hva lærebøkene har med i den generelle delen. Kjemien stemmer starter rett på med en kort beskrivelse av sterke og svake bindinger, og hvordan man kan bestemme bindingstype ved hjelp av periodesystemet. Aqua sin generelle del tar for seg periodesystemet, og deretter elektronegativitet før ulike sterke bindinger, mens Kjem 1 introduserer begrepet kjemiske bindinger etter at periodesystemet og oktettregelen har blitt snakket om. Generelt ser man at alle lærebøkene har rettet lite oppmerksomhet mot kjemiske bindinger som fenomen, og mye mot de ulike bindingstypene. Ifølge Bergqvist et.al. (2013) burde det heller vært omvendt for å sikre en god forståelse for fenomenet.

Kjemiske bindinger fremstilles ved hjelp av modeller, og slik som litteraturen også fremhever, er det få forklaringer som viser elevene at modellene ikke er virkeligheten, og som sier noe om styrker og svakheter ved modellene (Nahum, Mamlok-Naaman, Hofstein, & Taber, 2010). Det at Aqua har med noe om at det er vanskelig å vite hvor hydrogen skal plasseres i periodesystemet, kan kanskje være med å vise elevene at periodesystemet er menneskeskapt og har både styrker og svakheter. Også når det gjelder metallbindingen drar Aqua frem at dette er en forenkling, og at teorien bak modellen er tung og vanskelig. Her viser Aqua at det elevene lærer er en modell og ikke virkeligheten, og skiller seg noe fra de to andre lærebøkene.

Kompetansemålet som omhandler kjemiske bindinger, beskriver at elevene skal kunne forstå kjemiske bindinger som elektrostatiske krefter. Også Bergqvist et.al. (2013) peker på viktigheten av at elevene forstår at alle bindingstyper er elektrostatiske krefter. Selv om Aqua bruker *tiltrekningskrefter* i stedet for *elektrostatiske krefter*, er det i denne læreboken bindinger i størst grad fremstilles som elektrostatiske krefter. Aqua henviser ofte til Coulombs lov for å forklare ulike fenomener som handler om bindinger. Også Kjemien stemmer nevner Coulombs lov og elektrostatiske krefter, men det dras ikke inn like ofte som i Aqua. Økes søkelyset på elektrostatiske krefter, trenger man ikke i like stor grad å benytte oktettregelen

til å forklare bindinger (Bergqvist, Drechsler, Jong, & Rundgren, 2013). Kjemi 1 benytter i stor grad oktettregelen i forklaringer om bindinger, og nevner ikke Coulombs lov i dette kapittelet. Dette kan føre til misoppfatninger om hvorfor kjemiske bindinger dannes, og gjøre elevene mindre forberedt på å forstå andre kjemiske fenomener og mer avanserte teorier de kan møte på senere.

Ringnes og Hannisdal (2017) drar frem viktigheten av å koble kjemiske bindinger og egenskaper sammen, noe alle bøkene har med i en viss grad. Kanskje kan det være lettere å huske egenskaper ulike stoffgrupper har, og slik også kunne si noe om bindingene? Dette sees spesielt i Kjemien stemmer, som har egne avsnitt som ser på egenskaper på grunn av ulike bindinger. Mange av begrepene fra analysen av Kjemien stemmer var egenskaper, og disse ble ikke funnet i de andre bøkene. Dette vitner om at Kjemien stemmer ikke bare nevner egenskaper, men også beskriver og forklarer dem. Kjemi 1 har et eget kapittel senere om «egenskaper og reaksjoner», og har ikke med like mye av dette i kapittelet om kjemiske bindinger.

### *Sterke bindinger*

Sammenlignes de ulike sterke bindingstypene for hver av bøkene, viser figur 4.5 at Kjemien stemmer og Aqua prioriterer mest plass til den kovalente bindingen, mens Kjemi 1 har størst fokus på ionebindingen. Ser man på hver av bindingstypene, er Kjemien stemmer den læreboken som inneholder flest ord om den kovalente bindingen, Kjemi 1 har flest ord om ionebindingen og Aqua flest ord om metallbindingen. Det er altså noe ulikt hvordan bindingstypene prioriteres i de ulike lærebøkene.

Som nevnt tidligere er det en fordel om bindinger beskrives som elektrostatiske krefter, dette gjelder også for *kovalente bindinger*. Forklaringen om at en kovalent binding er elektrondeling mellom to atomer kan fort føre til misforståelser om at elektroner tiltrekker hverandre (Bergqvist, Drechsler, Jong, & Rundgren, 2013). Alle de tre bøkene starter med å presentere den kovalente bindingen som en binding hvor to atomer deler elektroner, og både Aqua og Kjemi 1 presiserer at dette er en måte å oppfylle oktettregelen. Som nevnt tidligere kan oktettregelen gjøre at elevene ikke helt forstår hvorfor bindinger dannes. Oktettregelen er en trend man ser, og ikke en regel alle stoffer handler etter (Chang & Goldsby, 2014). Likevel har alle bøkene også med en beskrivelse om at elektronene som deles tiltrekkes av atomkjernene til begge atomene. Kanskje burde denne forklaringen kommet tydeligere og tidligere, slik at elektrostatiske krefter hadde lagt grunnlaget for forståelsen av den viktige kovalente bindingen. Bergqvist et.al. (2013) foreslår som sagt å starte med å beskrive kovalente bindinger i nettverksstoffer og faste stoffer, før det beskrives i molekyler. Ingen av bøkene har gjort dette, og fokuserer i all hovedsak på molekyler. Kjemien stemmer og Aqua nevner at kovalente bindinger finnes i nettverksstoffer, og Kjemien stemmer har også en egen del om dette i slutten av kapittelet. Det kan tenkes at elevene da får en utvidet forståelse av kovalente bindinger etter dette. I Kjemi 1 har ikke begrepet «nettverksstoff» blitt funnet noe sted.

En vanlig misforståelse om ioneforbindelser er at de ser ut som molekyler, og ikke som ordnede strukturer (Ringnes & Hannisdal, 2017). Som beskrevet ovenfor kan rekkefølgen av gjennomgang av de sterke bindingene være med å bidra til å hindre dette. I tillegg til rekkefølgen er det også viktig at teksten beskriver *ionebindingen* i sammenheng med ioneforbindelsens struktur. Begrepet «ionegitter» ble funnet i analysen av Kjemien 1, men ikke funnet i det hele tatt i de to andre lærebøkene. Likevel inneholdt Kjemien stemmer en lignende beskrivelse av ionegitteret rett før ionebinding kort ble forklart. Dermed har begge disse bøkene i noen grad fått til koblingen mellom binding og struktur som er viktig for ioneforbindelser. Både Aqua og Kjemien 1 forklarer ionebindingen ut ifra oktettregelen, noe som igjen kan skape misforståelser. Kjemien 1 nevner likevel, sammen med Kjemien stemmer, elektrostatiske krefter som er viktig å ha med i beskrivelsen av alle bindinger. Aqua beskriver at ionene tiltrekkes hverandre og holdes sammen, uten å bruke ordet «krefter» eller «elektrostatiske krefter» Dette kan tenkes å skape forvirring.

*Metallbindingen* er en forenklet modell som ofte kan virke vanskelig for elevene å begripe. Også her er det viktig å dra frem at metallbindingen er elektrostatiske krefter og at metallbindingen henger nært sammen med metallstrukturen. Kjemien stemmer og Aqua bruker henholdsvis «elektrostatiske krefter» og «tiltrekningskrefter» i beskrivelsen, mens Kjemien 1 beskriver hvordan metallene gjør noe spesielt for å få oppfylt oktettregelen. Måten Kjemien 1 legger frem dette på, vil ifølge Bergqvist et.al (2013) øke sjansen for at elevene tenker feilaktig om hvorfor bindinger oppstår. For alle bøkene kommer metallstrukturen noe frem av seg selv, da det beskrives og vises hvordan flere metallioner danner et system.

### *Svake bindinger*

Når det gjaldt sterke bindinger, hadde alle bøkene med de samme bindingstypene, men med noe varierende mengde, rekkefølge og innhold. Når det kommer til svake bindinger er variasjonen større, som vist i figur 4.6. Kjemien stemmer har med klart minst, og nevner verken ion-dipolkrefter eller dipol-indusert dipolkrefter. Kjemien 1 har med mest om svake bindinger. Det er interessant å merke seg at Kjemien stemmer ikke nevner van der Waals-krefter, Aqua bruker det som synonym for dispersjonskrefter og Kjemien 1 bruker det som en samlebetegnelse for alle typer permanente eller midlertidige dipolbindinger. Valget mellom å forenkle eller holde seg nær «det mest korrekte» er omdiskutert, men det blir presisert at det er viktig å holde seg nær realiteten (Johnsen, 1999) og at lærebøker bør inneholde mest mulig korrekt informasjon (Bergqvist, Drechsler, Jong, & Rundgren, 2013). Kjemien 1 er læreboken som her gir elevene mest mulig korrekt informasjon, nemlig at van der Waals-krefter inkluderer flere svake bindingstyper. Både dipol-dipolkrefter, dipol-induserte dipolkrefter og dispersjonskrefter går inn under van der Waals-krefter (Chang & Goldsby, 2014, ss. 404-408). Det at Aqua bruker begrepet van der Waals synonymt med dispersjonskrefter er ukorrekt, og kan gjøre det forvirrende for elever som senere møter igjen dette begrepet på universitetsnivå.

Slik som for sterke bindinger, er det viktig å få frem at de svake bindingene også er elektrostatiske krefter. Kjemien stemmer (*elektrostatiske krefter*) og Aqua (*tiltrekningskrefter*) beskrev dette med samme kraft som ble brukt for de sterke kreftene, mens Kjemi 1 har beskrevet svake bindinger som *intermolekylære krefter*. Det kan tenkes at dette kan forvirre elevene til å tenke at det er en annen type kraft i svake bindinger enn i sterke bindinger. Alt i alt har lærebøkene et mye større søkelys på hva som er ulikt for de forskjellige bindingstypene enn hva som er felles for dem – altså elektrostatiske krefter.

### 5.1.3: Fremstilling av teksten i kapitlene om kjemiske bindinger

Generelt består teksten i alle lærebøkene av vitenskapelig kunnskap og fakta, og ett og ett tema blir stort sett gått gjennom. I både Kjemi 1 og Aqua var det et par avsnitt av en mer utforskende karakter, noe som kan støtte opp om forståelse og dybdelæring (Kunnskapsdepartementet, 2017). Tekstens framstilling stemmer overens med Kloster (2016) sin beskrivelse av at lærebøker i naturfag gir en «final form»-vitenskap, som ikke minner om vitenskapelige tekster. I Kjemien stemmer og Kjemi 1 fremstår språket mer kortfattet og konsist enn i Aqua, noe Kloster (2016) sier er typisk for lærebøker. Dette kan av og til være et hinder for gode forklaringer, kort er ikke alltid godt nok. I Kjemi 1 fremstår teksten noe mer avansert enn i Kjemien stemmer, for eksempel nevnes Schrødingers ligning og mange typer svake bindinger. At kunnskapen er mest mulig «korrekt» kan bidra til økt forståelse for noen elever. Likevel har vi også nettopp sett at Kjemi 1 virker mindre presis på andre områder, slik som i bruken av oktettregelen i stedet for elektrostatiske krefter for å forklare hvorfor kjemiske bindinger dannes.

Språket til hovedteksten i Aqua skiller seg ut fra den i Kjemien stemmer og Kjemi 1, og skiller seg fra det som ifølge Kloster (2016) kjennetegner tradisjonelle lærebøker. Her er språket mer som en samtale mellom en veileder og elev. Teksten stiller spørsmål til leseren, minner om gammel kunnskap, og har et mer personlig preg. Det kunne stå ting som «*Dere husker kanskje fra før*» eller «*Vi har jo nettopp snakket om*», som kanskje ikke er det man forventer av en kjemilærebok. Sammenlignes antall ord med antall begreper identifisert i analysen, er det tydelig at Kjemien stemmer har høyest tetthet av fagord, og Aqua har lavest tetthet av fagord. Dette kan tyde på at Aqua er den boken som bruker mest tid på hvert begrep og forklaring, noe som er et positivt tegn siden eleven trenger både bevis og forklaring på å forstå hvorfor noe er som det er. Skal bevis og forklaringer legges frem, trengs det nok tid og nok ord. Dette blir også tatt opp senere i forbindelse med grep som kan støtte opp om dybdelæring. Kjemien stemmer er den boken som i størst grad fremstår som mye oppramsing av nye begreper og temaer, noe også analysen av antall begreper og antall ord kan støtte opp om.

Til nå er det hovedteksten i bøkene som har blitt beskrevet. Ser man også på tilleggene av tekst som har blitt undersøkt, er det ulikt hva denne teksten tilfører hovedteksten. Kjemien stemmer og Kjemi 1 sine tillegg skiller seg ikke noe særlig ut fra hovedteksten. De er av faglig karakter, og drar frem eksempler som kan kobles til hverdagen til elevene. Igjen er det Aqua



som skiller seg noe mer ut. I tillegg til faglig kunnskap og hverdagslige eksempler har Aqua tillegg som oppfordrer elevene til å tenke over fenomener før de starter med kapittelet, utforske og undre seg. Problemløsning, undring og refleksjon er ifølge NOU (2015) en viktig forutsetning for fremme dybdelæring og slik oppnå en varig forståelse. Dette vil bli sett mer på senere i diskusjonen.

#### *5.1.4: Forklaringer og eksempler i kapitlene*

Læreboktekstens viktigste oppgave er å forklare for elevene (Johnsen, 1999). Derfor bør *forklaringer* være en sentral del av hovedteksten. Tabell 4.4 viser at man generelt finner mange forklaringer i de tre lærebøkene, spesielt i Kjemien stemmer. Dette henger nok i stor grad sammen med at det også var i Kjemien stemmer at flest begreper ble funnet. Videre kan man se at den største delen av forklaringene som er identifisert er såkalte «hva»-forklaringer. Den store andelen «hva»-forklaringer støtter opp om Kloser (2016) sin kritikk om at lærebøker i stor grad legger opp til pugging og at elevene må akseptere ny kunnskap uten å egentlig forstå den. Elever trenger bevis og forklaringer for å forstå hvorfor noe er som det er (Kloser, 2016). Da trenger de nok informasjon, og informasjon som forklarer hvorfor og hvordan noe er som det er. *Elektronegativitet* er trolig et begrep mange kan synes er vanskelig å forstå om det bare blir beskrevet som en verdi mellom 0,7 og 4,0. Ser man på forklaringene av dette begrepet i de tre lærebøkene, skiller Aqua seg ut ved å både presisere at dette er en relativ verdi og beskrive hvordan Pauling satte verdien til fluor først, og så beregnet de andre ut ifra denne. Denne forklaringen gir i økt grad forståelse fordi den forklarer mer i dybden og gir flere detaljer.

Ser man på andelen «*hvorfor*»-forklaringer fra tabell 4.4, ligger Kjemien stemmer og Kjemi 1 ganske likt, mens Aqua er den læreboken som skiller seg ut med størst andel «*hvorfor*»-forklaringer, på 35%. Av figur 4.10 kan man se at alle de tre lærebøkene i stor grad har flest «*hvorfor*»-forklaringer på temaene sterke og svake bindinger. Dette kunne man forvente, da alle bøkene fokuserer mye på inndelingen i sterke og svake bindinger. På temaet som handler om kjemiske bindinger og forkunnskaper, skiller Aqua seg ut med flere «*hvorfor*»-forklaringer enn de to andre, noe som kan være viktig for en generell forståelse av hva bindinger faktisk er. For å kunne gå i dybden på hva kjemiske bindinger er, trengs det nok kunnskap (National Research Council, 2000), og kanskje spesielt grunnleggende kunnskap om kjemiske bindinger.

Når det gjelder «*hvordan vet vi*»-forklaringer, er det Kjemi 1 som skiller seg positivt ut med en andel på 6,5%. Likevel er det svært få slike forklaringer i alle de tre lærebøkene, og Kjemien stemmer har ingen. Figur 4.10 viser at «*hvordan-vet-vi*»-forklaringene til Kjemi 1 er spredt over flere temaer, men at det finnes flest på temaet «*kjemiske bindinger og forkunnskaper*». Svar på hvordan vi vet noe kan bli sett på som et bevis elevene trenger for forståelse, og det kan også gi større innsikt i hvordan modeller er utviklet. Dette kan bidra til økt forståelse av at modeller ikke er virkeligheten, og at alle modeller vil ha styrker og svakheter (Ringnes & Hannisdal, 2017). En god vitenskapelig forklaring bør forklare både *hva*, *hvorfor* og *hvordan*

(Osborne & Patterson, 2011) og forklaring av årsak til et fenomen blir dratt frem som den viktigste delen av en vitenskapelig forklaring (Aschehoug og Gyldendal, 1993). Det at alle bøkene klart har flest «hva»-forklaringer, vitner om at mye i bøkene er påstander og enkel fakta. Kjemier er et vitenskapelig fag, og man kan spørre seg om man ikke burde sett tydeligere vitenskapelige forklaringer som forklarer årsaker.

To viktige forutsetninger for læring og forståelse er at kunnskapen bygger på tidligere erfaringer (National Research Council, 2000) og at det som læres oppleves meningsfylt (Ringnes & Hannisdal, 2017). Ved å henvise til eksempler og fenomener elevene kjenner fra hverdagen sin, vil trolig disse forutsetningene styrkes. Tabell 4.7 viser at Kjemien stemmer totalt har flest eksempel, mens Kjemie 1 har færrest. Selv om Kjemien stemmer har noen flere hverdagslige eksempel enn de to andre, er det Kjemie 1 som har størst andel hverdagslige eksempel, med 33% (mot 24% for Kjemien stemmer og Aqua). Som resultatdelen viser, består de hverdagslige eksemplene til Kjemien stemmer av mer faglig karakter enn de to andre lærebøkens hverdagslige eksemplene. Spesielt noen av eksemplene til Kjemie 1 kan oppleves meningsfulle, for eksempel beskrivelse av hydrogenbindinger i genmaterialet vårt. Likevel kan man si at alle bøkene består av flest faglige eksempler. Faglige eksempler er også selvfølgelig bra, og viser den viktige koblingen mellom stoffers egenskaper og bindinger (Ringnes & Hannisdal, 2017). Eksempler og observasjoner, både fra klasserommet og hverdagen, kan være med å avgrense et begrep og en definisjon, samt vise sammenhenger mellom ulike begreper (Dewey, 1910). Likevel vil faglige eksempler ofte være «ny» kunnskap for elevene, og ikke bygge på tidligere erfaringer.

Både forklaringer som forklarer hvorfor og hvordan, og eksempler fra hverdagen, kan være viktig for at kunnskapen om kjemiske bindinger skal gi mening og oppleves meningsfull. Dette er igjen en viktig forutsetning for at kunnskapen skal lagres i langtidsminnet, og føre til varig læring og forståelse (Ringnes & Hannisdal, 2017).

## 5.2: «Grep» som kan støtte opp under elevenes arbeid med innholdet for å oppnå forståelse og dybdelæring

Et tydelig hovedfokus i LK20 er dybdelæring. Ifølge NOU (2015) inneholder de nye læreplanene færre temaer som skal bli gått mer grundig gjennom, for å sikre dypere læring og forståelse. Engasjement, undring og utforskertrang blir dratt frem som viktige verdier som kan legge til rette for dybdelæring. De nye lærebøkene kom ut som en respons på de nye læreplanene, og et naturlig spørsmål er da om disse lærebøkene også har et hovedfokus på dybdelæring. Forskningsspørsmålet denne delen forsøker å svare på er: *Finnes det «grep» i lærebøkene som kan støtte opp under elevenes arbeid med innholdet for å oppnå forståelse og dybdelæring?* Både nok tid til fordypning og det å kunne bruke kunnskapen i nye situasjoner er viktige kjennetegn ved dybdelæring. I tillegg vil AAAS sine kriterier for en god lærebok bli vurdert, da mange av disse også er viktige kriterier for å legge til rette for dybdelæring.

### *5.2.1: Tidsbruk og tetthet av fagord i kapitlene om kjemiske bindinger*

Noe av det som blir dratt frem som det viktigste når det gjelder dybdelæring, er økt tidsbruk. Dette kommer tydelig frem i beskrivelse av formålet til den nye læreplanen, og man kan også se en reduksjon i antall kompetansemål i den nye læreplanen. Så er spørsmålet om man også kan se tegn som tyder på økt tidsbruk i kapitlene om kjemiske bindinger. Som nevnt i del 5.1 har Kjemien stemmer den høyeste tettheten av fagord i kapitlet om kjemiske bindinger. Aqua er den boken med lavest tetthet av fagord. Tetthet av fagord kan gi en pekepinn på hvor mye tid som blir brukt per begrep. Dette resultatet kan tyde på at Aqua er den av bøkene som gir elevene mest tid til å forstå og gå i dybden. Selv om Aqua skiller seg positivt ut fra de to andre lærebøkene, gir alle lærebøkene inntrykk av oppramsing av ulike temaer. Dybdelæring handler om å gradvis utvikle kunnskap og varig forståelse. En gradvis utvikling av kunnskap kan være vanskelig å finne igjen i bøkene, da det i all hovedsak blir tatt opp ett og ett tema. Likevel vil flere ord brukt per tema gi noe mer tid til forståelse og fordypning (NOU 2015: 8, 2015) og til å tenke over store idéer (National Research Council, 2000). Også språket til Aqua kan sies å bidra med dette siste grepet for å legge til rette for dybdelæring. Spørsmål i teksten og i tilleggstekst prøver å få elevene til å tenke over erfaringer og idéer. Kanskje elevene da oppfordres til å bruke noe mer tid på å tenke i tillegg til å lese, slik at dette bidrar til økt tidsbruk per tema.

### *5.2.2: Bruk av kunnskapen over tid og i nye situasjoner*

Delen av analysen som gikk på å se etter bruk av kjemiske bindinger i andre kapitler kan brukes til å si noe mer om kunnskapen blir brukt over tid, og i nye situasjoner. Dybdelæring defineres som gradvis utvikling av kunnskap og varig forståelse av begreper over tid (Utdanningsdirektoratet, 2019). Kan man se en gradvis utvikling av begrepet «kjemisk binding», ikke bare i kapitlene om kjemiske bindinger, men også i bøkene generelt? Som nevnt før, bar kapitlene om kjemiske bindinger til alle bøkene preg av å ta for seg ett og ett tema, med hovedfokus på inndelingen i sterke og svake bindinger. Ut ifra dette ble det også forventet å se det samme igjen på en større skala, nemlig at de ulike kapitlene handler om hvert sitt tydelige tema, og at de ikke er knyttet sammen noe særlig. Dette var også stort sett det som ble sett i lærebøkene. Ut ifra det som ble funnet i analysen, er det liten grad av elementer som gir en videre utvikling av kunnskap om kjemiske bindinger. Det var lite progresjon og gradvis utvikling av kunnskap å spore i lærebøkene. NOU (2015) beskrev hvordan progresjon skulle bli en viktigere del av den nye læreplanen. Progresjon og dybdelæring henger tett sammen, den ene er viktig for den andre (NOU 2015: 8, 2015). De fleste stedene kjemiske bindinger dukket opp, ble det nevnt for å definere eller beskrive nye begreper. Dette gjorde seg gjeldene i kapitler om kjemiske reaksjoner, termokjemi og organisk kjemi. Eventuell ny kunnskap om kjemiske bindinger som kom frem her, slik som «det finnes energi i alle kjemiske bindinger» og «den ene bindingen i dobbeltbindingen er svakere enn den andre» er påstander elevene bare må godta, og som lett kan skape forvirring og

misforståelser. Det viste stort sett ikke en utvikling av kunnskap og forståelse om kjemiske bindinger.

Et av de viktigste kjennetegnene for dybdelæring er at kunnskapen kan brukes i nye og ukjente situasjoner (Utdanningsdirektoratet, 2019). Om man skal bruke noe i en ny situasjon, forutsetter dette at hovedprinsippene er forstått (National Research Council, 2012), så dette er en god måte å både sjekke og utvide sin egen forståelse. Det er som sagt lite å finne av bruk av kjemiske bindinger på en måte som gir økt forståelse. Selv om det har blitt gjort funn av bruk av «bindinger» i flere kapitler, så vil jeg påstå at kunnskapen nevnes, og ikke brukes. Likevel er det et par eksempler som i større grad får til å bruke kunnskapen i nye situasjoner. I Aqua sitt kapittel om syrer og baser og Kjemi 1 sitt kapittel om organisk kjemi finnes det ganske lignende forklaringer. Her brukes kunnskap om binding og bindingsstyrke til å forklare variasjon i syrestyrke. Både elektronegativitet og polaritet til bindingen brukes til å forklare hvordan resten av molekylet kan påvirke styrken til bindingen, og dermed hvor sur forbindelsen er. Disse eksemplene viser hvordan bindinger kan brukes i en ny situasjon for å skape forståelse, og vise en sammenheng mellom binding og syrestyrke. I tillegg kan dette kanskje også utvide og utvikle forståelsen og kunnskapen elevene har om bindinger. Dette er det eneste tydelige sporet av at binding brukes på en måte som øker forståelsen for kjemiske bindinger og for fenomenet som forklares. Selv om disse eksemplene kan være med på å legge til rette for dybdelæring om kjemiske bindinger, er det totalt sett svært lite utvikling og bruk av «kjemiske bindinger» gjennom bøkene.

### 5.2.3: AAAS sine kriterier for en god lærebok

Kriteriene AAAS har for hva som kjennetegner en god lærebok handler om at det som står skal oppleves meningsfullt, bygge på elevenes idéer og erfaringer, engasjere, vise utvikling av vitenskapelige idéer og ha progresjon (AAAS, 2005). Dette er kriterier som også blir dratt frem som viktige for dybdelæring. Totalt sett ble det funnet få av AAAS sine kriterier i bøkene. I Kjemi 1 ble det funnet færrest kriterier. Tilleggsteksten på «Kjemisk dypdykk» ble sett på som engasjerende, mens noen av de hverdagslige eksemplene i hovedteksten i stor grad kunne oppleves meningsfullt. At noe oppleves engasjerende og meningsfullt er viktige kriterier for læring, men det er viktig å påpeke at det ikke fantes noen andre tydelige kriterier fra AAAS i Kjemi 1. Det kan vitne om en stor mengde opprømsing av vitenskapelig kunnskap og fakta, og lite bruk av elevenes erfaringer og kunnskaper.

I Kjemien stemmer og Aqua har det blitt funnet noen flere kriterier i tillegg til de som ble funnet i Kjemi 1, for eksempel *utvikling og bruk av vitenskapelige idéer*. Dette kan kanskje være et bidrag til at elever opplever en gradvis utvikling av kunnskap, og at det brukes noe mer tid på å forstå noe. Dette kan være et viktig bidrag til økt forståelse. Aqua er den eneste boken hvor kriteriet *tenke over fenomen, erfaringer og kunnskap* ble funnet. Dette ble funnet flere ganger, og gjaldt både egne erfaringer, og fenomener og kunnskap de nettopp hadde lært om. Dette kriteriet kom tydelig frem i hovedtekstens spørsmål og i diverse av tilleggene. Dette er et svært viktig punkt for dyp læring og forståelse, og det er bemerkelsesverdig at

dette ikke har blitt funnet i de to andre lærebøkene. Totalt sett er det altså få av kriteriene til AAAS som er funnet. I Aqua er det funnet noen flere kriterier, og fremstår ut ifra AAAS sine kriterier som noe bedre enn de to andre lærebøkene. Det at Aqua har med noen flere kriterier indikerer også noen flere grep som kan støtte opp om dybdelæring i Aqua enn i de to andre lærebøkene.

Selv om læreplanen har økt oppmerksomhet på dybdelæring i skolen, er det altså lite spor av dybdelæring å finne i bøkene. Så kan man spørre seg hvor enkelt det lar seg gjøre for lærebøkene å legge til rette for dybdelæring? Dagens lærebøker gir kanskje ikke noe særlig rom for dette. Bøkene består av mye tekst som presenterer og ramser opp all viktig informasjon for elevene. Skal det blir rom for mer dybdelæring i lærebøkene, trengs det kanskje en endring i hvordan vi tenker en typisk lærebok skal se ut, både i utforming, struktur og innhold. Skal lærebøkene gi elevene bedre tid til å undre seg og utforske, inneholde progresjon både i kapittelet og i hele boken, og inneholde AAAS sine kriterier, trengs det en omstilling i hvordan en lærebok kan og bør se ut. Kanskje kan det i fremtiden bli mer vanlig med lærebøker som er utformet som «arbeidsbøker», som i større grad gir elevene oppdrag og utfordringer til å komme frem til informasjonen selv? Dette kan kanskje i større grad føre til dybdelæring i kjemifaget, og gjøre det lettere å bruke læreboken aktivt i undervisningen.

### 5.3: Oppsummering

Skal man oppsummere hva som kjennetegner disse tre nye kjemilærebøkene sine kapitler om kjemiske bindinger, er det flere elementer å peke på. Det som er felles for bøkene er også det som ofte blir dratt frem som kritikk mot tradisjonelle lærebøker. Alle bøkene sine kapitler om kjemiske bindinger består hovedsakelig av vitenskapelig fakta som «final form»-vitenskap, og forklarer i mindre grad i dybden. Bøkene tar opp ett og ett tema etter hverandre, og fokuserer lite på hvordan man har kommet frem til ulike teorier og modeller. Ser man på hva som er viktig å tenke på i undervisningen av kjemiske bindinger, har ingen av bøkene et stort søkelys på det som er felles for alle bindinger, men heller på hva som kjennetegner de ulike bindingstypene. Et mer utforskende språk, mindre tetthet av fagord og størst andel «hvorfor»-forklaringer, gjør at Aqua nok er den boken hvor kapittelet om kjemiske bindinger skiller seg mest ut på en positiv måte. Selv om Kjemi 1 ofte virker til å ha et mer presist og avansert språk, blir oktettregelen brukt til å forklare hvorfor bindinger dannes i mye større grad enn elektrostatiske krefter. Dette er noe som kan føre til misoppfatninger og som flere kilder advarer mot.

Det er funnet få «grep» i lærebøkene som kan støtte opp om dybdelæring, men det finnes forskjeller mellom bøkene. Aqua har lavest tetthet av fagord, og i tillegg kan det utforskende språket være med å øke tidsbruken per tema og begrep. Kjemien stemmer har klart høyest tetthet av fagord, noe som tyder på lite tidsbruk per tema og begrep. I alle de tre bøkene har kjemiske bindinger ofte blitt nevnt i definisjoner og beskrivelser av nye begreper og fenomen, men stort sett brukes ikke kunnskapen om kjemiske bindinger. Dermed gir ikke bøkene en

gradvis utvikling av kunnskap og forståelse om kjemiske bindinger, og elevene blir ikke utfordret til å bruke kunnskapen de besitter i nye situasjoner. Dette er uheldig, da dette er et svært viktig kriterium for dybdelæring. Aqua og Kjemi 1 har ett eksempel hver på at kunnskapen om kjemiske bindinger brukes i en ny situasjon, noe slikt ble ikke funnet for Kjemien stemmer. Når det gjelder AAAS sine kriterier for en god lærebok, kommer Aqua noe bedre ut enn de to andre, og Kjemi 1 kommer dårligst ut. Flere av kriteriene som har blitt funnet i Aqua skyldes i stor grad diverse tillegg til hovedteksten, og et mer utforskende og spørrende språk.

## Kapittel 6: Konklusjon

### 6.1: Konklusjon av studiens forskningsspørsmål

Det er mange fellestrekk å se i de tre lærebøkens kapitler om kjemiske bindinger. Bøkens kapitler om kjemiske bindinger kjennetegnes av «final form»-vitenskap, mange begreper som ramses opp etter hverandre, og et hovedfokus på inndelingen i sterke og svake bindinger. De fleste forklaringene i hovedteksten er beskrivelser av hva noe er, det finnes mye mindre av forklaringer av hvorfor noe er som det er, eller hvordan vi vet dette. Det er heller ikke funnet noe særlig til «grep» som kan støtte elever i å oppnå forståelse og dybdelæring. Skal en bok trekkes frem her, har kanskje Aqua noen flere «grep» å spore. Disse grepene finnes stort sett på grunn av tilleggene til hovedteksten og det samtalelige og spørrende språket i boken. Det er få «grep» som legger til rette for at elevene kan utvikle dybdeforståelse, men dette blir kanskje vanskelig å få til så lenge lærebøkene hovedsakelig er utformet som oppslagsverk.

### 6.2: Studiens betydning for kjemiundervisning

For det første viser denne studien viktigheten av at lærere ser på lærebøker med et kritisk og vurderende blikk når nye kjemibøker skal velges, og for å finne ut hvordan en kjemilærebok kan brukes på best mulig måte. Studien viser hvor stor plass kjemiske bindinger har i kjemifaget. Lærebøkens fremstilling av kjemiske bindinger, satt i sammenheng med mulige utfordringer elever kan ha når det kommer til forståelse for kjemiske bindinger, gir et økt ansvar på læreren. Kjemilæreren må klare å legge til rette for forståelse av hva kjemiske bindinger faktisk er, at det er basert på flere modeller, og også klare å koble dette sammen med andre fenomener i kjemifaget. Denne studien viser også at man ikke kan stole på at lærebøkene legger til rette for dybdelæring. Å legge til rette for dybdelæring er viktig for at elevene skal kunne utvikle kompetanse i faget. Læreren har derfor et stort og viktig ansvar for å prøve å legge til rette for at elevene kan utvikle dyp forståelse i faget.

Denne studien har påvirket mine tanker for undervisning, og vil nok være med å forme meg som lærer. Det er spesielt noen ting jeg sitter igjen med, som jeg kommer til å fokusere mye på i min undervisning. Jeg vil prøve å snakke mye om hva som er felles for alle bindinger, og bruke kunnskapen om bindinger inn i nye situasjoner og temaer. Jeg vil også prøve å gi elevene gode forklaringer på hvorfor noe er som det er og hvordan vi vet noe, og prøve å koble det som læres til noe som er kjent fra elevene fra før. På denne måten tror jeg det kan legges til rette for en dypere forståelse for kjemifaget.

### 6.3: Videre forskning

Under arbeidet med denne oppgaven er det flere nye aspekter jeg opplever som interessante å se videre på. Om det hadde vært mer tid, hadde det vært spennende å sett på forskjellene mellom de gamle og de nye lærebøkene. Det hadde vært interessant å se etter forskjeller i mengde og type innhold i lærebøkene, for å se om forskjellene på ny og gammel læreplan finnes igjen i bøkene. Det hadde også vært interessant å se mer på lærebøkene ut ifra den nye

læreplanen, både hvordan andre kjerneelementer og de tverrfaglige temaene kommer til uttrykk. En annen spennende tanke er å undersøke hvordan norske kjemielever forstår kjemiske bindinger. Forstår de at mye av det de lærer er modeller og ikke virkeligheten, og forstår de hva kjemiske bindinger faktisk er? Til en slik undersøkelse hadde det vært nyttig med innspill fra elever gjennom intervju eller spørreundersøkelser. Slik som denne studien viser, er det ikke lett å finne «grep» for dybdelæring i lærebøkene. Dette har kanskje mye å gjøre med hvordan dagens lærebøker er utformet. Det hadde vært utrolig interessant å sett mer på mulige endringer som kan gjøres for å legge til rette for dybdelæring, utforskning og forståelse i lærebøker. Kanskje kunne det ført frem til en ny type lærebok som er annerledes enn dagens lærebøker, og som på sikt kanskje kunne blitt en ny lærebokstandard?



## Referanser

- Aschehoug og Gyldendal. (1993). *Store norske leksikon*. Oslo: Kunnskapsforlaget.
- Bergqvist, A., Drechsler, M., Jong, O. D., & Rundgren, S.-N. C. (2013). Representations of chemical bonding models in schooltextbooks: help or hindrance for understanding? *Chemical Education Research and Practice*, 14, 589-606. DOI: 10.1039/c3rp20159g.
- Chang, R., & Goldsby, K. A. (2014). *General Chemistry: The essential concepts (7th. edition)*. New York: The McGraw-Hill Companies.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2011). *Research methods in education*. London and New York: Routledge.
- Dahlum, S. (2021). *Validitet*. Hentet fra Store norske leksikon: <https://snl.no/validitet>
- Dewey, J. (1910). *How we think*. D.C.HEATH & CO., PUBLISHERS.
- Ditlefsen, H., & Hamre, M. (2022). *Etterlyser lærebøker: vi står mye på kopirommet med litt vondt i magen*. Hentet fra nrk.no: [https://www.nrk.no/sorlandet/etterlyser-laereboker\\_-\\_vi-star-mye-pa-kopirommet-med-litt-vondt-i-magen-1.15816455](https://www.nrk.no/sorlandet/etterlyser-laereboker_-_vi-star-mye-pa-kopirommet-med-litt-vondt-i-magen-1.15816455)
- Firestone, W. (1993). Alternative arguments for generalizing from data as applied to qualitative research. *Educational Researcher*, 22(4), 16-23.
- Grøn, Ø. (2021). *Elektrostatikk*. Hentet fra Store norske leksikon: <https://snl.no/elektrostatikk>
- Grønmo, S. (2020). *Innholdsanalyse*. Hentet fra Store norske leksikon: <https://snl.no/innholdsanalyse>
- Grønmo, S. (2021). *Kvantitative metoder*. Hentet fra Store norske leksikon: [https://snl.no/kvantitativ\\_metode](https://snl.no/kvantitativ_metode)
- Haraldsrud, A. D., Sandtorv, A. H., Hushovd, O. T., & Brandt, H. (2021). *Kjemi 1*. Oslo: Aschehoug undervisning.
- Henriksen, Ø. (2020). *Læreplan*. Hentet fra Store norske leksikon: <https://snl.no/l%C3%A6replan>
- Housecraft, C. E., & Sharpe, A. G. (2012). *Inorganic chemistry (4th edition)*. Essex: Pearson Education Limited.
- IUPAC. (2019). *Compendium of chemical terminology, 2nd ed. Compiled by A.D. McNaught and A. Wilkinson. Blackwell Scientific Publications, Oxford (1997)*. Hentet fra IUPAC Gold Book: <https://doi.org/10.1351/goldbook>
- Johnsen, E. B. (1999). *Lærebokkunnskap: Innføring i sjanger og bruk*. Tano Aschehoug.
- Kahveci, A. (2010). Quantitative analysis of science and chemistry textbooks for indicators of reform: a complementary perspective. *International Journal of Science Education*, 32(11), 1495-1519. DOI: 10.1080/09500690903127649.
- Kloser, M. (2016). Alternate text types and student outcomes: an experiment comparing traditional textbooks and more epistemologically considerate texts. *International Journal of Science Education*. DOI: 10.1080/09500693.2016.1249532.
- Knutsen, H., Tveit, S., & Vestli, K. (2021). *Kjemien stemmer 1 grunnbok*. Oslo: Cappelen Damm.

- Kunnskapsdepartementet. (2017). *Overordnet del: verdier og prinsipper for grunnopplæring*. Hentet fra udir.no: <https://www.udir.no/lk20/overordnet-del?kode=kje01-02&lang=nob>
- Kunnskapsdepartementet. (2021). *Lov om grunnskolen og den videregående opplæringa (opplæringslova)*. Hentet fra Lovdata: [https://lovdata.no/dokument/NL/lov/1998-07-17-61#KAPITTEL\\_3](https://lovdata.no/dokument/NL/lov/1998-07-17-61#KAPITTEL_3)
- Kaarbø, E. (2009). Kombinerte metoder. *Sykepleien forskning*, 4(3), 244-248. DOI: 10.4220/sykepleienf.2009.0110.
- Malterud, K. (2002). Kvalitative metoder i medisinsk forskning-forutsetninger, muligheter og begrensninger. *Tidsskrift for Den norske legeförening*, 25, 2468-2472.
- Nahum, T. L., Mamlok-Naaman, R., Hofstein, A., & Taber, K. S. (2010). Teaching and learning the concept of chemical bonding. *Studies in Science Education*, 46(2), 179-207. DOI: 10.1080/03057267.2010.504548.
- National Research Council. (2000). *How people learn: brain, mind, experience and school*. Washington D.C.: National Academy Press.
- National Research Council. (2012). *Education for life and work: developing transferable knowledge and skills in the 21st century*. Washington D.C.: The national academies press.
- Nordbø, B. (2018). *Eksempel*. Hentet fra Store norske leksikon: <https://snl.no/eksempel>
- NOU 2015: 8. (2015). *Fremtidens skole: fornyelse av fag og kompetanser*. Oslo: Kunnskapsdepartementet.
- Osborne, J. F., & Patterson, A. (2011). Scientific argument and explanation: A necessary distinction? *Science Education*, 95(4), 627-638. DOI: 10.1002/sce.20438.
- Patrick, G. L. (2017). *An introduction to medical chemistry (6th. edition)*. Oxford: Oxford university press.
- Pedersen, B. (2022). *Kjemisk binding*. Hentet fra Store norske leksikon: [https://snl.no/kjemisk\\_binding](https://snl.no/kjemisk_binding)
- Riese, H. (2016). Å være lærer og forsker innenfor et kvalitativt design: aksjonsforskning som en autoetnografisk praksis. I M. Ulvik, H. Riese, & D. Roness, *Å forske på egen praksis*. Bergen: Fagbokforlaget.
- Ringnes, V., & Hannisdal, M. (2017). *Kjemi fagdidaktikk: kjemi i skolen*. Oslo: Cappelen Damm Akademisk.
- Roness, D. (2016). Aksjonsforskning og kvantitativ metode. I M. Ulvik, H. Riese, & D. Roness, *Å forske på egen praksis*. Bergen: Fagbokforlaget.
- Steen, B. G., Fimland, N., & Juel, L. A. (2021). *Aqua 1 grunnbok*. Oslo: Gyldendal.
- Svartdal, F. (2020). *Reliabilitet*. Hentet fra Store norske leksikon: <https://snl.no/reliabilitet>
- Tjønneland, E. (2019). *Begrep: filosofi*. Hentet fra Store norske leksikon: [https://snl.no/begrep\\_-\\_filosofi](https://snl.no/begrep_-_filosofi)

- Utdanningsdirektoratet. (2006). *Læreplan i kjemi: programfag i utdanningsprogram for studiespesialisering*. Hentet fra Utdanningsdirektoratet: <https://www.udir.no/kl06/kje1-01?lplang=http://data.udir.no/kl06/nob#>
- Utdanningsdirektoratet. (2019). *Dybdelæring*. Hentet fra [udir.no](https://www.udir.no/laring-og-trivsel/dybdelaring/): <https://www.udir.no/laring-og-trivsel/dybdelaring/>
- Utdanningsdirektoratet. (2021). *Hvorfor har vi fått nye læreplaner?* Hentet fra Utdanningsdirektoratet: <https://www.udir.no/laring-og-trivsel/lareplanverket/stotte/hvorfor-nye-lareplaner/>
- Utdanningsdirektoratet. (2021). *Læreplan i kjemi (KJE01-02)*. Hentet fra Utdanningsdirektoratet: <https://www.udir.no/lk20/kje01-02?lang=nob>
- Utdanningsdirektoratet. (u.d.). *Læreplanverket*. Hentet fra Utdanningsdirektoratet: <https://www.udir.no/laring-og-trivsel/lareplanverket/>
- Vojir, K., & Rusek, M. (2019). Science education textbook research trends: a systematic literature review. *International Journal of Science Education*. DOI: 10.1080/09500693.2019.1613584.
- AAAS, A. (2005). *High school biology textbooks: A benchmarks-based evaluation*. Hentet fra AAAS Project 2061 Textbook Evaluations: <http://www.project2061.org/publications/textbook/hsbio/report/about.htm>