

Kari Homb Løkke

Bruk av magnetiske modeller i undervisning om kjemiske bindinger

En kvalitativ studie av 10.trinn elevers oppfatning av magnetiske modeller og forståelse for kjemiske bindinger

Masteroppgave i Grunnskolelærerutdanning 5.-10.trinn
Veileder: Unni Eikeseth

Mai 2023



NTNU

Kunnskap for en bedre verden

Kari Homb Løkke

Bruk av magnetiske modeller i undervisning om kjemiske bindinger

En kvalitativ studie av 10.trinn elevers oppfatning av magnetiske modeller og forståelse for kjemiske bindinger

Masteroppgave i Grunnskolelærerutdanning 5.-10.trinn
Veileder: Unni Eikeseth
Mai 2023

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



Kunnskap for en bedre verden

Sammendrag

Formålet med denne studien har vært å teste ut en ny måte å undervise kjemiske bindinger på 10.trinn som innebærer bruk av magnetiske modeller, og å undersøke hvordan dette kan bidra til forståelse for temaet. Den overordnede problemstillingen ble delt inn i to forskningsspørsmål der fokuset var å se på hvilken forståelse for kjemiske bindinger elevene har fått gjennom et undervisningsopplegg, og hvilken oppfatning av magnetiske modeller elevene sitter igjen med. I denne studien ble det også utformet og gjennomført et undervisningsopplegg som handlet om kjemiske bindinger. Dette undervisningsopplegget ble laget på bakgrunn av anbefalinger fra forskningslitteraturen om hvordan undervise temaet kjemiske bindinger.

Datamaterialet som ble brukt for å svare på problemstillingen i denne kvalitative studien baserte seg på tre intervjuer med tre elever i etterkant av undervisningsopplegget, samt 14 elevsvar på et spørreskjema.

Resultatene viste at flere av elevene i stor grad brukte åtteregelen som forklaringsmodell for bindinger, selv om det ikke ble fokusert på i undervisningsopplegget. Begrepet knyttet til energi og tiltrekningskrefter i forbindelse med kjemiske bindinger var nytt for elevene, som også viste seg i resultatene. Resultatene viste også at elevene hadde liten forståelse for de ulike typene sterke bindinger. Når det gjaldt de magnetiske modellene og modellbruk i undervisning kom det tydelig frem at elevene likte å ta i bruk modeller da det gjorde undervisningen mer praktisk. Dette syntes de også gjorde det lettere å lære om bindinger, i tillegg til at modellene viste godt hvordan ulike molekyler var bygget opp og bindingene mellom atomene. Resultatene viste også at elevene lærte mest av modell A, deretter modell C og tilslutt modell B.

Abstract

The purpose of this study has been to test a new teaching approach for chemical bonds in the 10th grade, incorporating the utilization of magnetic models, and to investigate how this approach can enhance the understanding of the topic. The overall problem was divided into two research questions: one aimed at assessing the students' understanding of chemical bonds gained through a chemistry lesson, and the other focused on determining the students' perception of magnetic models. In this study, a chemistry lesson on bonding was designed and conducted, following recommendations from the research literature on teaching the topic.

The qualitative data for this study consisted of three interviews with three students conducted after the chemistry lesson, as well as 14 student responses to a questionnaire.

The results indicated that several students used the octet framework as an explanatory model for bonding, even though it was not the main focus of the chemistry lesson. The students were unfamiliar with the terms "energy" and "electrostatic forces of attraction," which was reflected in the results. Additionally, the students demonstrated limited understanding of the different types of bonds. Regarding the use of magnetic models in teaching, it was evident that the students enjoyed utilizing models as it made the teaching more practical. They also believed that models facilitated learning about chemical bonds by visually demonstrating the construction of different molecules and the bonds between atoms. Furthermore, the results indicated that the students learned the most from model A, followed by model C, and finally model B.

Forord

Jeg vil først og fremst rette en takk til min veileder Unni Eikeseth som har gitt meg gode og verdifulle tilbakemeldinger gjennom hele semesteret. Jeg vil også rette en takk til Per-Odd Engen ved Skolelaboratoriet for lån av de magnetiske modellene som er brukt i studien.

Jeg ønsker også å takke studievenner og alle andre som har gjort studietiden min på NTNU uforglemmelig. Deres støtte, oppmuntring og vennskap har betydd mye for meg, så takk for alle fine minner og øyeblikk.

Avslutningsvis vil jeg rette en takke til naturfagslæreren som lot meg gjennomføre studiens undervisningsopplegg. Jeg vil også takke alle elevene som frivillig deltok i studien.

Innhold

1. Innledning.....	1
2. Teori	3
2.1 Kjemiske bindinger.....	3
2.1.1 Misoppfatninger knyttet til kjemiske bindinger.....	3
2.2 Modeller.....	7
2.2.1 Kategorisering av modeller.....	7
2.2.2 Hvorfor er modeller så viktig i kjemiundervisning?.....	10
2.3 Undervisnings av kjemiske bindinger	10
2.3.1 Hvorfor undervise om kjemiske bindinger?	10
2.3.2 Hvordan undervise om kjemiske bindinger – basert på litteratur	11
3. Metode.....	13
3.1. Forskningsdesign og utvalg	13
3.1.1 Studiens forskningsdesign	13
3.1.2. Kvalitativ metode.....	14
3.1.3. Utvalg.....	15
3.2. Litteraturgjennomgang	16
3.3. Utforming av intervjuguide og spørreskjema.....	16
3.4. Utvikling og gjennomføring av undervisningsopplegget.....	17
3.5. Datainnsamling.....	18
3.5.1. Semistrukturert intervju	18
3.5.2. Gjennomføring av intervjuene	19
3.5.3. Transkribering av videopptak	19
3.6. Analyse	20
3.7. Etske betraktninger	22
4. Undervisningsopplegget.....	24
4.1. Kontekst til undervisningsopplegget	24
4.1.1. New Bottom-up tilnærming	24
4.1.2. Magnetiske modeller.....	25
4.2. Plan for gjennomføring.....	27
4.2.1. Gjennomføring	28
5. Resultater og analyse.....	30
5.1 Forståelse for kjemiske bindinger.....	30
5.1.1 Bruk av åtteregelen	31
5.1.2 Energi og krefter	32

5.1.3 Sterke og svake bindinger	35
5.1.5 Oppsummering av funnene knyttet til hovedtema 1	41
5.2 Bruk av magnetiske modeller i undervisning	41
5.2.1 Nytteverdi	42
5.2.3 Oppsummering av funnene knyttet til hovedtema 2	47
6. Diskusjon.....	48
6.1 Drøfting av resultatene	48
6.1.1 Forståelse for kjemiske bindinger	48
6.1.2 Bruk av magnetiske modeller i undervisning	52
6.2 Drøfting av undervisningsopplegget	54
6.3 Kritikk av studien	56
7. Konklusjon	57
Referanser.....	59
Vedlegg	63
Vedlegg A – Intervjuguide	63
Vedlegg B – Bilder og tegninger brukt i intervjuet	66
Vedlegg C – Spørreskjema	69
Vedlegg E – Informasjonsskriv	73
Vedlegg F – Melding om samtykke	76

Figuroversikt

Figur 1: Oversikt over klassifisering av modeller.....	8
Figur 2: Likesidet trekant som viser kjemiens tre dimensjoner	9
Figur 3: Oversikt over den tradisjonelle undervisningsmåten	11
Figur 4: Flytskjema som viser studiens forskningsdesign.....	14
Figur 5: Flytskjema med et utdrag fra analyseprosessen	21
Figur 6: Illustrasjon som viser de fem stegene i «A New Bottom-up»	25
Figur 7: Grubletegning som ble brukt under intervjuene	32
Figur 8: Oversikt over de fem bildene som ble vist elevene under intervjuet	36
Figur 9: Elevtegning fra intervjuet	39

Tabelloversikt

Tabell 1: Oversikt over transkripsjonskoder	19
Tabell 2: Oversikt over de to hovedtemaene og de fire kodegruppene	22
Tabell 3: Oversikt over de tre magnetiske modellene	26
Tabell 4: Oversikt over kompetansemål og læringsmål for undervisningsopplegget	27
Tabell 5: Oversikt over tidsplanen for undervisningsopplegget	27

1. Innledning

Kjemi handler om å forstå hvordan ulike stoffer er bygget opp og egenskapene til stoffene, og deretter forståelsen for hvordan stoffene endres og blir til andre stoffer. Når dette skjer brytes og dannes det kjemiske bindinger. Derfor er kjemiske bindinger et svært sentral tema i naturfag og kjemi, og det vil være helt essensielt å ha forståelse for kjemiske bindinger (Bergqvist, 2012). Dette gjenspeiles også i den nye læreplanen, LK20, der et av kompetansemålene etter 10.trinn sier at elevene skal kunne «bruke atommodeller og periodesystemet til å gjøre rede for egenskaper til grunnstoffer og kjemiske forbindelser» (Utdanningsdirektoratet, 2020). Fordi kjemiske bindinger ikke er noe vi kan se og observere, kan det gjerne oppfattes som litt abstrakt for elever, og derfor oppstår det gjerne alternative forestillinger og misoppfatninger knyttet til kjemiske bindinger (Taber, 2001). Derfor er dette gjerne et tema der det brukes mye modeller, da det kan være et nyttig verktøy å ta i bruk. Modellene gir oss muligheten til å visualisere og forenkle konsepter og fenomener det kan være vanskelig å forestille seg (Coll, 2006). I tillegg kan modellene også gjøre et ellers litt tungt og vanskelig tema, mer praktisk og interessant for elevene. Noe som også er helt essensielt i den nye læreplanen, da det står i kjerneelementene at «elevene skal oppleve naturfag som et praktisk og utforskende fag. Elevene skal gjennom opplevelse, undring, utforskning og erfaring forstå verden omkring seg i et naturvitenskapelig perspektiv. Ved å arbeide praktisk og ved å lage egne modeller for å løse faglige utfordringer, kan elevene utvikle skaperglede, evne til nytenking og forståelse av naturfaglig teori» (Utdanningsdirektoratet, 2020).

I forskningslitteraturen er det dokumentert at undervisning fører til at elever får en rekke misoppfatninger om bindinger, og kommer også med rekke forslag og alternative tilnærminger til hvordan undervisningen kan legges opp. Likevel kan man se at det fremdeles er en stor avstand mellom forskning og undervisningspraksis. Bergqvist et al. (2013) trekker også frem at det er behov for å tette gapet mellom forskere og lærebokforfattere, da studien deres viser at lærebøkene bruker representasjoner og modeller som ifølge forskningen kan forårsake misoppfatninger hos elever (Bergqvist et al., 2013). Kjemiske bindinger introduseres for elevene på ungdomsskolen og det er her grunnlaget for videre læring legges, men mye av forskningen på misoppfatninger og alternative undervisningstilnærminger har fokus på videregående.

På bakgrunn av dette ønsket jeg å gjennomføre et masterprosjekt jeg kan ta med meg ut i læreryrket. Jeg valgte å utforme og gjennomføre et undervisningsopplegg basert på anbefalinger fra forskningslitteraturen og som innebærer elevaktiv bruk av modeller. I etterkant av undervisningsopplegget ble det gjennomført tre intervjuer med 10.klasse elever, samt at det ble delt ut et spørreskjema til hele klassen jeg gjennomførte undervisningsopplegget i. Dette danner datagrunnlaget for å svare på problemstillingen:

På hvilken måte kan et alternativt undervisningsopplegg som inkluderer magnetiske modeller i kjemi bidra til elevers forståelse for kjemiske bindinger?

For å konkretisere problemstillingen min, deles den videre inn i følgende to forskningsspørsmål:

- Hvilken forståelse for kjemiske bindinger har elevene fått gjennom undervisningsopplegget?
- Hvilken oppfatning har elever om betydningen av magnetiske modeller for forståelse av bindinger?

Med det første forskningsspørsmålet ønsket jeg å se på elevenes oppfatning og hvordan de forklarer ulike konsepter på mikronivå innen kjemiske bindinger, slik som bindingstyper og energi. Med det andre forskningsspørsmålet ønsket jeg å se hvilken oppfatning elevene hadde av de magnetiske modellene.

Studiens oppbygning

Denne studien er delt inn i 7 kapitler. I kapittel 2 presenteres det relevant teori for å besvare studiens problemstilling og forskningsspørsmål. Her blir det redegjort for en litteraturgjennomgang som inkluderer forskningslitteratur knyttet til elevers misoppfatninger om kjemiske bindinger og anbefalinger til undervisning av temaet. Kapittel 3 beskriver og forklarer studiens forskningsdesign og metodene som er brukt for datainnsamling og analyse. I kapittel 4 presenteres undervisningsopplegget som er utviklet i denne studien samt de magnetiske modellene som er tatt i bruk. I kapittel 5 presenteres og analyseres resultatene før de blir diskutert i kapittel 6. I tillegg vil forskningsspørsmålene bli besvart i kapittelet, samt at det inneholder drøfting av undervisningsopplegget, litteraturen som er brukt og en kritikk av studien. Tilslutt konkluderes oppgaven i kapittel 7 ved å besvare problemstillingen og diskutere implikasjoner for undervisning.

2. Teori

I dette kapittelet vil jeg presentere relevant teori. Først vil jeg redegjøre for teori om kjemiske bindinger og forskning på elevers misoppfatninger knyttet til temaet. Deretter vil jeg presentere teori om modeller og deres rolle i kjemiundervisning. Før jeg tilslutt vil redegjøre for forskning knyttet til undervisning av kjemiske bindinger.

2.1 Kjemiske bindinger

Den tradisjonelle måten å undervise i kjemiske bindinger på er gjerne å dele bindingene inn i fire kategorier; ionebindinger, kovalente bindinger, molekylære bindinger og metallbindinger. Dette blir gjerne gjort på bakgrunn av de makroskopiske egenskapene, slik som kokepunkt, smeltepunkt og ledningsevne (Kronik, Levy Nahum, Mamlok-Naaman & Hofstein, 2008). Det er også vanlig å skille mellom svake og sterke bindinger, der vi finner bindingene fra de fire kategoriene som jeg nevner over. Kovalente bindinger holder atomene sammen i et molekyl, slik som HCl og H₂O, ionebindinger holder positive og negative ioner sammen i en ioneforbindelse, slik som NaCl, mens metallbindinger holder atomene sammen i et metall, for eksempel metallisk kalsium Ca(s) (Hannisdal & Ringnes, 2015, s. 88). Blant de svake bindingene finner vi dipolbindinger, også kalt van der Waals-bindinger og hydrogenbindinger. De svake bindingene er bindinger mellom molekyler, mens de sterke bindingene er bindinger mellom atomer i et molekyl.

2.1.1 Misoppfatninger knyttet til kjemiske bindinger

Å forstå kjemiske bindinger er svært viktig for å skjønne molekylære strukturer, egenskapene til kjemiske forbindelser og kjemiske reaksjoner. Men selv om man tidlig introduserer temaet for elevene, rapporterer mange studier at elever har vanskeligheter for å forstå kjemiske bindinger og utvikler ulike misoppfatninger om temaet (Özmen, 2004).

En misoppfatning defineres gjerne som en feilaktig ide, forestilling eller tanke som ikke er forankret i vitenskapelig kunnskap (Luxford & Bretz, 2014). Ofte kan man skille mellom preconceptions og «school-made» misconceptions. Preconceptions er ideer som har utviklet seg uten at man har noen forkunnskaper om temaet (Barke, Hazari & Yitbarek, 2009). School-

made misconceptions utvikles gjennom undervisningen på skole, og er ikke den oppfatningen det var meningen at elevene skulle ha (Staberg, Tandberg og Grindeland, 2020, s. 103). Disse oppstår ofte når elevene begynner med emner som er vanskeligere. Fordi disse emnene ofte er mer komplekse og abstrakte vil det være vanskelig å forklare det uten å forenkle det veldig. Da sitter man gjerne igjen med forenklinger som ikke helt stemmer, for eksempel at man skal se for seg at et atom er som kulen i en kulepinnemodell. Selv om man har gode lærere vil det ofte sitte igjen elever med ubesvarte spørsmål, og ting som elevene ikke har en full forståelse for (Barke et al., 2009).

Problemet med disse misoppfatningene elevene blir sittende inne med er at de gjerne er svært motstandsdyktige og er vanskelige å korrigere over tid (Özmen, 2004). Mange av disse misoppfatningene skiller seg også mye fra vitenskapelig forståelse, da elevene gjennom observasjon og egne logiske slutninger kommer med sin egen oppfatning av ulike vitenskapelige konsepter (Barke et al., 2009).

Åtteregelen og misoppfatninger knyttet til den

Et vanlig konsept i kjemi er åtteregelen eller oktettregelen. Dette er en klassisk regel for å beskrive elektronkonfigurasjoner for atomer i molekyler. Dette som regel er fire elektronpar når det gjelder atomer i første periode, og for andre periode og utover er det mange unntak til regelen. Definisjonen inkluderer ikke forklaringer på hvorfor vi får dannet ioner og molekyler, det er bare en beskrivelse av antall elektroner i molekylet når det først er dannet (IUPAC, 2014). Åtteregelen har gjerne blitt brukt som en forklaringsmodell i skolen for hvorfor reaksjoner skjer, og derfor er det naturlig at elever har fått denne misoppfatningen (Taber & Coll, 2002, s.215). Denne forklaringsmodellen har sannsynligvis oppstått fordi termodynamiske forklaringer er for vanskelige for skolenivå. Med åttereglerammeverket vil elever gjerne sitte igjen med forestillingen om at atomer ønsker å fylle ytterskallet, og kjemiske reaksjoner oppstår for å tillate dette, for eksempel at hydrogen og fluor vil reagere med hverandre fordi begge trenger et ekstra elektron for å oppfylle åtteregen (Taber, 2001). Igjen vil dette føre til at elever kan ha vanskeligheter med å forstå og akseptere det som ikke tydelig kan forklares med åtteregelen, slik som hydrogenbindinger (Kronik, Levy Nahum, Mamlok-Naaman & Hofstein, 2008). Et annet problem med det store fokuset på åtteregelen er at man mister er forståelsen av rollen til elektriske interaksjoner i kjemiske strukturer og prosesser (Taber, 2001). Taber (2001) foreslår heller at man kan bruke åtteregelen som et

hjelpemiddel til å identifisere noen stabile forbindelser (Taber, 2001). Både Hurst (2002) og Taber & Coll (2002) mener at et for stort fokus på åtteregel-rammeverket faktisk kan hindre læringsprosesser for elever på et høyere nivå. Taber (2003) trekker også frem forskning som viser at å avlære åtteregelen-rammeverket kan være en treg prosess, og noen ganger umulig.

Misoppfatninger knyttet til energi i kjemiske bindinger

Flere misoppfatninger om kjemiske bindinger er kjent fra litteraturen, og en av disse er at elever tenker at energi frigjøres når en kjemisk binding brytes, når det i virkeligheten er motsatt. Energi frigjøres når en kjemisk binding dannes, mens det krever energi for å bryte en binding (Barker & Millar, 2000). I Hong Kwen Boo sin studie fra 1998 om elevers forståelse av kjemiske bindinger og energien i kjemiske reaksjoner, var resultatet at en stor andel av elevene hadde misoppfatninger om naturen til kjemiske bindinger, da de så på det som en fysisk enhet. Ved å se på kjemiske bindinger på denne måten, knyttet elevene gjerne dette til den hverdagslige oppfattelsen av at man trenger energi for å bygge noe, mens å ødelegge noe frigjør energi. «Med andre ord, så kan forestillingen om at dannelsen av kjemiske bindinger krever en energitilførsel være et resultat av å videreføre synspunkter om hendelser i den makroskopiske verden inn i den mikroskopiske verdenen – i den makroskopiske verdenen så kreves det energi for å lage ting; derfor kreves det også energi i den mikroskopiske verden for å danne bindinger» (Boo, 1998). I tillegg til denne misoppfatningen så var det også noen elever som så på både prosessen av å bryte bindinger og danne bindinger som energikrevende. I dette synspunktet tenkte man at man trengte energi for å begynne prosessen med å bryte bindingene, mens under selve prosessen ble det frigjort energi (Boo, 1998).

Misoppfatninger knyttet til sterke og svake bindinger

Som nevnt tidligere skiller man gjerne mellom sterke og svake bindinger, eller som man også kan kalle det intramolekylære og intermolekylære bindinger. De sterke bindingene er bindinger som holder atomene sammen til et molekyl, mens svake bindinger er bindinger mellom molekyler. En vanlig misoppfatning knyttet til dette er at elever kan ha vanskelig for å skille eller blande de to om hverandre, slik at svake bindinger forklares som bindinger i et molekyl (Özmen, 2004).

Misoppfatninger knyttet til kovalente bindinger og ionebindinger

Det er også en del misoppfatninger når det kommer til de ulike kjemiske bindingene. I studien til Boo fra 1998 fant han at en del elever forvekslet kovalente bindinger og ionebindinger. Elevene så altså på kovalente bindinger som et resultat av overføring av elektroner, mens ionebindinger ble sett på som et resultat av deling av elektroner (Boo, 1998). Også i studien fra Nicoll fra 2001 kommer det frem at elever har en tendens til å forveksle kovalent binding og ionebinding. Her trekkes det frem en forklaring på en kovalent binding som en tiltrekning mellom den negative og positive enden av et atom (Nicoll, 2001).

En annen misoppfatning elever har om kovalente bindinger er at de tror bindingen var et resultat av å dele et elektron mellom to atomer. Her donerer et av atomene ett elektron som blir delt likt mellom de to, og holdes sammen av en kovalent binding. Denne forestillingen kom av den allmenne oppfattelsen av det å dele noe. Eksemplet som ble brukt i studien til Boo (1998) var det å dele et eple mellom to venner. Dersom begge tar med seg hvert sitt eple, blir det ikke noen «ordentlig deling». I disse tilfellene kunne det se ut til at elevenes forutinntatte ideer fra den virkelige verden sitter sterkere enn det som blir undervist i naturfag når det kommer til forståelsen av vitenskapelige konsepter (Boo, 1998).

En annen misoppfatning knyttet til kovalente bindinger er at en kovalent binding holder atomene sammen fordi bindingen deler elektroner (Özmen, 2004).

Når det kommer til misoppfatninger om ionebindinger, så var det elever som var opptatt av ideen om at en binding må involvere et elektronpar (eller flere enn ett par i noen tilfeller) mellom to atomer, for eksempel A og B, der bindingen kan representeres av en linje som er trukket mellom de to atomene, eller de som syntes det var vanskelig å konseptualisere ionebindingen skjematisk (Boo, 1998). Blant disse var det en del elever som ikke visste hvordan de skulle tegne ionebindingen, eller som mente at ionebindinger og metallbindinger «ikke var ekte bindinger, slik som kovalente bindinger» (Boo, 1998).

Også Özmen (2004) tar opp en rekke misoppfatninger elever sitter inne med når det kommer til ionebindinger. Blant annet ser elevene på ionebindinger som overføringer av elektroner, i stedet for at det er attraksjonen til ionene som fører til overføringen av elektronene. Elevenes oppfatningen til at elektroner overføres er for å oppnå et fullt skall, altså oppfylle åtteregelen (Özmen, 2004).

Det går også igjen i flere studier at elever har en tendens til å anta at grunnstoffer i kjemiske reaksjoner er tilstede som separate atomer, og mange har også en tendens til å tenke at

materialet bundet sammen av bindinger alltid vil finnes som molekyler (Taber & Coll, 2002, s.220). Dette stemmer for atomer bundet sammen med kovalente bindinger, men både salter og metaller holdes sammen med bindinger men finnes ikke som molekyler.

En annen misoppfatning av ionebindinger er at det er en kovalent binding som holder kloratomer og natriumatomer sammen til et molekyl, mens det er ionebindinger mellom molekylene som lager krystallstrukturen (Butts & Smith, 1987).

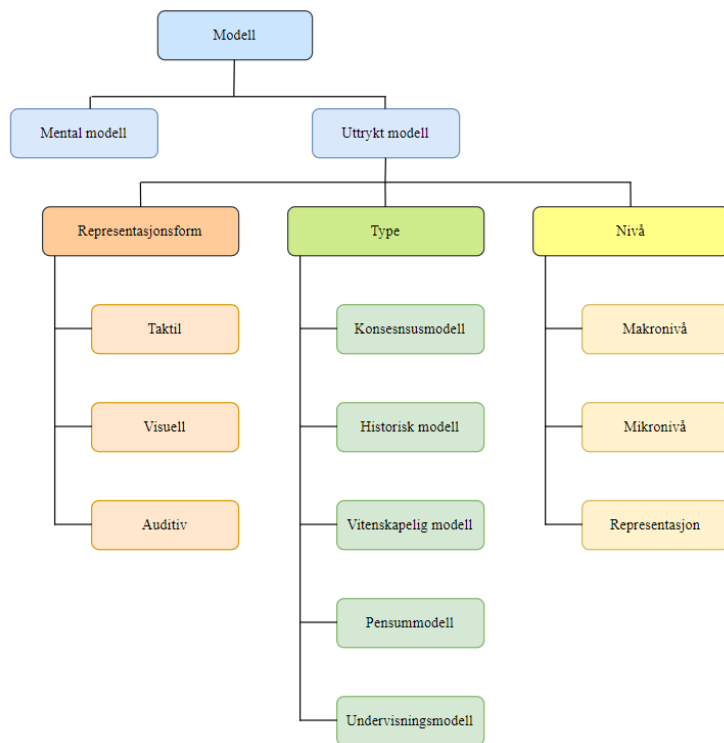
Blant elevene som forsto at en ionebinding oppsto mellom et metall og et ikke-metall og kunne se for seg prosessen med elektronoverføring, så var det en del elever som satt med misoppfatningen av at resultatet av attraksjonen mellom to motsatt ladde ioner førte til en nøytralisering eller kansellering av ladninger, som da førte til dannelsen av et nøytralt molekyl (Boo, 1998).

2.2 Modeller

Når elever skal lære om kjemiske bindinger vil det være helt sentralt å dra inn modeller i undervisningen. Grunnen til dette er at vi kan ikke se hvordan atomene eller de ulike partiklene holdes sammen eller hvordan de reagerer med hverandre. For å forstå hva som skjer på det makroskopiske nivået, trenger vi en modell som forklarer hva som skjer på det mikroskopiske nivået (Coll & Treagust, 2003, s. 467.). Modeller er en helt sentral del av kjemiundervisningen, og man kan trekke ut tre nøkkelpunkter om bruken av modeller i naturfagundervisning: «modeller blir brukt til å produsere en enklere form for objekter eller konsepter; de brukes til å visualisere fenomener; og de brukes til gi en forklaring på naturvitenskapelige fenomener» (Coll, 2006).

2.2.1 Kategorisering av modeller

Modeller kan gjerne deles inn i to større kategorier; mentale og uttrykte modeller. «En mental modell er en privat representasjon av et fenomen eller et begrep utformet av et enkeltindivid eller en gruppe» (Gilbert, 2005, s. 12). En uttrykt modell er hvordan den mentale modellen presenteres til offentligheten ved bruk av en eller flere representasjonsformer på ulike representasjonsnivåer (Gilbert, 2005, s. 12).



Figur 1: Denne figuren viser en oversikt over Gilbert og Justi (2016a) sin klassifisering av modeller. Den viser at man kan dele modeller inn i to hovedgrupper, mentale og uttrykte modeller, og at de uttrykte modellene igjen har en representasjonsform, kan være av en eller flere typer og representerer noe på et bestemt nivå (Pajchel et al., 2019, s.146). Figuren er hentet fra Pajchel et al. (2019).

En uttrykt modell kan uttrykkes på tre måter, taktilt, visuelt og auditivt. En taktil uttrykksform kan være former for gestikulering, slik som å peke i retningen en kraft virker, eller ulike konkrete modeller som er tredimensjonale. Eksempler på slike konkrete modeller kan være kulepinnemodeller, kalottmodeller eller magnetiske modeller (Pajchel, Ramton & Sollid, 2019, s.147). Visuelle uttrykksformer er todimensjonale, og eksempler på slike er videoer, bilder, figurer, grafer og matematiske uttrykk. En svært sentral visuell modell i kjemi er reaksjonslikninger, da disse er en modell av en kjemisk prosess og beskriver hva som skjer når to eller flere stoffer reagerer med hverandre (Pajchel et al., 2019, s.148). Auditive uttrykksformer bruker lyd, og kan være en muntlig beskrivelse eller forklaring. Denne er særlig sentral når man arbeider i grupper med de to andre uttrykksformene, fordi man behøver å kommunisere med de andre underveis (Pajchel et al., 2019, s.148).

De tre ulike nivåene modeller kan representere er makronivå, mikronivå og representasjon. Johnstone (1991) beskriver disse tre tankenivåene i en trekant, som vist i figur 2. Disse tre tankenivåene trenger man for å få en full forståelse for ulike kjemiske reaksjoner (Gilbert, 2005). Makronivået forklarer det vi kan observere, som for eksempel stoffers egenskaper slik

som lukt og endring av farge. På mikronivået ser vi på ting vi ikke kan observere, slik som hvilke bindinger som dannes eller brytes. Representasjonen fremstiller våre funn, og kan være reaksjonslikninger eller symboler (Gilbert, 2005). Disse tre nivåene kan også omtales som kjemiens tre dimensjoner.

Johnstone (1991) argumenterer i sin artikkel for at man ikke trenger å være bort i alle de tre nivåene for å lære «ekte» kjemi, og at det er nok å holde seg til makronivået. Han begrunner dette med at i klassisk termodynamikk brukes bare makronivået og representasjonsnivået (Johnstone, 1991).



Figur 2: Likesidet trekant som viser sammenhengen mellom makronivået, mikronivået og representasjonsnivået. Dette kalles også kjemiens tre dimensjoner. Figuren er hentet og oversatt fra Johnstone (1991).

Figur 1 viser også til fem ulike modelltyper. Disse er konsensusmodell, historisk modell, vitenskapelig modell, pensummodell og undervisningsmodell. «En konsensusmodell er en modell som er anerkjent av en gruppe mennesker som er enige om at modell har en verdi for det formålet den har» (Pajchel et al., 2019, s.150). Eksempler på denne modelltypen er Rutherfords modell og Bohrs atommodell. Bohrs modell blir også sett på som en historisk modell, siden den senere har blitt erstattet med den nyere skymodellen. En vitenskapelig modell er konsensusmodell blant vitenskapsfolk. Dette vil si at den er «publisert i fagfellellevurderende tidsskrifter, og vært gjenstand for diskusjon og konsolidering i etterkant (Pajchel et al., 2019, s.151). Skymodellen blir i dag sett på som en vitenskapelig modell. Pensummodeller er modeller som skal læres som en del av pensumet, mens en undervisningsmodell er en modell som brukes som et hjelpemiddel i undervisningen for å lære pensum (Pajchel et al., 2019, s.151).

2.2.2 Hvorfor er modeller så viktig i kjemiundervisning?

Som nevnt er bruk av modeller sentral i naturfagundervisningen og det er viktig når man skal utvikle vitenskapelig kunnskaper, men modeller kan bli sett på som særlig viktig i kjemi siden det involverer så mange komplekse og abstrakte konsepter. I tillegg til har modeller en sentral rolle når det kommer til å kommunisere naturfag, og da også kjemi (Bergqvist, Drechsler, De Jong & Rundgren, 2013).

Når vi bruker modeller i undervisning så forenkler vi det vi skal forklare eller forstå. Ofte kan man snakke om at det vi skal forenkler er et objekt eller en prosess. Objektet kan for eksempel være natriumklorid og vi kan lage en modell som illustrerer oppbygningen av stoffet. (Ringnes & Hannisdal, 2017, s. 161). En prosess kan være oppløsningen av natriumklorid i vann, og modellen for dette kan være en tegning som viser hvordan «ionene i NaCl-krystallen blir dratt ut i vannet, positive ioner av den negative delen av vannmolekylene og negative ioner av den positive delen av vannmolekylene» (Ringnes & Hannisdal, 2017, s. 162). På denne måten er en modell en forenklet representasjon av noe. Samtidig er det viktig å huske på at modellene vi bruker er skapt av mennesker og at alle modeller har begrensninger, nettopp fordi de kun er forenklinger av kjemiske fenomener (Coll, 2006). Grosslight, Unger, Jay og Smith (1991) fant tegn i sin forskning på at del elever og studenter tenker på modeller som skalamodeller av virkeligheten – slik at kulen, i en kulepinnemodell, er akkurat lik som et atom – bortsett fra størrelsen (Coll, 2006). Også Bergqvist, Drechsler, De Jong & Rundgren (2013) tar opp at elever har en tendens til å tro at modeller er eksakte kopier.

2.3 Undervisnings av kjemiske bindinger

2.3.1 Hvorfor undervise om kjemiske bindinger?

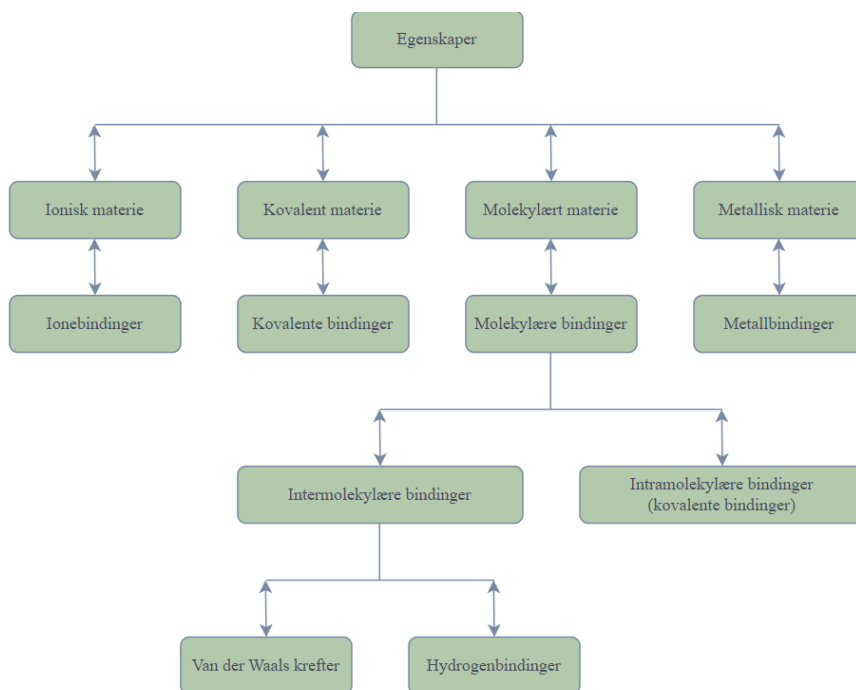
Selv om Johnstone (1991) argumenterer for at man kan lære kjemi ved å utelukkende være på makronivå er det likevel slik at egenskaper på makronivå bare kan forklares ved teorier om bindingsforhold. For å forstå hva som skjer på det makroskopiske nivået, trenger vi en modell som forklarer hva som skjer på det mikroskopiske nivået (Coll & Treagust, 2003, s. 467).

Jo eldre elevene blir og jo flere kjemiemner de har hatt, vil modellenes kompleksitet og abstraktnivå kunne økes. Det vil også være nyttig å ta i bruk flere forskjellige typer modeller i undervisningen for å forklare kjemiske bindinger. Dette kan gi muligheten til å forklare det

samme på litt ulike måter, som kan være hensiktsmessig nettopp fordi kjemiske bindinger er et tema som mange elever kan synes være vanskelig og der det utvikles en del misoppfatninger (Coll & Treagust, 2003, s.468).

2.3.2 Hvordan undervise om kjemiske bindinger – basert på litteratur

Som nevnt tidligere er den tradisjonelle måten å undervise i kjemiske bindinger på gjerne å dele bindingene inn i fire kategorier; ionebindinger, kovalente bindinger, molekylære bindinger og metallbindinger. Dette blir gjerne gjort på bakgrunn av de makroskopiske egenskapene, slik som kokepunkt og smeltepunkt og ledningsevne (Kronik, Levy Nahum, Mamlok-Naaman & Hofstein, 2008). Også i Hurst sin studie fra 2002, der han undersøkte ti amerikanske lærebøker, fant han ut at alle bøkene begynte med å presentere de tre sterke bindingstypene, ionebinding, metallbinding og kovalent binding (Hurst, 2002).



Figur 3: Denne figuren viser den tradisjonelle måten å undervise kjemiske bindinger på. Hentet og oversatt fra Kronik et al. (2008)

Kronik et al. (2008) er kritisk til den tradisjonelle måten å undervise kjemiske bindinger på, fordi det for det første kan hindre elevene å se at det er de samme underliggende prinsippene som ligger til grunn for alle typer bindinger. For det andre kan vektleggingen av de fire «ideale» bindingene kan være misledende og hindre videre læring. Kronik et al. (2008) har kommet med en egen tilnærming for hvordan undervise om kjemiske bindinger, kalt *A New Bottom-up*, som jeg vil komme nærmere inn på i beskrivelsen av undervisningsopplegget i kapittel 4.

Det er flere andre forskere som påpeker at dagens undervisning er problematisk, slik som Dhindsa & Treagust (2014) og Taber (2001). Dhindsa & Treagust (2014) nevner flere ulike problemer med måten man underviser ionebindinger og kovalente bindinger hver for seg, og at man ikke tar med rollen til elektronegativitet når man snakker om ionebindinger. Disse problemene er «(a) at bindingskonseptene er ordnet på grunnlag av bindingsstyrke, som er et konsept som elevene synes er vanskelig å forstå, (b) den foreslåtte undervisningsrekkefølgen er fremdeles den tradisjonelle; ioniske, kovalente, polare kovalente (delvis kovalente og delvis ioniske), hydrogenbindinger og van der Waals-bindinger (går fra sterke til svake bindinger), (c) hvis den foreslåtte undervisningsrekkefølgen går fra lav til høy styrke, som elever vanligvis forstår, så er den foreslått rekkefølgen (ionisk til van der Waals) av konsepter for undervisning og forventet bindingsstyrke (svak til sterk) ikke i linje med hverandre og (d) begrepet elektronegativitet introduseres når polare kovalente bindinger introduseres» (Dhindsa & Treagust, 2014). En annen ulempe med den tradisjonelle måten å undervise kjemiske bindinger på som kommer frem i artikkelen er at det støtter ikke effektiv læring hos elevene når undervisningen er så oppdelt i sekvenser. Det gir heller ikke muligheten til å vise en kontinuitet av kjemiske bindinger (Dhindsa & Treagust, 2014). Dhindsa & Treagust (2014) foreslår en alternativ måte å undervise om bindinger på, som består av tre steg. Steg en går på å undervise om kovalente bindinger, polar kovalente bindinger og ionebindinger. I steg to lærer man om bindinger i gitterstrukturer eller krystallstrukturer; metalliske- og ionestrukturer. Tilslutt lærer man om intermolekylære og intramolekylære bindinger (Dhindsa & Treagust, 2014).

Taber (2001) foreslår en helt annen inndeling, der elevene først introduseres til metallbindinger, deretter ionebindinger, og tilslutt kovalente bindinger. Denne inndelingen gjøres for å unngå at elever anvender et «molekylært skjema» for alle bindingstyper (Taber, 2001).

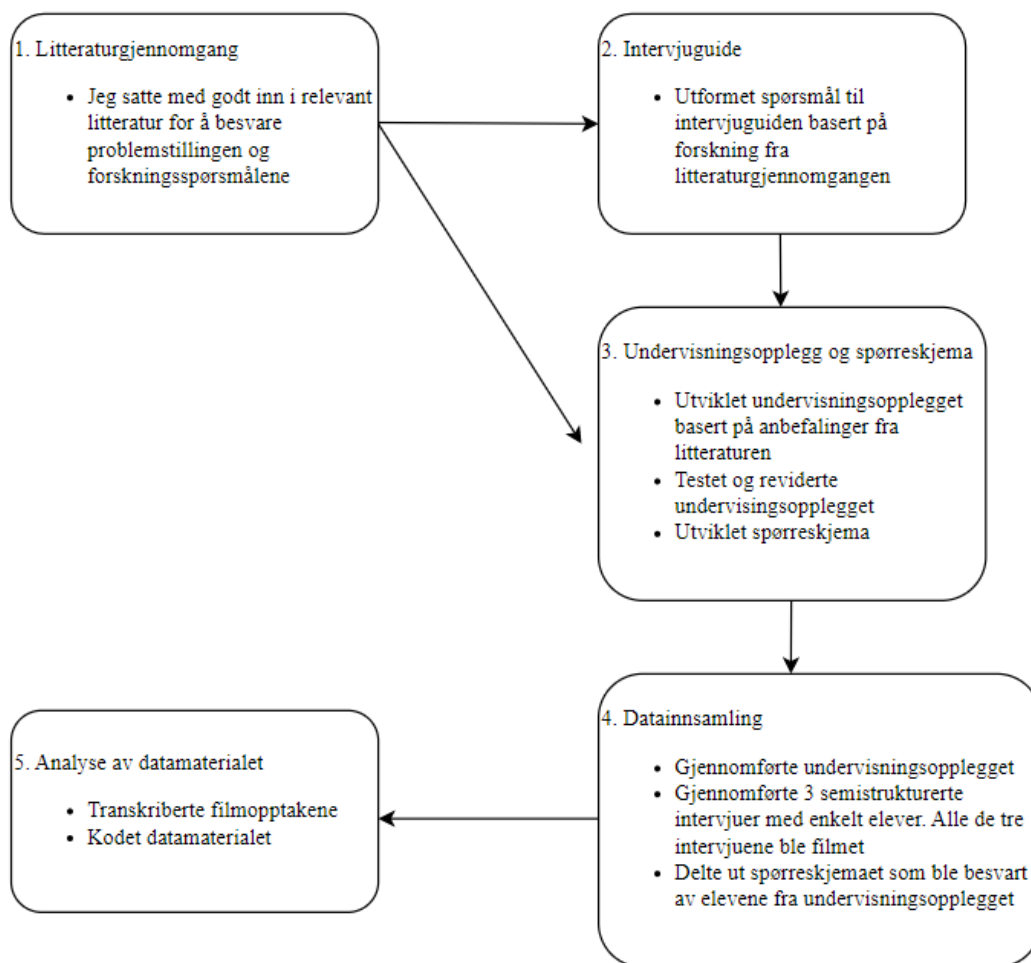
3. Metode

I dette kapitlet vil studiens forskningsdesign og de ulike metodene for innsamling og analyse av datamaterialet som er brukt for å svare på problemstillingen og forskningsspørsmålene bli presentert. I tillegg vil etiske betraktninger bli beskrevet i dette kapitlet.

3.1. Forskningsdesign og utvalg

3.1.1 Studiens forskningsdesign

«Et forskningsdesign er en overordnet metodisk plan for den forskningen som skal gjennomføres» (Andersson-Bakken & Dalland, 2021, s.21). I denne oppgaven ønsker jeg å svare på en problemstilling og forskningsspørsmål knyttet til elevers forståelse av kjemiske bindinger og hvordan bruk av magnetiske modeller kan bidra til forståelse for temaet. For å besvare disse har jeg delt studiens design i fem trinn, som er illustrert i et flytskjema. I trinn en satte jeg med inn i forskning og litteratur om temaet. Her leste jeg forskningsartikler om anbefalinger av undervisning av temaet, bruk av modeller i undervisning og ulike alternative forestillinger elever har om kjemiske bindinger. Den litteraturen som jeg så på som relevant for å svare på problemstillingen min ble tatt med i litteraturgjennomgangen i kapittel 2. Det neste trinnet gikk ut på å lage intervjuguiden, som er utviklet på bakgrunn av litteraturen jeg har lest og de magnetiske modellene. Det tredje trinnet besto av å utforme undervisningsopplegget, som er basert på anbefalinger jeg har beskrevet i litteraturgjennomgangen. Dette undervisningsopplegget ble deretter diskutert med veileder, testet på medstudenter og revidert før gjennomføringen. I dette trinnet ble også spørreskjemaet til etter undervisningen utviklet. I trinn fire ble datainnsamlingen gjort, ved å gjennomføre 3 intervjuer og dele ut spørreskjemaet til klassen jeg hadde undervisningsopplegget i. I det siste trinnet ble datamaterialet analysert. Alle de fem trinnene vil bli beskrevet ytterligere senere i kapitlet.



Figur 4: Flytskjema som beskriver studiens fem hoveddeler.

3.1.2. Kvalitativ metode

Man skiller ofte mellom to forskningsmetoder, kvantitativ og kvalitativ metode. En kvantitativ metode er basert på talldata og gir beskrivelser av virkeligheten i tall og tabeller, mens en kvalitativ metode baserer seg på tekstdata og gir tekstlige beskrivelser, som for eksempel baserer seg på utskrift fra intervjuer (Ringdal, 2018, s. 24).

For å få innsikt i elevenes forståelse og tanker om kjemiske bindinger og bruk av de magnetiske modellene ønsket jeg å primært ta i bruk intervju for å samle inn data til oppgaven. «Intervjuer er en fleksibel metode som gjør det mulig å få fyldige og detaljerte beskrivelser» (Christoffersen og Johannessen, 2012, s. 77). Denne metoden å samle inn data på går under en kvalitativ forskningsmetode.

I tillegg til data fra intervjuene, tar jeg også i bruk et spørreskjema som innsamlingsmetode. I utgangspunktet hører typiske spørreskjemaer til kvantitativ metode, men fordi spørsmålene jeg stiller er såpass åpne og svarene kan kategoriseres med samme koder som jeg har brukt i analysen av intervjuene så blir det nærmere en kvalitativ metode. Når man tar i bruk flere datakilder eller metoder for å se på samme fenomen eller forskningsspørsmål tar man i bruk det som kalles triangulering (Andersson-Bakken & Dalland, 2021, s.50). På denne måten kan man få økt validitet ved at metodene kan utfylle hverandre, og kan sikre og bekrefte informasjonen som ble gitt i intervjuene.

Studien min har trekk fra både fenomenologiske- og case-studier. En fenomenologisk tilnærming betyr å «utforske og beskrive mennesker og deres erfaringer med og forståelse av en fenomen» (Christoffersen og Johannessen, 2012, s. 99). Denne studien har trekk fra dette ved at hensikten er å få innsikt i elevers forståelse, beskrivelser og erfaringer med magnetiske modeller i kjemiundervisning om kjemiske bindinger. Fenomenet i denne settingen er da de magnetiske modellene. Studien har også trekk fra casestudier ved at jeg samler inn empirisk data gjennom intervjuer, og fordi det forskes på et tilfelle eller en case. Som nevnt er dette tilfelle eller casen, elevene fordi jeg undersøker individers forståelse av kjemiske bindinger og. Grunnen til at studien ikke tilfredsstillter alle aspektene ved denne typen studie er at jeg ikke samler inn data over kortere eller lengre tid (Christoffersen og Johannessen, 2012, s. 110). I tillegg har også studien elementer av designbasert forskning og aksjonsforskning, siden jeg både utvikler og gjennomfører et forskningsbasert undervisningsopplegg og undersøker elevenes forståelse. Fordi det ikke er denne delen bed studien jeg har lagt mest vekt på, vil jeg heller karakterisere studien som en case-studie.

3.1.3. Utvalg

For å svare på problemstillingen og forskningsspørsmålene mine, besøkte jeg en 10.klasse ved en ungdomsskole på Østlandet. Klassen ble valgt ut fra eget kontaktnett, da jeg tok kontakt med en tidligere praksislærer som jeg tenkte var positiv til samarbeid med masterstudenter. Skolen jeg besøkte ligger på bygda og det er ingen spesiell satsning på realfag. I 10.klassen jeg var i var det 21 elever og fordelingen mellom gutter og jenter var 12 og 9. Dette er en klasse jeg ikke hadde kjennskap til fra før av, noe som kan både har styrket og svekket forskningens validitet. Læreboka som brukes på skolen var Tellus, der det blant annet legges vekt på åtteregelen som forklaring på danning av kjemiske bindinger. Når det

kom til elevenes tidligere erfaringer med temaet, så hadde de hatt om kjemiske bindinger i niende klasse. Så i utgangspunktet skal de ha hørt om de ulike bindingstypene og om återegelen.

Det var totalt 20 som takket ja til spørreundersøkelse, men jeg fikk inn kun 14 svar. Jeg intervjuet tre elever, 2 gutter og 1 jente, som læreren plukket ut for meg. Jeg hadde på forhånd gitt noen instruksjoner om hvilke type elever jeg ønsket, og disse instruksene var at jeg ønsket begge kjønn, litt forskjellig kunnskapsnivå og at det var elever som var litt muntlig aktive og som ikke var redde for å svare for seg.

3.2. Litteraturgjennomgang

Det første trinnet i studiens forløp (se figur 4 side 15) var en litteraturgjennomgang. I dette trinnet begynte jeg med å sette meg godt inn i relevant forskningslitteratur om misoppfatninger knyttet til kjemiske bindinger, undervisning om temaet og modeller i kjemi. Litteraturen fant jeg blant annet gjennom søk på Oria og Google Scholar, og gjennom henvisninger og referanser fra denne litteraturen.

Før jeg begynte å skrive selve teoridelen som er presentert i kapittel 2, utformet jeg en intervjuguide (se delkapittel 3.3). Litteraturen jeg endte opp med baserte seg i hovedsak på misoppfatninger knyttet til kjemiske bindinger, med særlig fokus på återegelen, energien i bindingene, kovalente- og ionebindinger, modeller i naturfag- og kjemiundervisning, og anbefalinger knyttet til hvordan undervise temaet. Litteraturgjennomgangen starter med en oppsummering av misoppfatninger knyttet til kjemiske bindinger, som nevnt med hovedvekt på återegelen, energien i bindingene, kovalente bindinger og ionebindinger. Deretter presenterer jeg ulike typer modeller man kan ta i bruk og hvorfor modeller blir brukt så mye i kjemiundervisning. Til slutt redegjør jeg for hvordan temaet kjemiske bindinger gjerne er blitt undervist før og anbefalinger til hvordan undervise temaet.

3.3. Utforming av intervjuguide og spørreskjema

Det neste trinnet i studiens forløp var å utforme en intervjuguide. Denne ble laget på bakgrunn av relevant litteratur jeg hadde lest i litteraturgjennomgangen, og hva jeg ønsket å få svar på med tanke på problemstillingen min og forskningsspørsmålene mine. Intervjuguiden er delt inn i to hoveddeler, kjemiske bindinger og modeller. Delen om kjemiske bindinger

handler i stor grad om å kartlegge elevenes oppfatning og forståelse av danning av kjemiske bindinger. I denne delen blir det også tatt i bruk ulike typer grubletegninger og tegninger av molekyler. Bildene som er tatt i bruk ligger som vedlegg (B). Delen om modeller handler om de magnetiske modellene som ble brukt i undervisningsopplegget og elevenes erfaringer med disse, men det er også noen generelle spørsmål om modellbruk i temaet kjemiske bindinger. Til slutt er det en kort oppsummeringsdel, slik at elevene kan komme med ting de føler de ikke har fått sagt eller stille spørsmål til temaet eller prosjektet. Hele intervjuguiden ligger som vedlegg A.

Spørreskjemaet ble utviklet basert på undervisningsopplegget og magnetmodellene som ble brukt der. Dette spørreskjemaet ble delt ut til de elevene i 10.klassen som takket ja til å delta. Grunnen til at det baserer seg på undervisningsopplegget og magnetmodellene er at jeg ønsket å få et bredere svargrunnlag på bruken av magnetmodellene og for å validere det som blir sagt på intervjuene. Hele spørreskjemaet ligger som vedlegg C

3.4. Utvikling og gjennomføring av undervisningsopplegget

Det tredje trinnet var å utvikle undervisningsopplegget. Dette ble lagd på bakgrunn av anbefalinger fra litteraturen om hvordan undervise om kjemiske bindinger, med særlig fokus på Kronik et al. (2008) sitt alternative undervisningsrammeverk, *A New Bottom-up*. Dette undervisningsrammeverket baserer seg på en «nedenfra og opp»-tilnærming med grunnlag i de grunnleggende fysikalske og elektrostatiske prinsippene, og består av fem steg. I tillegg basere det seg også mye på de ulike magnetiske modellene, der en av elevaktivitetene dreier seg om at elevene skal utforske to av dem. Før gjennomføringen av opplegget ble det testet ut på en medelev og revidert i etterkant av dette. Undervisningsopplegget ble laget for å prøve å unngå vanlige misoppfatninger knyttet til kjemiske bindinger og for at elevene skulle bli kjent med de tre magnetiske modellene.

Undervisningsopplegget vil bli nærmere beskrevet i kapittel 4, og der vil jeg også begrunne og forklare valg som ble tatt i utformingen av opplegget.

3.5. Datainnsamling

I denne studien består datamaterialet av tre intervjuer av enkeltelever og et spørreskjema, der begge skjer i etterkant av undervisningsopplegget. Intervjuene ble gjennomført dagen etter undervisningsopplegget, mens spørreskjemaet ble besvart på slutten av timen. I dette delkapittelet vil jeg beskrive innsamlingen av datamaterialet som er brukt for å besvare problemstillingen og forskningsspørsmålene.

3.5.1. Semistrukturert intervju

Man kan gjerne skille mellom tre typer intervjuer: strukturerte-, semistrukturerte- og ustrukturerte intervjuer (Larsen, 2017, s 98-99). Intervjuene jeg har gjennomført i denne studien er semistrukturerte intervjuer, som vil si at jeg har tatt utgangspunkt ferdigformulerte spørsmål i en intervjuguide, men at jeg er fleksibel når det kommer til rekkefølgen på spørsmålene og at jeg er åpen for å stille oppfølgingsspørsmål der det passer (Larsen, 2017, s. 99). Grunnen til dette var at jeg ønsket å ha en tydelig ramme for retningen av intervjuet, samtidig som det gav meg muligheten til å stille oppfølgingsspørsmål for at elevene skulle utdype mer eller for å få begrunnelser på svar og utsagn som var uklare.

Intervjuguiden ble brukt som en veiledning for å forsikre meg om at jeg stilte spørsmål som bidro til å svare på forskningsspørsmålene. Intervjuguiden besto av to hovedtemaer: forståelse for kjemiske bindinger og bruk av magnetiske modeller. I tillegg inkluderte intervjuguiden også en oppsummeringsdel der elevene fikk mulighet til å stille spørsmål eller legge til uttalelser dersom det var noe de følte de ikke hadde fått sagt.

Spørsmålene i intervjuguiden ble stilt på en slik måte at deltakerne åpner seg og svarer på spørsmålene med egne ord. Fordi måten man stiller spørsmålene på skal virke utløsende på deltakernes svar, forsøkte jeg i så stor grad å stille spørsmål der jeg ba elevene om å beskrive og spørre om hvorfor de tenkte slik. Dette ble gjort etter anbefalinger fra Dalen (2004). I forkant ble intervjuguiden testet og diskutert med en medstudent slik at jeg fikk justert intervjuguiden for å eventuelt luke ut spørsmål som var ledende. Dette kan bidra til å øke validiteten på studien.

3.5.2. Gjennomføring av intervjuene

Intervjuene ble gjennomført en dag etter undervisningsopplegget, på et egnet rom på skolen og varte i 15-20 minutter. I flere av spørsmålene i intervjuet gir jeg deltakerne mulighet til å tegne eller bruke modellene i sine forklaringer. Derfor ble alle intervjuene filmet, slik at jeg har mulighet til å se om deltakerne peker på noe, tegner noe, eller tar opp og bruker modellene i sine forklaringer. Før selve intervjuet begynte fortalte jeg elevene at dette ikke var en prøvesituasjon og at jeg ikke var ute etter ett rett eller galt svar. Jeg ønsket deres tanker og hva de trodde. I tillegg sa jeg ifra om når jeg kom til å starte å filme, og når jeg sluttet å filme.

3.5.3. Transkribering av videopptak

Videopptakene fra de tre intervjuene ble transkribert slik at materialet var mer egnet for videre analyse. Etter anbefaling fra Dalen (2004, s.61) transkriberte jeg intervjuene selv, da dette gav meg en unik mulighet til å bli kjent med datamaterialet mitt (Dalen, 2004, s.61). Alle de tre intervjuene ble transkribert innenfor en uke etter at intervjuene ble gjennomført.

For å ivareta elevenes anonymitet ble elevenes utsagn transkribert til bokmål. Transkripsjonskodene med tilhørende forklaringer som ble brukt i transkriberingen er vist i tabell 1.

Tabell 1: Oversikt over transkripsjonskoder

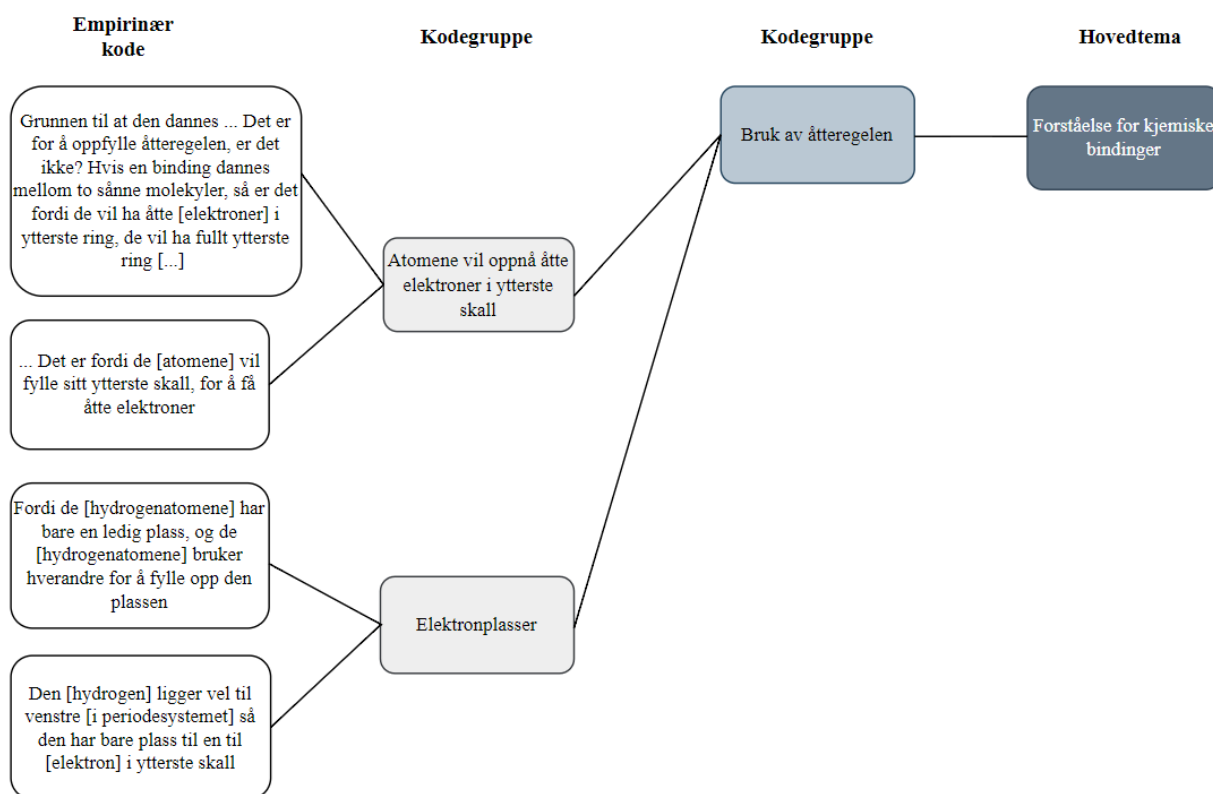
Transkripsjonskoder	Forklaring
...	Kort pause/liten nøling opp til tre sekunder
(...)	En lengre pause over tre sekunder
(tekst)	Ikke-verbale handlinger, f.eks. (peker på modellen)
[tekst]	Tillegg av informasjon til et sitat slik at det gir mening, f.eks. Det er fordi de [atomene] vil fylle sitt ytterste skall [...]
[...]	Tekst fra intervjuet som er irrelevant og utelatt

3.6. Analyse

I dette delkapittelet vil jeg redegjøre og beskrive hvordan jeg analyserte og tolket transkripsjonene av intervjuene og spørreskjemaene. Analysen ble inspirert av stegvis-deduktive induktive (SDI) beskrevet av Tjora (2017, s. 18) og Clarke og Braun (2006) sin definisjon av tematisk analyse. Analysedelen ble delt inn i tre steg, åpen koding, kodegrupperinger og utvikling av hovedtemaer. Steg en og to er inspirert av Tjora (2017), mens steg 3 er inspirert av Clarke og Braun (2006).

Det første steget var som nevnt åpen koding, der jeg brukte en induktiv empirinær koding så mye som mulig. Dette er en metode som går ut på at kodene skal ligge tett på og forankret i datamaterialet og man skal ikke være redd for at antallet koder blir stort (Tjora, 2017, s 197-198). Dette er koder som ikke skal utvikles fra teorier, hypoteser eller forskningsspørsmål, men det vil være umulig å gå inn i analysedelen helt uten tanker på ulike temaer på forhånd (Tjora, 2017, s 197-198). Så selv om jeg i så stor grad som mulig forsøkte å bare kode ut i fra datamaterialet mitt, så var det et par temaer som jeg i utgangspunktet ønsket å ha med. Dette var temaer om ulike misoppfatninger elevene satt med, og da særlig knyttet til åtteregelen og energien i bindingene.

I steg to samlet jeg kodene fra steg en som hang sammen i grupper, samt å skille ut koder som var irrelevante i en restgruppe (Tjora, 2017, s 2017). Deretter samlet jeg de kodegruppene som hang sammen, til en ny kodegruppe. Da dette var gjort satt jeg igjen med 4 kodegrupper.



Figur 5: Flytskjemaet viser et utdrag av hvordan noen empirinære koder ble sortert i kodegrupper. Deretter ble de første kodegruppene samlet til en ny kodegruppe, før de tilslutt ble samlet til et hovedtema. Dette flytskjemaet viser bare en av kodegruppene som tilhører dette hovedtemaet.

I det siste steget benyttet jeg tematisk analyse for å samle kodegruppene mine i hovedtemaer, og denne metoden er som nevnt inspirert av Clarke og Braun (2006). En tematisk analyse er en metode for å identifisere, analysere og finne mønstre i kvalitative data (Clarke & Braun, 2006). Med utgangspunkt i dette ble de 4 gruppene organisert tematisk, der de kodegruppene som handlet om det samme temaet ble samlet under det samme hovedtemaet.

Tilslutt endte jeg opp med to hovedtemaer: (1) Forståelse for kjemiske bindinger og (2) Bruk av magnetiske modeller i undervisning. Tabell 2 viser en oversikt over hovedtemaene og tilhørende kodegrupper.

Tabell 2: Oversikt over de to hovedtemaene og de fire kodegruppene

Forståelse for kjemiske bindinger	Bruk av åtteregelen
	Energi og krefter
	Sterke og svake bindinger
Bruk av magnetiske modeller i undervisning	Nytteverdi

3.7. Etiske betraktninger

Studien ble gjennomført i tråd med Norsk senter for forskningsdata (NSD) og Den nasjonale forskningsetiske komite (NESH) sine retningslinjer for håndtering og oppbevaring av personopplysninger til forskningsdeltakere. Studien ble meldt inn til NSD og godkjent (saksnummer 803651, se vedlegg D) før gjennomføringen av intervjuene.

I retningslinjene til NESH står det at ««forskere skal som hovedregel innhente forskningsetisk samtykke til deltakelse i forskning. Det forskningsetiske samtykke skal være frivillig, informert og utvetydig, og det bør være dokumenterbart» (Forskningsetikk.no, 2021). Og selv om man ikke skal innhente personopplysninger eller sensitiv informasjon, og selv om alt blir anonymisert skal man gi god informasjon og innhente samtykke (Forskningsetikk.no, 2021). Elevene ble i forkant informert om prosjektet både muntlig og skriftlig gjennom et informasjonsskriv. Dette informasjonsskrivet ble utformet basert på en mal fra NSD, og her ble elevene informert om prosjektets formål, hvilke datainnsamlingsmetoder jeg ønsket å ta i bruk, deres rettigheter og hvordan datamaterialet skulle behandles. Fordi alle elevene i 10.klassen var over 15 år og ingen sensitive opplysninger ble samlet inn, kunne de samtykke selv til deltakelse til prosjektet. Dette var informasjon jeg fikk fra NSD, og begrunnelsen for dette ligger i vedlegg F.

Fordi jeg ønsket å samle inn data både ved intervjuer og et spørreskjema, ble elevene bedt om å krysse av på hvilke deler de ønsket å delta i på siste side av informasjonsskrivet (se vedlegg E). På denne måten kunne elevene selv velge om de ville delta på alt, ingenting, eller deler av det. Det gav ingen konsekvenser for elevene å takke nei til å delta på prosjektet. Fordi det ikke ble samlet inn noe data under selve undervisningsopplegget, deltok alle elevene på lik linje. Den eneste forskjellen var at elevene som takket ja til å delta på spørreundersøkelsen, fylte ut

skjemaet i etterkant. Elevene som ikke ønsket å svare på spørreskjemaet, fortsatte med oppgavene de fikk utdelt i elevaktivitet 2 i undervisningsopplegget.

Alt av data har blitt behandlet konfidensielt og all informasjon har blitt anonymisert. Jeg utarbeidet fiktive navn på alle informantene i transkripsjonsarbeidet for å ivareta elevenes anonymitet.

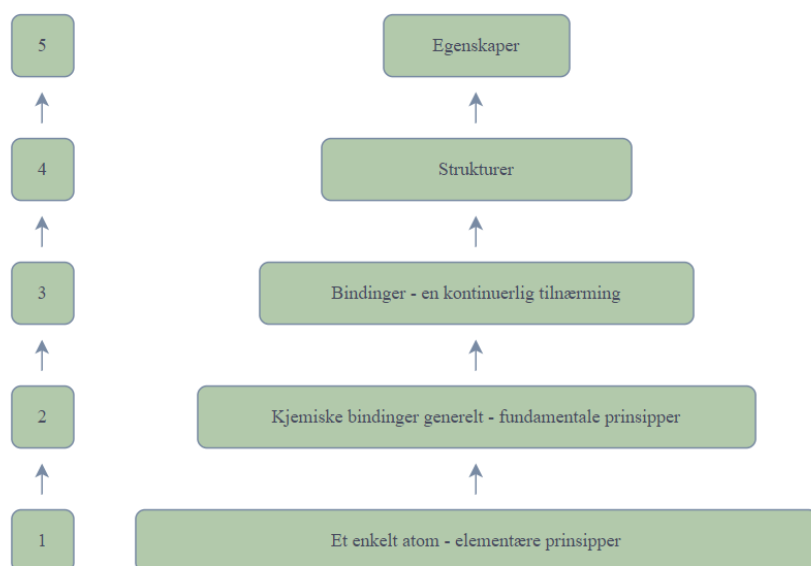
4. Undervisningsopplegget

Dette kapittelet vil ta for seg konteksten og en detaljert beskrivelse av undervisningsopplegget som er gjennomført. Først vil jeg beskrive konteksten, der jeg redegjør for de magnetiske modellene som er brukt og hvilket rammeverk jeg har tatt utgangspunkt i når jeg utviklet undervisningsopplegget. Deretter vil jeg beskrive undervisningsopplegget i detalj. I dette kapittelet vil jeg også redegjøre for alle valg som ble tatt og alle metoder som ble brukt i undervisningsopplegget.

4.1. Kontekst til undervisningsopplegget

4.1.1. New Bottom-up tilnærming

I utformingen av undervisningsopplegget har jeg tatt utgangspunkt i et magnetiske molekylsett fra Skolelaboratoriet og Kronik et al. (2008) sitt alternative undervisningsrammeverk, *A New Bottom-up*. Dette undervisningsrammeverket baserer seg på en «nedenfra og opp»-tilnærming med grunnlag i de grunnleggende fysikalske og elektrostatiske prinsippene, og består av fem steg. Det første steget handler om å introdusere sentrale egenskaper til isolerte atomer. Her introduseres elevene også for konsepter som «skall» og ytterelektroner. I steg to får man en diskusjon av de generelle prinsippene for kjemiske bindinger mellom to atomer. I dette steget fokuseres det på energien, og de elektrostatiske tiltreknings- og fratsøtningskreftenes rolle i kjemiske bindinger. De generelle prinsippene brukes deretter til å presentere de forskjellige tradisjonelle kategoriene for kjemiske bindinger i en kontinuerlig skala mellom bindingstypenes ytterpunkter i steg tre. Utstyrt med kunnskapen fra steg tre vil elevene i steg fire bli forklarte de ulike bindingstypene og de ulike strukturene vi kan få dannet. I steg fem vil vi få en diskusjon om sammenhengen mellom bindinger, strukturer og egenskaper (Kronik et al., 2008).






Figur 6: Figuren viser "Bottom-up" tilnærmingen for undervisning av kjemiske bindinger. Figuren er hentet og oversatt fra Kronik et al. (2008)

4.1.2. Magnetiske modeller

Bakgrunnen for valget av magnetiske modeller i undervisningsopplegget er at de kan illustrere kjemiske bindinger på en god måte. Magnetmodellene brukes i undervisningsopplegget for at elevene skal få best mulig forståelse, noe jeg deretter vil kunne avdekke i intervjuene. Alle kjemiske bindinger kan ses på som tiltrekninger mellom atomer og molekyler, og magnetmodellene kan illustrere dette på en god måte. Som nevnt i teoridelen er det slik at det kreves energi for å bryte en kjemisk binding, mens det frigjør energi når en binding dannes. Magnetmodellene kan illustrere dette ved at elevene får kjenne på kreftene, og da kan det være intuitivt at man må bruke krefter for å dra fra hverandre noe som har en tiltrekning, som i dette tilfelle magnetene. Tilsvarende kan det intuitivt at en slik tiltrekning kan brukes til å utføre et arbeid, altså frigjøre energi, når de går sammen (Skolelaboratoriet, u.å.).

I undervisningsopplegget vil jeg ta i bruk tre forskjellige magnetiske modeller, et større sett med magnetiske molekyler der magnetene er like sterke (modell A), et lite sett med magnetiske molekyler der magnetene har ulike styrke (modell B), og geomag-magneter (modell C).

Tabell 3: Tabellen viser en oversikt over de tre magnetiske modellene som ble brukt i undervisningsopplegget

Modell A	
Modell B	
Modell C	

Alle tre magnetmodellene forklarer det konseptet med at å bryte en binding krever energi og dannelsen av bindinger frigjøre energi. Men en ulempe med magnetene i det store magnetiske molekylsettet er at alle magnetene er like sterke. Dette gjør at man mister muligheten til å forklare prinsippet om at en svak binding kan erstattes av en binding som er sterkere, og at den reaksjonen ikke kan gå den andre veien uten at det blir tilført energi. Dette kan derimot forklares med de magnetiske modellene der magnetene er i forskjellig styrke. Også geomag-magnetene, som består av stavmagneter og ikke-magnetiske kuler, kan forklare krefter i kjemiske bindinger. Stavmagnetene gir elevene muligheten til å kjenne på at ulike poler tiltrekker hverandre, mens like poler frastøter hverandre. Metallkulene er ikke magnetiske i seg selv, men tiltrekkes av magnetene. Erfaringene elevene får med disse magnetene kan overføres til elektriske ladninger, og kan bidra til å forklare bindingen mellom to like atomer, altså en upolar binding. De to atomkjernene er positive og frastøter hverandre, men de holdes sammen fordi de tiltrekkes av det samme elektronparet, som er negativt ladet. Parallelt kan elevene kjenne at magneter som frastøter hverandre kan holdes sammen i en binding når de trekkes sammen av den samme metallkula. Selv om modellene dreier seg om magnetiske krefter så erfaringene overførbare til atomer og molekyler der elektriske krefter er

involvert (Skolelaboratoriet, u.å.). En ulempe med geomag-magnetene er at de ikke ser ut som atomer og molekyler, slik som de to andre magnetmodellene gjør.

4.2. Plan for gjennomføring

Kompetansemål	Læringsmål
Bruke atommodeller og periodesystemet til å gjøre rede for egenskaper til grunnstoffer og kjemiske forbindelser	<ul style="list-style-type: none"> - Elevene skal kunne forklare og beskrive de ulike kjemiske bindingene - Elevene skal kunne forklare og beskrive hva som skjer med energien når kjemiske bindinger dannes og brytes
Bruke og lage modeller for å forutsi eller beskrive naturfaglige prosesser og systemer og gjøre rede for modellenes styrker og begrensninger	<ul style="list-style-type: none"> - Elevene skal kunne bruke ulike modeller for å kunne forklare energien i bindingene

Tabell 4: Kompetansene er hentet fra Utdanningsdirektoratet, mens læringsmålene for timen er utformet av meg med bakgrunn i de relevante kompetansemålene.

Tabell 5: Tidsplan for undervisningsopplegget.

Tid	Hva skal gjøres
5min	Oppstart og introduksjon Plan for timen
15min	Teorigjennomgang på tavla – lage tankekart - Steg 1: Et enkelt atom – elementære prinsipper
15-20min	Elevaktivitet 1 – elevene utforsker den magnetiske modellen Bygger ulike molekyler Begynnelse av steg 2: Kjemiske bindinger generelt – fundamentale prinsipper
	Pause
20min	Teorigjennomgang på tavla - Steg 2: Kjemiske bindinger generelt – fundamentale prinsipper - Steg 3: Bindinger – en kontinuerlig tilnærming

15-20min	Elevaktivitet 2 – Sette navn på ulike kjemiske bindinger og sant/usant påstander Elevene får utdelt ulike bilder av molekyler med navn, der de skal si noe om hvilke type/typer kjemisk binding som spiller inn
5min	Oppsummering av timen

Undervisningsopplegget gikk over to økter på 45 minutter, der hovedfokuset lå på energien i kjemiske bindinger og de ulike kjemiske bindingene. Økt 1 tok for seg steg 1 i New Bottom-up tilnærmingen og at elevene utforsket magnetmodellene, mens økt to tok for seg steg 2 og 3 i tillegg til at elevene selv jobbet med de ulike typene kjemiske bindinger. Jeg forsøkte konsekvent å ikke fokusere på återegelen i undervisningsopplegget som forklaring på hvorfor kjemiske bindinger oppstår, men heller som en konsekvens.

I forkant av gjennomføringen, prøvde jeg ut undervisningsopplegget på en medstudent som ikke har naturfag som fag. Dette ble gjort slik at jeg kunne se om jeg trengte å gjøre endringer på opplegget. I tillegg tok jeg også kontakt med læreren i klassen jeg gjennomførte undervisningsopplegget i, for å forhøre meg om hvilke forkunnskaper elevene hadde om kjemiske bindinger og for å spørre om de har vært bort i slike magnetiske molekylmodeller før.

4.2.1. Gjennomføring

Timen begynte med oppstart og introduksjon, der jeg introduserte meg selv og gikk gjennom planen for timen.

Deretter begynte selve undervisningsopplegget, og jeg startet med en teorigjennomgang om *et enkelt atom*. I denne delen snakket vi om hva elevene forbinder med et atom, og vi lagde et tankekart på tavla i fellesskap. For at dette ikke bare skulle bli en del hvor jeg sto og snakket, tok jeg i bruk IGP-metoden (individuell-gruppe-plenum) for å få elevene med og i større grad deltakende i utformingen av tankekartet. IGP-metoden er en metode som legger til rette for at hver enkelt elev får muligheten til å reflektere og tenke selv, før man går sammen i mindre grupper og deler med de andre elevene hva man har tenkt. Til slutt deles det med resten av klassen hva gruppa har tenkt. Dette er en fin metode for å få frem tanker og ideer som ikke nødvendigvis ville kommet frem dersom man skulle sagt det høyt i plenum med en gang.

Tanken bak denne teorigjennomgangen er at elevene skal tenke litt selv over egenskaper ved atomer før man begynner å bygge molekylene.

Etter teorigjennomgangen gikk vi i gang med elevaktivitet 1, der elevene skulle bli kjent med magnetmodellene A og C. I denne aktiviteten lot jeg elevene få utforske og bygge valgfrie molekyler. Fordi jeg hadde begrenset med magnetiske molekyler, jobbet elevene i grupper. Halvparten av gruppene utforsket modell A, mens den andre halvparten utforsket modell C. Når halve tiden var gått byttet de modeller, slik at alle gruppene fikk utforsket begge modellene. Mens elevene holdt på med modellene gikk jeg rundt, og kom blant annet med tips til hvilke molekyler elevene kunne bygge eller svarte på spørsmål dersom de hadde det. Tanken bak denne delen av undervisningsopplegget er som nevnt at elevene skulle bli kjent med magnetmodellene, som vil gi bedre forutsetninger for å svare på spørsmålene på intervjuet og spørreundersøkelsen i etterkant. Men tanken var også at elevene skal komme inn på ideen om at det trengs energi for å bryte kjemiske bindinger og ikke motsatt, gjennom at de kjenner selv at de må bruke litt kraft for å dra atomene fra hverandre.

Etter pausen gikk vi i gang med andre teorigjennomgang, som handler om steg 2 og 3 fra New Bottom-up tilnærmingen som handler om *kjemiske bindinger generelt – fundamentale prinsipper og bindinger – en kontinuerlig tilnærming*. Molekylene elevene bygget i elevaktivitet 1 tok jeg med meg inn i teorigjennomgangen, og spurte hva elevene tenker om hva som får atomene til å reagere med hverandre og danne en kjemisk binding. Derfra gikk vi videre til å snakke om hva som skjer med energien i bindingene, og her brukte jeg magnetmodellene til å illustrere dette. For å komme inn på at det er ulik styrke på ulike bindinger tok jeg i bruk modell B, der magnetene er i forskjellig styrke, for å illustrere at en binding kan erstattes av en sterkere binding. Herfra gikk vi til å snakke om forskjellen på sterke og svake bindinger, og de ulike typene sterke bindinger. Her valgte jeg å fokusere mest på kovalente bindinger og ionebindinger, men nevnte at vi også har metallbindinger.

Etter teorigjennomgangen fikk elevene et oppgavehefte med ulike oppgaver knyttet til det vi hadde gått igjennom. Her jobbet elevene med å sette navn hvilken/hvilke kjemisk binding som spiller inn i ulike molekyler, og sette inn riktig ord i en tekst om sterke bindinger.

Timen ble avsluttet med at de elevene som hadde takket ja til å svare på spørreundersøkelsen gjorde det, mens de som takket nei fortsatte med oppgavene. Helt til slutt tok jeg en oppsummering, slik at elevene fikk mulighet til å stille spørsmål om ting de satt inne med og slik at jeg kunne oppklare ting som var uklart.

5. Resultater og analyse

Målet med denne studien er å teste ut en ny måte å undervise kjemiske bindinger på som innebærer bruk av magnetiske modeller, og å undersøke hvordan dette kan bidra til forståelse for temaet. Datamaterialet baserer seg på tre intervjuer i etterkant av et undervisningsopplegg, samt en spørreundersøkelse.

Transkripsjonene av videopptakene fra intervjuene og svarene på spørreundersøkelsen utgjør datamaterialet i studien. Gjennom analyse- og kodingsprosessen ble det utarbeidet to hovedtemaer: (1) Forståelse for kjemiske bindinger og (2) Bruk av magnetiske modeller i undervisning. Hovedtemaene ble laget med utgangspunkt i de fire kodegruppene, som ble utarbeidet fra de empirinære kodene fra transkripsjonene (se tabell 2 s. 22 for en inndeling av de to hovedtemaene med tilhørende kodegrupper).

I dette kapitlet vil presentere funnene fra analyseprosessen. Kapitlet er delt inn i to delkapitler, som tar for seg hvert av de to hovedtemaene. I begynnelsen av hvert delkapittel vil jeg komme med et sammendrag av hovedfunnene, før jeg deretter vil presentere, kommentere og tolke utvalgte sitater. Jeg vil for det meste presentere sitater fra intervjuene da det er dette som utgjør hoveddelen av datamaterialet mitt, men vil også ta med noe fra spørreundersøkelsene. Derfor vil jeg på slutten av sitatene merke det med (*Intervju*) eller (*Spørreundersøkelse*) avhengig om sitatet kommer fra intervjuene eller fra spørreundersøkelsen. Underkapitlene i de to delkapitlene vil ta for seg hver kodegruppe tilknyttet til det gitte hovedtemaet. Jeg vil også komme med en oppsummering av det jeg anser som de viktigste funnene tilknyttet hvert hovedtema i slutten av de to delkapitlene.

5.1 Forståelse for kjemiske bindinger

Gjennom denne studien ønsket jeg blant annet å se på elevenes forståelse for kjemiske bindinger. På spørsmål om hva en kjemisk binding var svarte alle de tre elevene at det var det som holdt atomene og molekylene sammen. Samtidig svarte også en elev at det også kunne være krefter mellom atomer. Elevene var også nokså enige om at en binding mellom atomer dannes for å oppfylle åtteregelen. Intervjuene og spørreskjemaet viste også at elevene hadde ymse forståelse for både sterke og svake bindinger, men også forskjellen på de ulike typene sterke bindinger. I dette kapitlet vil jeg videre presentere og belyse disse aspektene i de neste tre underkapitlene, som representerer hver sin kodegruppe.

5.1.1 Bruk av åtteregelen

For å få en dypere innsikt i elevenes forståelse av kjemiske bindinger, ble elevene spurt i intervjuet om de kunne forklare hva de trodde var grunnen til at en binding dannes. I intervjuene prøvde både Mari og Knut å gi en forklaring på hva grunnen var:

Mari Grunnen til at det dannes.... Det er for å oppfylle åtteregelen, er det ikke? Hvis en binding dannes mellom to sånne molekyler, så er det fordi det vil ha åtte i ytterste ring, de vil ha fullt ytterste ring. Da kan de på en måte bruker hverandre, i hvert fall i noen bindinger.

(Intervju)

Knut ... Det er fordi de [atomene] vil fylle sitt ytterste skall, for å få åtte elektroner.

(Intervju)

Både Mari og Knut brukte åtteregelen i forklaringen sin om hvorfor en binding dannes. Den tredje eleven jeg intervjuet, Sander, visste ikke hvordan han skulle forklare dette. I undervisningsopplegget som ble gjennomført dagen før, ble åtteregelen nevnt av meg i teorigjennomgangen, men jeg var tydelig og konsekvent på at åtteregelen ikke var årsaken til at bindinger dannes og at det heller var en konsekvens.

Også senere i intervjuene med Mari og Knut kom åtteregelen opp da jeg spurte om de kunne forklare hvorfor vi får dannet akkurat molekylet H_2 :

Mari Fordi de [hydrogenatomet] har bare en ledig elektronplass, og de [hydrogenatomene] bruker hverandre for å fylle opp den plassen.

(Intervju)

Knut Den [hydrogen] ligger vel til venstre [i periodesystemet] så den har bare plass til en til [elektron] i ytterste skallet.

(Intervju)

I spørreundersøkelsen kom også åtteregelen frem i et av svarene, da jeg spurte om elevene ville endret forklaringen sin på ulike kjemiske bindinger etter undervisningsopplegget. Her svarte en av elevene at de blant annet hadde forfrisket åtteregelen etter timen.

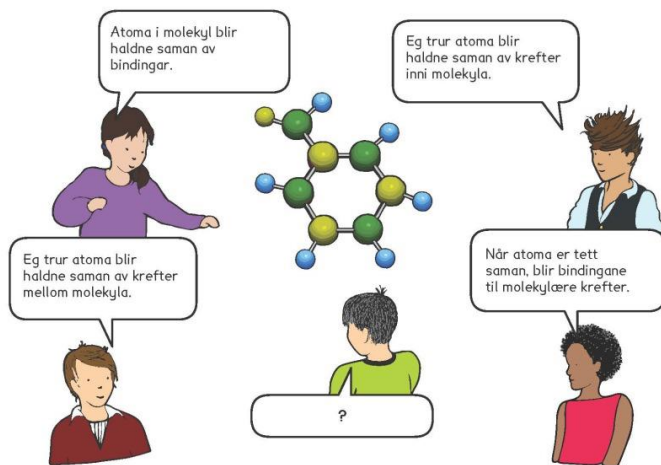
Også elektronplasser kom frem i begrunnelsen til Mari på hvilke positive sider magnetiske modeller har:

Mari Den her [modell A] viser veldig godt dette med elektronplasser, mens det gjør ikke den her [modell B]. [...]

(Intervju)

5.1.2 Energi og krefter

For å få en dypere innsikt i elevenes forståelse av kjemiske bindinger og hva en kjemisk binding er, fikk elevene utdelt en grubletegning som handlet om hva som holder atomene sammen og jeg spurte om hvem de var mest enige med.



Figur 7: Figuren viser grubletegningen som er vist til elevene under intervjuene

Her svarte alle tre elevene enten en eller begge av påstandene «Atomene blir holdt sammen av bindinger» og «Jeg tror atomene blir holdt sammen av krefter mellom molekylene». På hvorfor de var mest enige med disse påstandene og hva en kjemisk binding var forklarte elevene at:

Mari (...) Fordi bindinger kan jo også være krefter, kan det ikke? Eller energi?

(Intervju)

Knut ... En kjemisk bindinger er to molekyler som går sammen, og da frigjør det energi.

(Intervju)

Jeg spurte også Mari om hvorfor hun ikke var enige med det andre påstandene på grubletegningen som var; «jeg tror atomene blir holdt sammen av krefter inni molekylene» og «når atomene er tett sammen, blir bindingene til molekylære krefter». Til dette svarte Mari at:

Mari [...] fordi det er ikke krefter inne i molekylene, det er krefter utenfor. Når atomene er tett sammen så er det like stor binding som om når de er langt unna på en måte. Kan hende det blir forskjellige bindinger, sånn at det blir, ja forskjellige bindinger, men det blir ikke sterkere hvis de er her eller her (viser større og mindre avstand med hendene), hvis de har samme type binding på en måte.

(Intervju)

De magnetiske modellene, særlig modell A og B, viser særlig godt at man må bruke krefter og energi for å bryte en binding, mens å danne en binding frigjør energi. Dette var også noe som ble fokusert på i undervisningsopplegget. Så for å få en innsikt i hva elevene tenkte og hvilken forståelse de hadde for energi i kjemiske bindinger, ble de i intervjuet spurt om hva de tror skjer med energien når bindingen mellom to hydrogenatomer oppstår og når den brytes. På dette svarte de tre elevene:

Knut Da frigjør du energi [når en binding dannes]
Det motsatte av å frigjøre, det skapes jo ikke energi, det blir mer på en måte, jeg vet ikke helt hvordan jeg skal forklare det [når en binding brytes].

(Intervju)

Sander At energien, jeg visste ikke helt at det var energi i de her.

(Intervju)

Mari ... Det var at ... Det var at energi oppstår (lager gåseøyne) det blir mer [energi] av at man tar de [hydrogenatomene] sammen, og når man tar de [hydrogenatomene] fra hverandre blir det mindre [energi].
Da blir det mindre energi som skapes på en måte [når en binding brytes].

(Intervju)

Både Mari og Knut var inne på at det frigjøres energi når en binding dannes, der Knut faktisk brukte ordet frigjøre mens Mari forklarte det med at energi oppstår. Ingen av dem hadde noen forståelse for at det krever energi for å bryte en binding, og de forklarte et heller med at det ble mindre energi som skapes eller at det skjer det motsatte av å frigjøre og at det da blir mer energi. Som vist i sitatet over, svarte Sander at han ikke visste at det var energi i bindinger, og at det som skjer når en binding brytes var at atomene bare går fra hverandre og prøver å finne et annet atom å binde seg til.

Også i spørreundersøkelsen stilte jeg spørsmål om hva som skjer med energien i kjemiske bindinger, og da både hva de trodde før og etter undervisningsopplegget. På hva de trodde før fikk jeg to svar som sa at «energien blir overført», mens på hva de trodde etter undervisningsopplegget fikk jeg disse to svarene:

Elev Det som skjer med kjemiske bindinger er at når de trekker sammen frigjør de energi.

(Spørreundersøkelse)

Elev Etter undervisningsopplegget ville jeg sagt at energien frigjøres når man lager bindinger, og at det krever energi for å bryte bindinger.

(Spørreundersøkelse)

Som vist i det nederste svaret, så kommer det frem at det krever energi for å bryte bindinger. Og dette er det eneste svaret fra både intervjuene og svarene på spørreundersøkelsen som trekker frem dette. Som nevnt i metoddelen så ble spørreskjemaet besvart helt på slutten av undervisningstimen, så det hadde gått kort tid fra terorigjennomgangen der energien i bindinger ble sagt, noe som kan ha gjort at dette var mer gjenfortelling av teori enn forståelse.

Men likevel så var dette det eneste som ble sagt om at det krever energi for å bryte en binding, og mesteparten av de andre svarene besto av ikke besvarte svar eller at elevene har svart jeg vet ikke.

5.1.3 Sterke og svake bindinger

For å kunne se om elevene kunne skille mellom sterke og svake bindinger, ønsket jeg at de med egne ord skulle forklare forskjellen mellom de to:

Knut ... Sterke bindinger det var, ikke molekyler sammen, men et ... skal vi si vann da, H₂O. Da har vi H-en og de to O-ene. Det er sterk, også hvis du kobler to molekyler sammen da har du svak.

(Intervju)

Mari ... det var vel en sterk binding som deler elektroner. At de [atomene] er helt sammen på en måte. En svak binding er energi i mellom.

(Intervju)

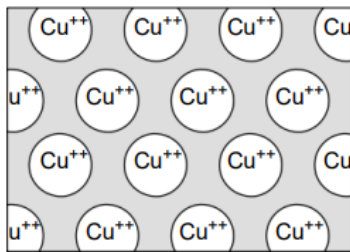
Sander (...) Sterke bindinger er på en måte, eller hvert fall på det arket vi hadde i går, så på første siden så var det to [atomer] som lånte elektroner av hverandre. Så jeg tror at det er sterke bindinger, når de låner elektroner fra hverandre. Også er svake [bindinger] når de gir fra seg [elektroner].

(Intervju)

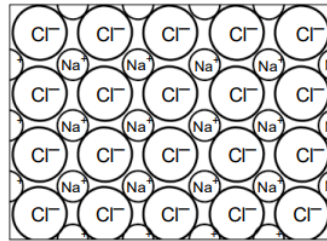
Alle tre elevene er inne på hva sterke bindinger er. Både Sander og Mari forklarer en type sterk binding, kovalent binding, i sine svar. Knut derimot svarer mer generelt for alle typer sterke bindinger, med at sterke bindinger finner du mellom atomene i for eksempel ett vannmolekyl. Knut gir også et mer tydelig og generelt svar på hva en svak binding er, da han svarer at man har svake bindinger mellom to molekyler. Mari er også inne på noe når hun svarer at det er energi i mellom.

Både i undervisningsopplegget og i intervjuet fikk elevene i oppgave å peke på hvilke sterke eller svake bindinger som var tilstede på ulike bilder de fikk utdelt. Jeg fant relativt fort ut at

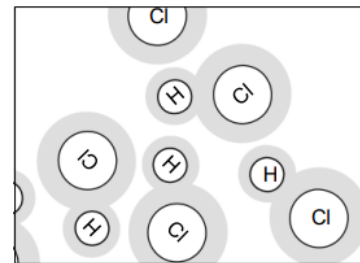
da jeg gjennomførte undervisningsopplegget at elevene ikke kunne så mye om de ulike typene sterke bindinger, og at det heller ble et fokus på å skille mellom sterke og svake bindinger. Elevene fikk utdelt fem bilder under intervjuet og de viste alle de tre sterke bindingene, samt svake bindinger mellom molekyler på to av bildene.



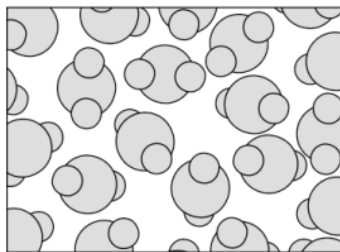
Kobberkrystall



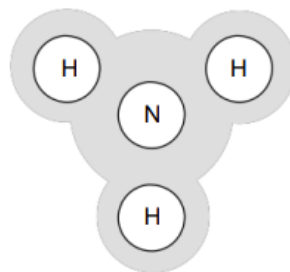
Natriumklorid



Hydrogenklorid



Vannmolekyler



Ammoniakk

Figur 8: Figuren viser en oversikt over de fem bildene som ble vist elevene under intervjuet

Under intervjuet fikk jeg en del forskjellige svar. Både Mari og Knut svarte at det er sterke bindinger som holder et vannmolekyl sammen, mens Sander mente det var svake bindinger og begrunnet dette med at den alltid holder den samme formen. Her brukte han modell A for å vise med atomer hvilken form et vannmolekyl har. Alle de tre elevene svarte at det var sterke bindinger som holdt hydrogenklorid og natriumklorid sammen. Både Sander og Knut svarte at det var sterke bindinger som holdt ammoniakk-molekylet sammen. Sander begrunnet hvorfor slik:

Sander

Den her tror jeg er sterk (peker på NH₃). Siden de, det er en i midten også er det tre rundt som på en måte holder fast rundt den.

(Intervju)

Mari derimot mente det var svake bindinger som holdt molekylet sammen. Også når det gjaldt kobberkrystallen fikk jeg ulike svar fra elevene. Knut mente at det var en sterk binding, siden det bare var kobber bundet sammen. Mari svarte først at hun tenkte at det var en sterk binding,

men svarte etterpå at det den var svak. Det samme gjorde Sander, og begrunnet at det var en svak binding slik:

Sander Og her tror jeg det er svak (peker på kobbermetall) siden det på en måte, eller det kan være at de har tatt [elektroner] fra hverandre, men jeg tror den er svak.

(Intervju)

Som nevnt var det to av bildene som også inneholdt svake bindinger, bildene med vannmolekyler og hydrogenklorid-molekyler. Ingen av elevene nevnte at det var noen svake bindinger tilstede mellom hydrogenklorid-molekylene, men som sitatet under viser var Knut litt usikker på om det sterke eller svake bindinger tilstede på bilde av vannmolekylene:

Knut [...] Og her, det er? (peker på bildet av vannmolekyler)

Intervjuer Det er vannmolekyler.

Knut De er jo sterke (peker på ett vannmolekyl), men er de sterke hele greia? (...) det er vel kanskje svakt da. De her er jo sterke da (peker igjen på et vannmolekyl), men når det er flere så vet jeg ikke helt hva det blir.

(Intervju)

Som vist mente Knut at det var sterke bindinger som holdt et vannmolekyl sammen, men var usikker på om det bare var sterke bindinger som var tilstede når han så på hele bildet og alle molekylene. Også Sander svarte som nevnt tidligere at det var svake bindinger tilstede på bildet av vannmolekylene, men han pekte på et vannmolekyl og ikke bindingene mellom molekylene.

Elevene fikk også utdelt er grubletegning som handlet om hva som skjer når vann fordamper, og også her fikk de spørsmål om hvem de tenkte de var mest enige med. Her svarte Mari at hun var mest enig med påstanden «vann kan fordampe ved alle temperaturer», mens både Knut og Sander var mest enige med påstandene «vann fordamper ved akkurat 100 grader» og «vann fordamper raskere ved høyere temperatur».

Deretter ble de tre elevene spurt om de kunne forklare med egne ord hva som skjer med vannmolekylene når vann fordamper. Her fikk de muligheten til å både ta i bruk modellene eller tegne i forklaringene sine. Alle de tre elevene nevnte i sine forklaringer at vannmolekylene deler seg og går fra hverandre. Dette er vist i utsagnet fra Mari:

Mari (...) Jeg får prøve da (...) Det her er vann (lager et vannmolekyl med modell A) Og når det fordamper så (lager et vannmolekyl til). Hvis vi nå har to [vannmolekyler] og de er på en måte bundet sammen (lager gåseøyne) eller at de sitter sammen, og når det fordamper så tror jeg at de [vannmolekylene] går fra hverandre (viser med modellen at vannmolekylene går fra hverandre) eller at de fordeler seg litt. Jeg vet ikke helt om de her [hydrogenatomene] går fra oksygenet. Jeg vet ikke helt. Men hvert fall at de her [vannmolekylene] deles, og kanskje at hydrogen og oksygen skilles.

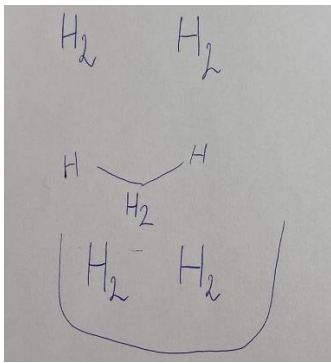
(Intervju)

I tillegg til at vannmolekylene går fra hverandre, var Mari usikker på om det bare var bindingene mellom vannmolekylene som brytes eller om bindingene mellom oksygen og hydrogen også brytes.

Knut nevnte også at molekylene delte seg opp, men siktet her til at bindingene mellom atomene i et vannmolekyl brytes. For å forklare hva som skjedde tegnet han en tegning, der han har tegnet og forklart vannmolekylene består av kun hydrogenatomer og ikke oksygenatomer. Dette er vist i utsagnet og tegningen under:

Knut (...) (tegner på ark). Når det her varmes opp så tenker jeg kanskje at varme gjør noe med energien, og da tenker jeg at det frigjør eller deler opp [molekylene], for det er jo to H-er. Det varmes opp også frigjør det energi, og det må ut og da fordamper det. Det blir varmt og da kommer det noen H-er ut her.

(Intervju)



Figur 9: Knut sin tegning av hva som skjer med vannmolekyler når vann fordampes

I tillegg spurte jeg elevene om de kunne forklare hva som skjer med vannmolekylene når vann kondenserer. Her svarte alle tre at molekylene finner sammen igjen og trekker seg sammen:

Mari

... Hvis, når de fordampes så er det at de [vannmolekylene] går fra hverandre, så er vel [kondensering] at de [vannmolekylene] går sammen igjen.

(Intervju)

Man kan tolke svaret til Mari ulikt ved at det kan være at hun mener det oppstår svake bindinger mellom vannmolekylene når de går sammen igjen, men det kan også tolkes som at Mari ser på kondensering som en kjemisk reaksjon.

Ionebindinger og kovalente bindinger

I teoridelen har jeg redegjort for en del misoppfatninger elever kan ha knyttet til ulike typene sterke bindinger, da med særlig fokus på ionebindinger og kovalente bindinger. Det viste det seg at elevene ikke kunne så mye om de ulike typene sterke bindinger, og at det heller ble et fokus på å skille mellom sterke og svake bindinger. Men likevel kom det frem noen utsagn fra intervjuene som viser noe forståelse og misoppfatninger knyttet til ionebindinger og kovalente bindinger.

Fordi ønsket jeg å se om elevene kunne skille mellom sterke og svake bindinger, ba jeg dem med egne ord forklare forskjellen på de to. Da svarte Sander at:

Sander (...) Sterke bindinger er på en måte, eller hvert fall på det arket vi hadde i går, så på første siden så var det to [atomer] som lånte elektroner av hverandre. Så jeg tror at det er sterke bindinger, når de låner elektroner fra hverandre. Også er svake [bindinger] når de gir fra seg [elektroner].

(Intervju)

Her kan vi se at Sander svarer at sterke bindinger vil si at atomene låner elektroner fra hverandre, mens vi har svake bindinger når atomer gir fra seg elektroner.

Også Mari forklarte at sterke bindinger deler elektroner.

Også da Sander skulle si noe om hvilke sterke eller svake bindinger som spiller inn på de ulike molekylene jeg viste bilde av forklarte han at bindingstypen i NaCl var:

Sander Okei, da tror jeg også den (peker på NaCl) er sterk siden natrium og klorid låner [elektroner] fra hverandre, også når de trekker seg sammen så blir det natriumklorid.

(Intervju)

Som i forklaringen om forskjellen mellom sterke og svake bindinger, begrunner Sander at det er sterke bindinger i NaCl, fordi atomene låner elektroner av hverandre.

Heller ikke Mari eller Knut brukte begrepene kovalente bindinger eller ionebindinger da de ble spurt om hvilke sterke eller svake bindinger som spiller inn på de ulike molekylene jeg viste bilde av. Alle de tre elevene jeg intervjuet sa kun om det var en sterk eller svak binding som var tilstede. Heller ikke da jeg spurt hvilke type binding som oppstår når vi får dannet H₂ hadde Knut et godt svar på dette:

Intervjuer Hvilken type kjemisk binding tror du oppstår?

Knut (...)

Intervjuer Tror du at du får en sterk eller svak?

Knut Åja, du får en sterk.

Intervjuer Vet du hvilke type sterk binding du får?

Knut Nei det vet jeg ikke.

(Intervju)

Det svaret jeg fikk som viste den beste forståelsen for ionebindinger og kovalente bindinger, kom fra spørreundersøkelsen:

Elev Etter undervisningsopplegget har jeg lært om alle tre bindingene.
Kovalente bindinger deler elektroner, ionebindinger overfører elektroner og metallbindinger.

(Spørreundersøkelse)

Som nevnt svarte elevene på spørreundersøkelsen helt på slutten av undervisningstimen, men igjen dette var også det eneste svaret jeg fikk som brukte begrepene kovalente binding og ionebinding og redegjorde for forskjellen på de to.

5.1.5 Oppsummering av funnene knyttet til hovedtema 1

Elevene trakk frem:

- En kjemisk binding oppstår for å oppfylle åtteregelen slik at atomene får et fullt ytterskall
- Energi frigjøres når en binding dannes, mens det motsatte av frigjøring skjer når en binding brytes. Ble forklarte at det da blir mindre energi
- En sterk binding holder atomer sammen, mens en svak binding holder molekylene sammen
- Liten forståelse for de ulike typene sterke bindinger, og blander forskjellen på kovalente bindinger og ionebindinger med sterke og svake bindinger.

5.2 Bruk av magnetiske modeller i undervisning

I tillegg til å se hvilken forståelse elevene hadde av kjemiske bindinger, ønsket jeg å se på hvordan magnetiske modeller kunne bidra økt og bedre forståelse. Flertallet av elevene, både på spørreundersøkelsen og i intervjuene, svarte at modellene var fine å ta i bruk i undervisningen fordi det var en praktisk arbeidsmåte og at elevene lærte mer når de fikk arbeide praktisk og utforske selv. I undervisningsopplegget ble det brukt tre ulike typer

magnetiske modeller, modell A, B og C, som er forklart og vist i kapittel 4. Flertallet av elevene, både fra intervjuene og spørreskjemaet, syntes at modell A var lettest å forstå og var den modellen de lærte mest av. I dette kapittelet vil jeg videre presentere og utdype hvilke nytteverdi modellene hadde for elevenes forståelse og læring, samt elevenes forståelse for de ulike modellene og positive og negative sider ved dem.

5.2.1 Nytteverdi

Både i intervjuene og i spørreskjemaet spurte jeg elevene om hvordan de tenker at modeller kan bidra til å forstå kjemiske bindinger. Det som gikk i igjen desidert flest ganger hos elevene var at det modellene kunne gjøre det lettere å lære når man fikk gjøre noe praktisk, blant annet vist her:

Elev Jeg tenker disse magnetiske modellene kan gjøre det lettere å forstå kjemiske bindinger for da kan man selv bygge molekyler og ha noe fysisk å drive med istedenfor å bare lese i boken.

(Spørreundersøkelse)

Intervjuer Hvordan tenker du at modeller kan bidra til å forstå kjemiske bindinger?

Mari ... Det er jo fint å få praksis inn i alle ting, det er mye lettere å lære da når man ser det. Så når man bruker modeller så blir det lettere å lære, for de fleste tror jeg hvert fall.

Intervjuer Hvorfor er det lettere å lære med modeller?

Mari Når jeg bare hører på noen prate eller at de tegner så får jeg ikke med meg like mye som hvis jeg skulle prøvd det selv, så for meg så funker det bedre med noe praktisk og da også modeller.

(Intervju)

Noe som også gikk igjen var at elevene sa at modellene gav dem mulighet til å utforske og prøve seg frem, og at det på den måten ble lettere å forstå. Dette gav dem mulighet til å se bindingene i praksis og at man kunne lage forskjellige stoffer og molekyler med modellene og dermed se hvordan de var bygd opp. Dette var lettere å se med modellene fordi de viser mer

med figurer enn det for eksempel bokstaver gjør. En elev svarte også at modellene kan hjelpe for å se sammenhengen bedre.

Som nevnt arbeidet elevene med tre ulike magnetiske modeller, et større sett med magnetiske molekyler der magnetene er like sterke (modell A), et lite sett med magnetiske molekyler der magnetene har ulike styrke (modell B), og geomag-magneter (modell C). Fordi jeg ønsket å få et innblikk i elevenes oppfattelse og forståelse av modellene vi brukte i timen, spurte jeg om hva de trodde magnetene i modell A og B representerte. Her svarte både Mari og Sander at de trodde magnetene skulle være bindingen som holder atomene sammen, mens Knut svarte at de skulle forestille molekyler.

Det samme spørsmålet ble stilt om modell C, og her stilte i tillegg spørsmål om hva elevene trodde at stavmagnetene forestilte. Her svarte alle tre at stavmagnetene skulle forestille bindingene mens kulene var atomene.

Siden modell C var en geomag-modell og ikke liknet på typiske molekylmodeller ønsket jeg å vite hva elevene trodde denne modellen hadde med kjemiske bindinger å gjøre og hvordan man kan bruke den. På dette svarte elevene at:

Mari Man kan bruke den [modell C] på samme måte som den der (peker på modell A). Man kan lage molekyler. (bruker to stavmagneter og tre kuler til å lage et molekyl) Her har vi et vannmolekyl. Fordi det er samme som her (peker på et vannmolekyl lagd med modell A), bare at det er tydeligere bindinger og mindre atomer. Man kan jo bruke de [modell C] sånn.

(Intervju)

Sander Jeg tror den skal prøve å vise en annen måte å lage et atom på enn de andre modellene.

(Intervju)

Knut ... At de kobler seg sammen, at det må være pluss og pluss sammen og minus og minus sammen for at de skal passe sammen og ikke motsatt, ellers så trekker de fra hverandre.

(Intervju)

Positive og negative sider

Modeller blir som nevnt brukt for å forenkle fenomener og konsepter som kan være vanskelige å forstå. Samtidig så er det ikke alt modeller kan forklare og vise, samt gi et feil inntrykk av hvordan det faktisk er. Derfor ønsket jeg å spørre elevene om hvilke positive og negative sider de ulike modellene hadde.

På hvilke positive sider modell A og B hadde svarte elevene at:

Sander Det kan hjelpe med å vise på en måte hvordan de er satt sammen og hvilke stoffer de er satt sammen av.

(Intervju)

Knut Jeg synes modeller bare er bedre, fordi du får mer fysisk kontakt og sett hvordan ting fungerer med hverandre. Hvorfor den her har bare en [ledig plass] (peker på H-atomet i modell A) og den her har to [ledige plasser] (peker på O-atomet i modell A). Man får en større forståelse for hvordan ting fungerer.

(Intervju)

Mari Den her [modell A] viser veldig godt dette med elektronplasser, mens det gjør ikke den her [modell B]. Den skjønte jeg meg ikke helt på egentlig. Den var litt mer vanskelig å holde på med på en måte.

(Intervju)

Som vist over svarer både Knut og Mari at en positiv side ved modell A er at den viser elektronplassene godt. Det gjør at det blir lettere å se at hydrogen kun kan binde seg til et annet atom, mens oksygen har to ledige elektronplasser så den kan binde seg til to andre atomer.

På hvilke positive sider modell C hadde, svarte både Mari og Knut at den viste bindingene mellom atomene tydeligere ved at det var en fysisk binding mellom atomene. På den måten tenkte Knut at den kanskje kunne være lettere å forstå. Mari påpekte også at kunne være lettere å lage dobbeltbindinger med denne modellen. Sander svarte at med denne modellen kunne lage de samme molekylene, bare med en annen form og på den måten kunne det være lettere å se hvordan molekylet var bygd opp.

Når det gjaldt hvilke negative sider modell A og B hadde svarte Knut at man kan få et litt falskt bilde på hvordan et molekyl ser ut, siden et faktisk molekyl ikke akkurat ser ut som modellen. Sander svarte her at han ikke kom på noen negative sider ved modellene. Mari svarte som vist i et sitat over at hun syntes at modell B var litt vanskelig å forstå seg på og holde på med siden den var så magnetisk. I tillegg svarte hun at de to modellene kunne vise sterke og svake bindinger på ulike måter:

- Intervjuer** Hvilke negative sider tenker du at slike modeller har?
- Mari** (...) Med dem [modell A] så kan du bare lage et sånn [bare et molekyl], jeg tenker at med disse [modell B] så kan man kanskje sette sammen flere vannmolekyler også. De her [modell A] kan man ikke gjøre det med, siden de ikke er magnetiske utenpå, de er bare plastikk.
- Intervjuer** Er det noe slike modeller ikke kan forklare?
- Mari** Hvilke av dem?
- Intervjuer** Begge, hvis du begynner med denne [modell A]
- Mari** (...) Den kan vel ikke forklare svake bindinger, fordi dette (viser til bindingen i vannmolekylet) er sterke bindinger, og de sitter sammen og det må de for å kunne lage en figur.
(...)
Kanskje motsatt på den her [modell B] den her viser mer svake bindinger for det er ikke så tydelig at de sitter sammen (peker her på modell A).

(Intervju)

Når det gjaldt hvilke negative sider modell C hadde, gikk det igjen at man ikke kunne se like godt hvilke atomer det var siden alle kulene var like og at kulene var ganske små og at det da ikke kom like godt frem at det var de man satt sammen. Dette kan man se i sitatet fra intervjuet med Mari:

Mari (...) Man ser ikke like godt hvilke stoffer det er siden alle er like. På den her [modell A] så er dette oksygen (peker på det røde oksygenatomet) og hydrogen (peker på det hvite hydrogenatomet). Men i den her (viser frem modell C) så har vi ikke peiling på hva det er.

(Intervju)

I tillegg til de ulike positive og negative sidene ved de ulike modellene, ønsket jeg å vite hvilke av modellene elevene hadde lært mest av eller syntes var enklest å forstå. Dette spurte jeg både elevene om i intervjuet og spørreskjemaet. Mari, Sander og Knut svarte alle at de lærte mest av modell A, og begrunnelsen som her gikk igjen var det at var den modellen som var lettest å forstå. Modellen var lett å sammenlikne med de figurene man hadde i boka og det var enkelt å se hvilke atomer man tok i bruk. Både Knut og Mari påpekte at det var lett å se antall elektronplasser hvert atom hadde og at modellen viste godt återegelen. Sander nevnte også at modellen liknet de huskereglene som klassen hadde laget i niende klasse på hvordan de ulike atomene var, og derfor var den lett å ta i bruk.

På spørreskjemaet svarte 6 elever at de lærte mest av modell A, 4 elever svarte modell C og 3 elever svarte modell B. En elev svarte at hen ikke egentlig lærte så mye av noen av modellene.

Alle de tre elevene jeg intervjuet var også enige i rangeringen av modellene, fra lærte mest til lærte minst. Modell A kom først, deretter modell C og til slutt modell B. Begrunnelsen på hvorfor akkurat denne rekkefølgen var:

Sander Fordi denne (peker på modell A) liknet på den vi drev med i niendeklasse. Og den her (peker på modell C) var det ganske lett å lage modeller av ut i fra de stengene og de kulene. Og den her (peker på modell B) var litt vanskelig å bruke siden den var så veldig magnetisk og det var vanskelig å sette de sammen uten at de bare krøllet seg sammen.

(Intervju)

Knut

Fordi de [modell A] var lett å sammenlikne med de som man har i boka, og hvorfor det bare var en (snakker om hydrogen), det var lett forklarlig siden det er sånn de er lagd. På den her [modell C] så ser man fysiske bindinger også kan man finne på hva de her [kulene] er selv, og den siste [modell B] brukte vi ikke så mye, men de var jo kule de også at de viser at noen er sterkere enn andre.

(Intervju)

5.2.3 Oppsummering av funnene knyttet til hovedtema 2

Elevene trakk frem:

- At modellene kunne gjøre det lettere å lære om kjemiske bindinger fordi man fikk gjøre noe praktisk.
- Modellene viser godt hvordan ulike molekyler er bygget opp og bindingene mellom atomene.
- At man kan få et litt falskt bilde på hvordan et molekyl ser ut, siden et faktisk molekyl ikke akkurat ser ut som modellen.
- Lærte mest av modell A, deretter modell C og tilslutt modell B

6. Diskusjon

Formålet med denne studien har vært å teste ut en ny måte å undervise kjemiske bindinger på som innebærer bruk av magnetiske modeller, og å undersøke hvordan dette kan bidra til forståelse for temaet. Resultatene og analysen av intervjuene og spørreundersøkelsen vil bli drøftet i kapittel 6.1 i lys av litteraturen som er beskrevet i kapittel 2. De to hovedtemaene vil bli drøftet i hvert sitt underkapittel, og her vil jeg også svare på de to forskningsspørsmålene mine. Fordi jeg har utviklet og gjennomført et undervisningsopplegg basert på et alternativt rammeverk om hvordan undervise kjemiske bindinger, vil jeg også drøfte dette opp mot erfaringer og refleksjoner jeg sitter igjen med i delkapittel 6.2. Jeg vil også i dette delkapittelet drøfte litteraturen og forskningen jeg har redegjort for i kapittel 2. I kapittel 6.3 vil jeg komme med kritikk av studien.

6.1 Drøfting av resultatene

6.1.1 Forståelse for kjemiske bindinger

Målet med det første forskningsspørsmålet var å få innsikt i elevenes forståelse for temaet kjemiske bindinger gjennom et alternativt undervisningsopplegg. Med forståelse mener jeg elevenes oppfatning og hvordan de forklarer ulike konsepter på mikronivå innen kjemiske bindinger. Her har jeg lagt vekt på hvorfor bindinger oppstår, energien i bindinger, og bindingstyper.

Åtteregelen

Det som går igjen i litteraturen både når det kommer til alternative rammeverk for undervisning og misoppfatninger er at det legges stor vekt på åtteregelen som forklaringsmodell for kjemiske bindinger i skolen. Dette gjenspeiles også i resultatene fra intervjuene, der to av elevene svarte kjemiske bindinger oppstår for å oppfylle åtteregelen slik at atomene får fullt ytterskall. Elevene brukte åtteregelen til å forklare hvorfor en kjemisk binding oppstår, selv om jeg konsekvent valgte å ikke fokusere på åtteregelen som årsak til at bindinger oppstår og forklarte det heller med tiltrekningskrefter mellom atomene, litt sånn som magneter. Dette stemmer overens med forskningen til blant annet Taber (2003) og Özmen (2004) trekker frem, der det viser seg at åtteregelen kan være en langsom prosess å avlære. At elevene bruker åtteregelen såpass mye i sine forklaringer kan også sees på som at

elevene menneskeligjør bindingskonseptet, da de bruker en «magisk» forklaring på hvorfor atomene holdes sammen. Dette trekkes frem av Taber & Coll (2002) der de snakker om at åtteregelrammeverket brukes på en måte for at elever skal forstå abstrakte kjemiske prosesser ved å bruke et antropomorfisk eller menneskelignende språk. Denne typen menneskeligjøring kan man også se i Mari og Sander sine forklaringer på sterke og svake bindinger, der de snakker om at atomene låner og gir fra seg elektroner.

Da jeg spurte elevene i intervjuet om de kunne forklare hvorfor akkurat forbindelsen H_2 oppstår, brukte de samme elevene åtteregelen som forklaring. De forklarte det med at fordi hydrogenatomet bare har en ledig plass i sitt ytterste skall så bruker de hverandre for å fylle opp den plassen. Fordi hydrogen er et av stoffene man kan bruke åtteregelen på, gir det mening at elevene bruker regelen som forklaringsmodell. Men problemet vil igjen dukke opp når vi har bindinger som ikke kan forklares med åtteregelen, slik som svake bindinger og da hydrogenbindinger. Derfor vil det være hensiktsmessig å gå bort fra åtteregelen som den obligatoriske betingelsen for «riktige» bindinger i undervisningen.

Energi og krefter

Et av aspektene jeg ønsket å se nærmere på i denne studien var hva elevene tenkte om hva som skjedde med energien i kjemiske bindinger, både når det gjaldt hva som holdt bindingene sammen og hva som skjer når bindingene brytes og dannes. En veldig vanlig misoppfatning når det kommer til energi er at elevene tenker at det frigjøres energi når en binding brytes, når det i virkeligheten er motsatt. Energi frigjøres når en kjemisk binding dannes, mens det krever energi for å bryte en binding (Barker & Millar, 2000). Resultatene mine viste at elevene ikke hadde denne misoppfatningen, da de manglet grunnleggende forståelse for at det er en sammenheng mellom energi og bindinger. Både Mari og Knut snakket om at det frigjøres eller oppstår energi når en kjemisk binding dannes, mens de slet litt med å si noe om hva som skjedde når bindingen brytes. Her svarte de ulikt der Knut svarte at det motsatte av frigjøre skjer og at det da blir mer energi, mens Mari svarte at det blir mindre energi som skapes. Sander derimot svarte at han ikke visste at det var energi til stede.

Heller ikke fra spørreskjemaet kom det inn svar som liknet denne vanlige misoppfatningen knyttet til energi. De fleste elevene svarte for det mest at de ikke visste noe om energien i bindinger. Jeg tror nok at dette med energi i kjemiske bindinger ble litt for nytt for elevene til at jeg kunne få gode svar fra mange elever. Slik jeg forsto det på læreren så var dette noe de

ikke hadde snakket om før, men isteden holdt seg til den typiske forklaringen om åtteregelen for å forklare hvorfor bindinger oppstår og hva som holder dem sammen. Likevel fikk jeg et elevsvar som svarte at energien frigjøres når man lager bindinger og at det krever energi for å bryte bindinger. Dette er det beste svaret jeg fikk inn og det som viste mest forståelse, men jeg tror nok at dette ble påvirket av at elevene svarte på spørreskjemaet rett etter undervisningstimen ble gjennomført. Så selv om dette var det eneste svaret jeg fikk inn, og mesteparten av svarte at det ikke visste, så er jeg usikker på hvor mye som er forståelse og hvor mye som repetisjon av det som ble sagt i timen.

Sterke og svake bindinger

I teoridelen min har jeg redegjort for en del vanlige misoppfatninger knyttet til ionebindinger og kovalente bindinger, da jeg tenkte at dette var noe som ville dukke opp under intervjuene og spørreskjemaet. Det gjorde det, bare i mindre grad enn jeg hadde tenkt og det ble et større fokus på å skille mellom sterke og svake bindinger. En veldig vanlig misoppfatningen knyttet til sterke og svake bindinger er at elevene kan ha vanskelig for å skille eller blande de to om hverandre, slik at svake bindinger forklares som bindinger i et molekyl (Özmen, 2004). Dette gjenspeiles i ett av svarene jeg fikk da jeg spurte om elevene kunne forklare forskjellen på sterke og svake bindinger. Her svarte Sander at vi har en sterk binding mellom to atomer som låner elektroner av hverandre, mens det er en svak binding når et atom gir fra seg et elektron til et annet. Svaret til Sander kan tolkes som at han blander forskjellen mellom kovalente bindinger og ionebindinger, med sterke og svake bindinger, da svaret hans er en veldig typisk forklaring på de to. Også i dette sitatet kan man se menneskeligjøring av bindinger, da han bruker ord som låner og gir bort når han snakker om elektronene. Det samme kommer også frem i Mari sin forklaring på sterke bindinger, da hun svarer at sterke bindinger har man når atomer deler elektroner. Taber & Coll (2002) viser til at elever kan ha en tendens til å bruke menneskelig språk, som om de snakker om psykologiske tilstander (behov) og sosiale situasjoner (deling) når de snakker om kjemi. Selv om elevene nok er klar over at atomene ikke er levende, kan de basere seg på analogien mellom psykiske atominteraksjoner og menneskelige sosiale interaksjoner for at de kjemiske modellene skal gi mening (Taber & Coll, 2002, s 216). Sitatene fra elevene kan tolkes i denne retningen da de i stor grad bruker et slik menneskelig språk.

Elevene fikk utdelt 5 bilder og skulle si noe om hvilke sterke eller svake bindinger som var tilstede. Det ikke sagt noe om hvilken type sterk binding eller at det kunne være både sterke og svake tilstede på samme bilde. Knut var litt inne på svake bindingene mellom vannmolekylene, men var litt usikker. Han var sikker på at det var sterke bindinger som holdt et vannmolekyl sammen, men visste ikke hva det var når det var flere molekyler på samme bilde. Jeg tror nok at elevene ikke tenkte over at det kunne være sterke og svake på samme bilde og at de nok manglet å kunne bruke definisjonen på en svak binding inn i en oppgave. Da elevene gav svarene sine var det nok en blanding av litt vill gjetting på et par av bildene, mens det andre ganger ble begrunnet hvorfor det var akkurat den typen. Et eksempel på dette var Sander som begrunnet hvorfor det var sterke bindinger som holdt ammoniakk-molekylet sammen. Her begrunnet han det med at det var et atom i midten og tre atomer som holder fast rundt den. Jeg begrunner min tolkning av litt vill gjetting og mangel på forståelse hos elevene, særlig Mari, ved at det ble gitt lite begrunnelser på hvorfor. Hun svarte også at det først var en sterk binding som holdt kobber-krystallen sammen, før hun like etter svarte at den var svak uten å gi noen begrunnelse på hvorfor eller påpeke at hun allerede hadde svart på det bildet.

De tre elevene ble også spurt om de kunne forklare hva som skjer med vannmolekylene når vann fordamper og kondenserer. Hensikten bak dette var å se på hvilken forståelse elevene har av hvilke bindinger som blir brutt. Da jeg spurte om hva som skjer med vannmolekylene når vann fordamper nevnte alle elevene at vannmolekylene deler seg og går fra hverandre. Dette kan tolkes som at elevene sikter til at vannmolekylene i vanndamp har god plass til å bevege seg og at det er de svake bindingene mellom vannmolekylene som blir brutt. Det elevene ikke nevner er at bindingene i oksygenmolekyler og hydrogenmolekylene brytes, og at det derfra dannes bindinger mellom to hydrogenatomer og et oksygenatom slik at vi får dannet vannmolekyler.

Når Knut skulle tegne og forklare hva som skjedde når vann fordamper, snakket han kun om hydrogenatomene. Dette viser også tegningen hans da han bare har tegnet hydrogenatomer (se figur 9 s. 40). Her er jeg litt usikker om han bare har forsnakket seg og glemt oksygen eller om det er mangel på forståelse. Jeg tror nok at det er en blanding av de to, da han tidligere i intervjuet snakket om at vann besto av et hydrogenatom og to oksygenatomer.

På spørsmålet om hva som skjer når vann kondenserer, var alle også enige om at vannmolekylene finner sammen igjen og trekker sammen. Som vist i resultatkapittelet svarte Mari her at hvis det er sånn at vannmolekylene går fra hverandre når de fordamper, så måtte kondensering at vannmolekylene går sammen igjen. Her kan man tolke svaret til Mari på to

måter ved at det kan være at hun mener det oppstår svake bindinger mellom vannmolekylene når de går sammen igjen, men det kan også tolkes som at Mari ser på kondensering som en kjemisk reaksjon. Forskning viser at en del elever tror at faseovergangene til vann skyldes kjemiske reaksjoner. I studien til Ahtee & Varjola (1998) fant de at rundt 80% av elevene de intervjuet (totalt 18 elever) ikke kunne skille mellom fysiske og kjemiske endringer. Blant annet så elevene på smelting av is som en kjemisk reaksjon.

6.1.2 Bruk av magnetiske modeller i undervisning

Gjennom det andre forskningsspørsmålet mitt ønsket jeg å se på hvilken oppfatning elevene hadde av de magnetiske modellene og hvilken betydning dette hadde for deres forståelse for kjemiske bindinger. Som vist i resultatdelen nevnte alle de tre elevene fra intervjuene at det fine med modellene var at det gav dem muligheten til å se hvordan ulike molekyler var satt sammen og tydelig viste bindingene mellom atomene. Dette er noe som går igjen i forskningen på modellbruk i kjemiundervisning, da modellene gir oss en mulighet til å forenkle og visualisere ganske komplekse og abstrakte fenomener. Fordi man ikke har en mulighet til å se for seg hvordan atomene eller de ulike partiklene holder sammen eller hvordan de reagerer med hverandre, vil modeller være et nyttig verktøy å ta i bruk (Coll, 2006).

Selv om modellene er nyttige for å forenkle og forklare ulike fenomener, vil det alltid være aspekter modellene ikke kan forklare. Coll & Treagust (2003) påpeker at å bruke forskjellige modeller i undervisningen kan gi muligheten til å forklare det samme på litt ulike måter, som kan være hensiktsmessig nettopp fordi kjemiske bindinger er et tema som mange elever kan synes være vanskelig og der det utvikles en del misoppfatninger. Dette var grunnen til at jeg valgte å ta i bruk flere magnetiske modeller i studien min. Også elevene i intervjuene trakk frem at de tre modellene kunne forklare ulike ting og pekte på ulike positive og negative sider ved det ulike modellene. Sander påpekte at med modell C kunne man lage de samme molekylene som med de to andre modellene, bare med en annen form og på den måten kunne det være lettere å se hvordan molekylet var bygget opp. Knut nevnte også at man kan få et litt falskt bilde på hvordan et molekyl ser ut, siden et faktisk molekyl ikke ser akkurat ut som modellen. Dette gjenspeiles i teorien der blant annet Bergqvist et al. (2013) peker på at en del elever har en tendens til å tro at modeller er eksakte kopier.

Selv om modellene gav mulighetene til å forenkle og visualisere kjemiske bindinger på en god måte, svarte likevel flertallet av elevene at den største nytten ved å ta i bruk modeller i undervisning om kjemiske bindinger var at de fikk jobbe praktisk, utforske og prøve seg frem. Akkurat dette er en viktig del av naturfagundervisningen i grunnskolen og det står i læreplanen under kjerneelementene at «elevene skal oppleve naturfag som et praktisk og utforskende fag. Elevene skal gjennom opplevelse, undring, utforsking og erfaring forstå verden omkring seg i et naturvitenskapelig perspektiv. Ved å arbeide praktisk og ved å lage egne modeller for å løse faglige utfordringer, kan elevene utvikle skaperglede, evne til nytenking og forståelse av naturfaglig teori.» (Utdanningsdirektoratet, 2020). Før jeg gjennomførte intervjuene hadde jeg nok et større fokus på hvilket læringsutbytte modellbruk kunne ha for elevenes forståelse, mens jeg i etterkant sitter igjen med tanken om at den største nytteverdien kanskje ligger i det praktiske. Robert Millar definerer praktisk arbeid i skolen som «any science teaching and learning activity in which the students, working individually or in small groups, observe and/or manipulate the objects or materials they are studying» (Millar, 2010, s. 109). Dette er en bred definisjon og derfor kan omfanget av aktiviteter som faller inn under definisjonen også være stor. Blant disse kan vi også finne bruken av modeller i undervisningen. Den store gevinsten av å jobbe praktisk i skolen er for å motivere elever ved å stimulere interesser og engasjement. Fordi det praktiske gjerne oppfattes av elever som noe gøy og interessant, kan dette også bidra til å styrke elevenes indre motivasjon til faget. At en elev drives av indre motivasjon vil si at eleven finner vedkommende lærestoffet som interessant, og eleven får glede og tilfredsstillelse av å utføre arbeidet. Det ligger ikke en form for belønning bak. (Skaalvik & Skaalvik, 2015, s. 66). I tillegg til at elevene kan oppfatte det praktiske som gøy og interessant, ligger også læring i det. Sander svarte i intervjuet at han lærer bedre når han får holde på med mer praktiske aktiviteter, slik som modeller. Han la også til at han synes det var bra at det var satt av en hel time til de ulike modellene, siden klassen likte å arbeide en del praktisk.

En annen positiv side ved de praktiske aktivitetene er at det vil kunne bidra til større variasjon og fungere som avbrekk fra de mer tradisjonelle måtene å arbeide med teori på. Gardner og Gauld (1990) trekker frem at en av grunnene til at elever ser på praktisk arbeid som noe spennende og interessant er at det skiller seg ut fra andre aktiviteter, og dermed bidrar til variasjon i undervisningen (Millar, 2010, s.130).

6.2 Drøfting av undervisningsopplegget

Bakgrunnen for undervisningsopplegget mitt var et alternativt rammeverk for undervisning av kjemiske bindinger. Dette rammeverket, kalt New Bottom-up er utviklet av Kronik, Levy Nahum, Mamlok-Naaman & Hofstein (2008), og baserer seg på «nedenfra og opp»-tilnærming med grunnlag i de grunnleggende fysikalske og elektrostatiske prinsippene og består av fem steg. Mitt undervisningsopplegg tok utgangspunkt i de tre første stegene, som handlet om (1) sentrale egenskaper knyttet til atomet, (2) generelle prinsipper for kjemiske bindinger, og (3) bindingstyper. Fordi dette rammeverket er lagt opp for kjemielever på videregående, endret jeg litt på innholdet slik at det passet til 10.klasse elever. Jeg valgte å ikke ta i bruk Coulombs lov for å forklare tiltrekningen mellom atomene. Her valgte jeg heller å kun snakke om at det er energi tilstede og at kjemiske bindinger oppstår fordi det er tiltrekningskrefter mellom atomene, og sammenliknet dette med tiltrekningen man har mellom magneter. I tillegg valgte jeg å inkludere aktiviteter der elevene jobbet med modeller for bindinger. I utgangspunktet var tanken bak modell C å kunne forklare upolare bindinger ved at elevene kunne få kjenne på at ulike poler tiltrekker hverandre, mens like poler frastøter hverandre. I modellen skulle stavene forestille elektronskyen, mens kulene skulle forestille atomkjernen. Jeg fant i midlertid ut at å bruke modellen for å forklare upolare bindinger på 10.trinn ble for vanskelig og komplisert. I undervisningsopplegget fikk elevene bruke modell C slik som de selv ville, og i intervjuene kom det frem at alle de tre elevene tolket stavmagnetene som bindinger og kulene som atomer. Dette er ikke overraskende, da dette er en vanlig fremstilling for bindinger i andre modeller.

Etter å ha gjennomført undervisningsopplegget så ser at noe stoffet kan ha vært noe vanskelig for elevene, der blant energien i bindingene da dette var noe som var helt nytt for elevene. Likevel vil jeg argumentere for at det kan være hensiktsmessig å introdusere elevene for energi og tiltrekningskrefter i kjemiske bindinger selv på ungdomsskolen. Som vist i resultatdelen slet elevene litt med å forklare energiens rolle i kjemiske bindinger, og særlig konseptet med at det krever energi for å bryte en binding. Her ble det heller brukt ord som oppstår for å forklare hva som skjedde med energien, og at det ble mindre eller mer energi. Å begynne å snakke om endoterme og eksoterme reaksjoner tror jeg vil være for komplisert å trekke frem, men å snakke om at energi er tilstede og være konsekvent i å bruke ordene frigjøre og kreve når man snakker om energi i bindingene tror jeg kan være hensiktsmessig for videre læring. Særlig når man ser på typiske misoppfatninger knyttet til energi som forskning viser at elever utvikler senere.

Tanken bak å velge en alternativ tilnærming i undervisningsopplegget mitt var å forsøke å gjøre noe annet enn det tradisjonelle, der man gjerne deler bindingene inn i fire kategorier; ionebindinger, kovalente bindinger, molekulære bindinger og metallbindinger og underviser om de hver for seg. Selv har jeg bare opplevd den tradisjonelle måten å undervise bindinger på fra min egen skolegang og som flere elever satt jeg lenge med oppfatningen av åtteregelen var grunnen til at bindinger dannes. Fordi jeg leste masse teori på nettopp hvordan undervise om kjemiske bindinger og hvilke misoppfatninger som oppstår hos elevene, ønsket jeg å prøve noe nytt.

Fordi denne alternative tilnærmingen ikke er testet ut i en stor skala trengs det fremdeles mer forskning, og da særlig på resultater og læringsutbytte for å se om tilnærmingen er bedre og mer effektiv enn andre alternative undervisningstilnærminger. Det er ikke sikkert dette er den beste måten å undervise om temaet kjemiske bindinger, men på bakgrunn av forskning som er gjort både på misoppfatninger og den tradisjonelle metoden så tror jeg det vil være hensiktsmessig å teste ut noe alternativt uansett. Taber (2001) foreslår en helt annen tilnærming der det fokuseres på molekyler og ikke atomer, som det gjøres i A New Bottom-up. Begrunnelsen for dette er at man sjelden finner atomer alene i kjemiske reaksjoner, som regel involverer det molekyler eller ioner. Likevel antar elever ofte at kjemiske reaksjoner oppstår mellom atomer, selv når de «vet» at reaktantene er molekulære (Taber, 2001). Det som går igjen i begge disse alternative tilnærmingene er å legge vekk åtteregelen som forklaringsmodell, da dette er en magisk forklaring på hvorfor bindinger oppstår (Taber, 2001). Dette er også en misoppfatning som kan være vanskelig og treg å avlære. Derfor hadde jeg ingen forventninger om å se noen stor forskjell i etterkant når jeg kun hadde en undervisningstime som varte i 90 minutter, skal man klare å korrigere ulike misoppfatninger må man sette av og bruke tid på det. Dette er også en av grunnen til at jeg tror det vil være nyttig for dagens og fremtidige lærere å forsøke å teste ut noe alternativt i undervisningen. Jeg tenker nok at denne tilnærmingen, og mange av de andre alternative tilnærmingen, uten noen tilpasninger ikke helt egner seg på ungdomsskolenivå. Grunnen til dette er som nevnt at det blir et for høyt vanskelighetsnivå og at elevene kan ha manglende forståelse for ladning og energi når det kommer til bindinger.

6.3 Kritikk av studien

I en intervjuerrollen er jeg uerfaren da dette ikke er noe jeg har gjort før, og dette kan synes i intervjusituasjonen. Jeg var nok litt vel låst til intervjuguiden og kunne stilt flere oppfølgings spørsmål til elevene, særlig oppfølgings spørsmål om begrunnelse for hvorfor elevene tenkte som de gjorde.

Det er også en svakhet at jeg ikke testet undervisningsopplegget på en 10.klasse i forkant. Det ble i stedet testet ut på en medstudent som ikke har naturfag, da dette var det jeg hadde tilgang til. Dette var også denne medstudenten jeg testet ut intervjuet mitt på. Selv om dette gav meg mulighet til å gjøre endringer på både undervisningsopplegget og intervjuet, satt jeg igjen med helt andre erfaringer etter selve gjennomføringen. Blant annet at ble et lite fokus på ulike sterke bindinger, da det viste seg å være mer enn nok å skille mellom sterke og svake. Her hadde jeg i utgangspunktet trodd at jeg kom til å få flere svar på de ulike sterke bindingene også.

Analyseprosessen og presentasjonen av resultatene mine vil også kunne være en svakhet ved studien ved at jeg utviklet de empirinære kodene selv og videre kodet de til kodegrupper og hovedtemaer. På denne måten vil det være et subjektivt resultat, selv om jeg har forsøkt å minimere subjektiviteten i studien gjennom å skrive så åpent og transparent som mulig. For å øke valideten ble kodegruppene og hovedtemaene jeg kom opp med diskutert med veileder og andre medstudenter.

7. Konklusjon

I denne studien utviklet jeg og testet en alternativ forskningsbasert tilnærming til undervisning om kjemiske bindinger som tok utgangspunkt i A New Bottom-up rammeverket til Kronik et al. (2008). Opplegget inneholdt aktiviteter der elevene jobbet med ulike modeller for bindinger, noe som er i tråd med forskning på hvordan elever kan støttes i læring om abstrakte temaer. Studien min tyder på at A New Bottom-up rammeverket kan være for avansert for ungdomsskoleelever, men kan være aktuell for eldre elever. Likevel kan det være aktuelt ta utgangspunkt i slike rammeverk og tilpasse innholdet for ungdomsskoleelever. Når det gjelder bruk av modeller støtter studien min annen forskning som tyder på at elevaktiv utforskning av modeller kan være positivt for elevenes motivasjon, og dermed bidra til mer læring.

Etter anbefalinger fra både Taber (2001) og Kronik et al. (2008) la jeg vekk åtteregelen som forklaringsmodell for hvorfor kjemiske bindinger oppstår, og valgte heller å fokusere på tiltrekningskrefter mellom atomene. Men som resultatene mine viste, så brukte elevene likevel åtteregelen som forklaring. Taber (2001) tar opp så kan åtteregelen være vrien og ta lang tid å avlære, og derfor kan det være hensiktsmessig å legge den fra seg som «den obligatoriske» forklaringsmodellen også på ungdomsskolen.

Som jeg la frem i innledningen så viser det seg at lærere gjerne fortsetter å undervise som om forskningen på alternative undervisningstilnæringer ikke har blitt gjort, og dermed blir avstanden mellom forskning og undervisningspraksis stor (Özmen, 2004). Bergqvist & Lundgren (2017) viser også til at lærere i stor grad baserer undervisningen sin på lærebøkene, og når lærebøkene og forskningen ligger langt fra hverandre kan dette bidra til at elevene danner misoppfatninger knyttet til temaet. Siden det er tidkrevende for lærere å sette seg inn i forskningslitteraturen er det avgjørende at lærebøker og undervisningsmateriell om kjemiske bindinger er forskningsbasert hvis en skal få til en endring av undervisningspraksis i skolen

Resultatene mine viste at de fleste elevene var svært positive til praktiske aktiviteter i undervisningen, og la elevene arbeide med modeller er en måte å gjøre dette på. Alle de tre elevene jeg intervjuet trakk frem at det var gøy og interessant å holde på med modellene, og at de gjerne lærte mer når de fikk holde på med noe praktisk selv enn å bare høre på en lærer snakke. En implikasjon til undervisning av kjemiske bindinger vil derfor være å variere undervisningen med praktiske aktiviteter, slik som arbeid med modeller.

Når det gjelder modellene man tar i bruk, kan det være nyttig å ta i bruk flere ulike modeller i undervisningen. I min oppgaven valgte jeg å ta i bruk tre ulike konkrete modeller, som alle var magnetiske. Dette ble gjort etter anbefaling av Coll & Treagust (2003), da dette gir muligheten til å blant annet forklare det samme på litt ulike måter, som kan være hensiktsmessig nettopp fordi kjemiske bindinger er et tema som mange elever kan synes være vanskelig og der det utvikles en del misoppfatninger. Som nevnt tok jeg kun i bruk en type representasjonsform for mine modeller, men det kan her også være nyttig å ta i bruk flere. Pajchel et al. (2019) anbefaler å bruke flere representasjonsformer i undervisningen for det samme fenomenet, da dette kan øke elevenes forståelse ved at de opparbeider seg en dypere forståelse.

Referanser

Andersson-Bakken, E. & Dalland, C. P. (2021). *Metoder i klasseromsforskning. Forskningsdesign, datainnsamling og analyse*. Universitetsforlaget.

Ahtee, M., & Varjola, I. (1998). Students' understanding of chemical reaction. *International Journal of Science Education*, 20(3), 305-316.

Barke, H.-D., Hazari, A. & Yitbarek, S. (2009). *Misconceptions in Chemistry: Addressing Perceptions in Chemical Education*. Springer Berlin Heidelberg

Barker, V. & Millar, R. (2000). Students' reasoning about basic chemical thermodynamics and chemical bonding: what changes occur during a context-based post-16 chemistry course? *International Journal of Science Education*, 22(11), 1171-1200.

<https://doi.org/10.1080/09500690050166742>

Bergqvist, A. (2012). *Models of chemical bonding: Representations Used in School Textbooks and by Teachers and their Relation to Students' Difficulties in Understanding* [Lisensiatavhandling]. Karlstads universitet.

Bergqvist, A., Drechsler, M., De Jong, O. & Rundgren, C. (2013). Representations of chemical bonding models in school textbooks - help or hindrance for understanding?. *Chemistry Education Research and Practice*.

Bergqvist, A. & Rundgren, S.-N. C. (2017). The influence of textbooks on teachers' knowledge of chemical bonding representations relative to students' difficulties understanding. *Research in Science & Technological Education*, 35(2), 215-237.

<https://doi.org/10.1080/02635143.2017.1295934>

Boo, H. K. (1998). Students understanding of chemical bonds and the energetics of chemical reactions. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 35(5), 569-581.

[https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-2736\(199805\)35:53.0.CO;2-N](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-2736(199805)35:53.0.CO;2-N)

Braun, V. & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*. University of Auckland and University of the West of England.

<https://folk.ntnu.no/baldurk/skolearbeid/Kvalitative%20metoder%20PSYPRO4318/thematicanalysis.pdf>

Butts, B. & Smith, R. (1987). HSC chemistry students' understanding of the structure and properties of molecular and ionic compounds. *Research in Science Education*, 17(1), 192-201.

Christoffersen, L. & Johannessen, A. (2012). *Forskningsmetode for lærerutdanningene*. Oslo: Abstrakt forlag AS

Coll, R. K. (2006). The role of models, mental models and analogies in chemistry teaching. I Aubusson, P. J., Harrison, A. G. & Ritchie, S. M. (Red.) *Metaphor and analogy in science education* (s. 65-77). Springer.

Coll, R. K. & Treagust, D. F. (2003). Investigation of secondary school, undergraduate, and graduate learners' mental models of ionic bonding. *Journal of Research in Science Teaching*. 40(5), 464-486. <https://doi.org/10.1002/tea.10085>

Dalen, M. (2004). *Intervju som forskningsmetode: en kvalitativ tilnærming*. Universitetsforlaget.

Dhindsa, H. S. & Treagust, D. F. (2014). Prospective pedagogy for teaching chemical bonding for smart and sustainable learning. *Chemistry Education Research and Practice*, 15(4), 435-446. <https://doi.org/10.1039/C4RP00059E>

Forskningsetikk.no. (2021). *Forskningsetiske retningslinjer for samfunnsvitenskap og humaniora*. Hentet 07.03.2023 fra <https://www.forskningsetikk.no/retningslinjer/hum-sam/forskningsetiske-retningslinjer-for-samfunnsvitenskap-og-humaniora/>

Gilbert, J. K. (2005). Visualization: A metacognitive skill in science and science education. I Gilbert, J. K. (Red.). *Visualization in science education* (s. 9-27). Springer.

Hannisdal, M. & Ringnes, V. (2015). *Kjemi for lærere; Naturfag i grunnskolelærerutdanningen 5.-10.trinn*. (2.utg.). Gyldendal Norsk Forlag AS

Hurst, M. O. (2002). How We Teach Molecular Structure to Freshmen. *Journal of Chemical Education*, 79(6), 763. <https://doi.org/10.1021/ed079p763>

IUPAC (2014). Lewis octet rule. *Gold Book*. Hentet 15.05.2023 fra

<https://goldbook.iupac.org/terms/view/LT07065>

Johnstone, A. H. (1991). Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem.

Journal of computer assisted learning, 7(2), 75-83 [https://doi.org/10.1111/j.1365-](https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.1991.tb00230.x)

[2729.1991.tb00230.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.1991.tb00230.x)

Kronik, L., Levy Nahum, T., Mamlok-Naaman, R. & Hofstein, A. (2008). A New

"BottomUp" Framework for Teaching Chemical Bonding. *Journal of Chemical Education*,

85(12), 1680. <https://doi.org/10.1021/ed085p1680>

Larsen, A., K. (2017). *En enklere metode. Veiledning i samfunnsvitenskapelig*

forskningsmetode. 2. utg. Bergen: Fagbokforlaget.

Luxford, C. J. & Bretz, S. L. (2014). Development of the bonding representations inventory to

identify student misconceptions about covalent and ionic bonding representations. *Journal of*

Chemical Education, 91(3), 312-320. <https://doi.org/10.1021/ed400700q>

Millar, R. (2010). Practical Work. I J. Osborn & J. Dillon (Red.). *Good Practice in Science*

Teaching: What research has to say (2.utg, s. 108-134). Berkshire: Open University Press.

Nicoll, G. (2001). A report of undergraduates' bonding misconceptions. *International Journal*

of Science Education, 23(7), 707-730. <https://doi.org/10.1080/09500690010025012>

Ozmen, H. (2004). Some Student Misconceptions in Chemistry: A Literature Review of

Chemical Bonding. *Journal of Science Education and Technology*.

<https://doi.org/10.1023/B:JOST.0000031255.92943.6d>

Pajchel, K., Ramton, A. & Sollid, P. (2019). Modeller og modellering i naturfag. I Voll, L.O.

Øyehaug, A. B. & Holt, A. (Red.). *Dybdeløring i naturfag*. Oslo: Universitetsforlaget.

Ringdal, K. (2018). *Enhet og mangfold. Samfunnsvitenskapelig forskning og kvantitativ*

metode. 4. utgave. Fagbokforlaget.

Ringnes, V. & Hannisdal, M. (2017). *Kjemi fagdidaktikk; kjemi i skolen*. (3.utg.) Oslo:

Cappelen Damm akademisk.

Skaalvik, E., M., Skaalvik, S. (2015). *Motivasjon for læring. Teori og praksis*.

Universitetsforlaget

Skolelaboratoriet. (u.å). *Atommodeller*. Hentet 13.02.23 fra

<https://www.ntnu.no/skolelab/atommodeller>

Staberg, R., L., Tandberg, C., Grindeland, J., M. (2020). *Biologididaktikk for lærere*. Gyldendal.

Taber, K. S (2001). Building the Structural Concepts of Chemistry: Some Considerations from Educational Research. *Chemical Education Research and Practice*, 2(2), 123-158.

<https://doi.org/10.1039/B1RP90014E>

Taber, K. S. (2003). Lost without trace or not brought to mind? - A case study of remembering and forgetting of college science. *Chemistry Education Research and Practice*, 4(3), 249-277. <https://doi.org/10.1039/B3RP90016A>

Taber, K. S. & Coll, R. K. (2002). Bonding. I Gilbert, J. K, De Jong, O., Justi, R., Treagust, F. & Van Driel, J. H. (Red.). *Chemical education: Towards research-based practice* (s. 213-234). Kluwer Academic Publishers.

Tjora, A. (2017). *Kvalitative forskningsmetoder i praksis* (3.utg.). Oslo: Gyldendal.

Utdanningsdirektoratet. (2021). Læreplan i naturfag (NAT01-04). Kjerneelementer. Hentet 21.04.23 fra <https://www.udir.no/lk20/nat01-04/om-faget/kjerneelementer?lang=nob>

Utdanningsdirektoratet. (2021). Læreplan i naturfag (NAT01-04). Kompetansemål og vurdering. Hentet 08.02.23 fra <https://www.udir.no/lk20/nat01-04/kompetansemal-og-vurdering/kv78>

Vedlegg

Vedlegg A – Intervjuguide

1. Kjemiske bindinger

1.a. På bildet ser du en grubletegning som handler om «hva holder atomene sammen?». Hvem tenker du at du er mest enig med her? Hvorfor?

1.b. Hvordan vil du forklare kjemiske bindinger?

1.c. Hva tror du at er grunnen til at en binding dannes? (Forklar med egne ord)

1.d. Hvordan vil du forklare med egne ord hva som er forskjellen på sterke og svake bindinger?

- i. (mulig oppfølging bare) Kan du forklare med egne ord hva forskjellen på atom og molekyl er?

1.e. Hvis du ser på figurene, hvilke sterke eller svake bindinger tenker du at spiller inn her?

- ii. Hvorfor tenker du det? Kan du forklare?

Faseoverganger

1.f. Her ser du en grubletegning som handler om «når fordamper vann?». Hvem tenker du at du er mest enig med her? Hvorfor?

1.g. Hvordan vil du forklare vanndamp hvis du skal tenke på hva som skjer med vannmolekylene. Tegn gjerne en modell for å forklare hva som skjer.

1.h. Kan du forklare hva som skjer når vanndamp kondenserer? Gjerne tegn en modell for forklare det som skjer

- i. (Hva skjer med molekylene?)

2. Modeller

Magnetiske modeller: I timen brukte vi magneter for å forklare kjemiske bindinger og energien i bindingene.

Modell A (molekyler der alle magnetene er like sterke)

Modell B (molekyler der magnetene har ulik styrke)

Modell C (geomag-magnetene)

Viser modell A og B

2.a. Hva tror du at magnetene representerer?

Bruker magnetmodellen for å vise bindingen mellom to hydrogenatomer slik at vi får dannet H_2

2.b. Kan du med egne ord forklare hvorfor vi får dannet akkurat H_2 ?

- ii. Hvorfor finnes ikke H_3 ? (viser H_3 -molekylet)
- iii. Hvilken type kjemisk binding tror du oppstår?

2.c. Hva tror du skjer med energien når bindingen dannes?

2.d. Men hva tror du skjer med energien når bindingen brytes?

- iv. Frigjøres det energi, eller krever det energi?

2.e. Hvilke positive sider tenker dere at en magnetiske modeller har?

2.f. Hvilke negative sider tenker du at denne magnetiske modeller har?

- i. Hva tenker du at en magnetisk modell ikke kan forklare?
- ii. Hvilke begrensninger ser du ved en slik modell? Hvorfor/hvorfor ikke?

Viser modell C (mulig forklare den i timen, se an hva elevene tenker om den. Forklare det i metodedelen)

2.g. Hva tror du stavmagnetene representerer?

2.h. Hva tror du kulene representerer?

2.i. Hvilke positive sider tenker du at en slik modell har?

2.j. Hvilke negative sider tenker du at en slik modell har?

v. Er det noe en slik modell ikke kan forklare?

2.k. Hva tror du denne modellen har med kjemiske bindinger å gjøre?

Generelt

2.k. Hvilke av modellene fra timen var lettest å forstå/lærte dere mest av? Hvorfor?

i. Kan du rangere de etter lettest til vanskeligst? Hvorfor akkurat denne rekkefølgen?

2.l. Hvordan tenker du at modeller kan bidra til å forstå kjemiske bindinger?

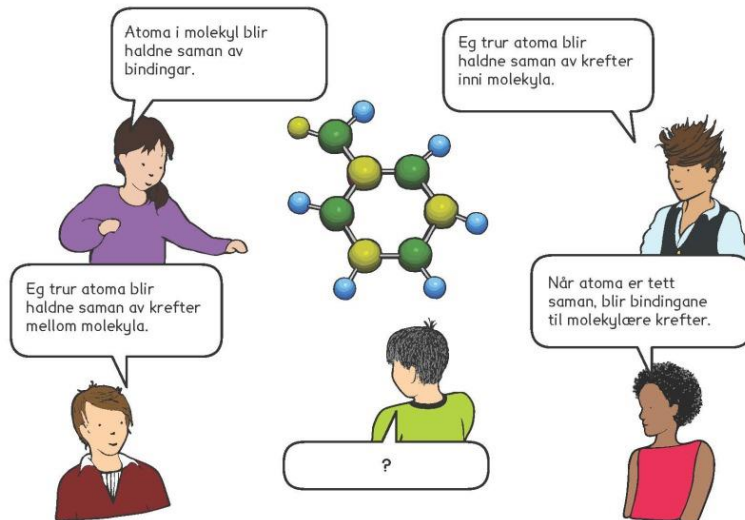
3. Oppsummering

3.a. Er det noe mer dere vil si om kjemiske bindinger, modeller eller undervisningsopplegget som du føler at du ikke har fått sagt?

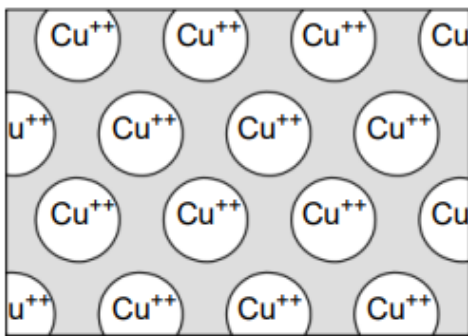
3.b. Har dere noen spørsmål knyttet til temaet eller prosjektet?

Vedlegg B – Bilder og tegninger brukt i intervjuet

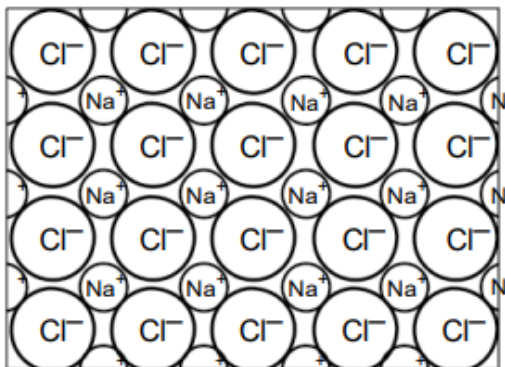
1



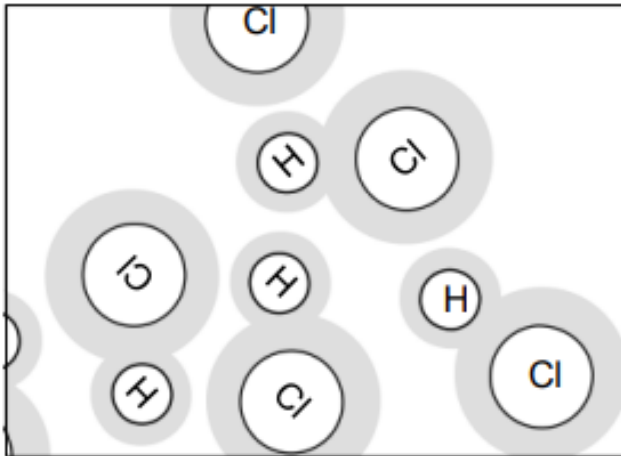
2



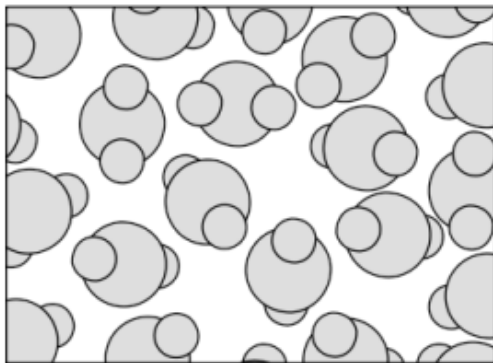
3



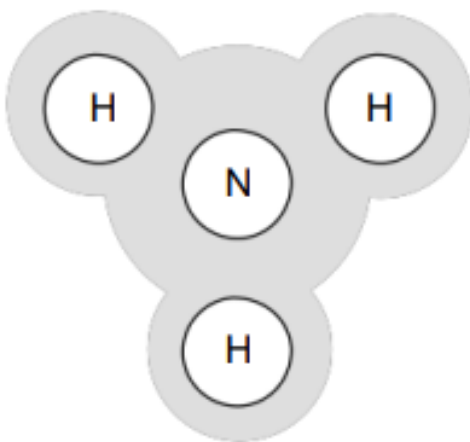
4

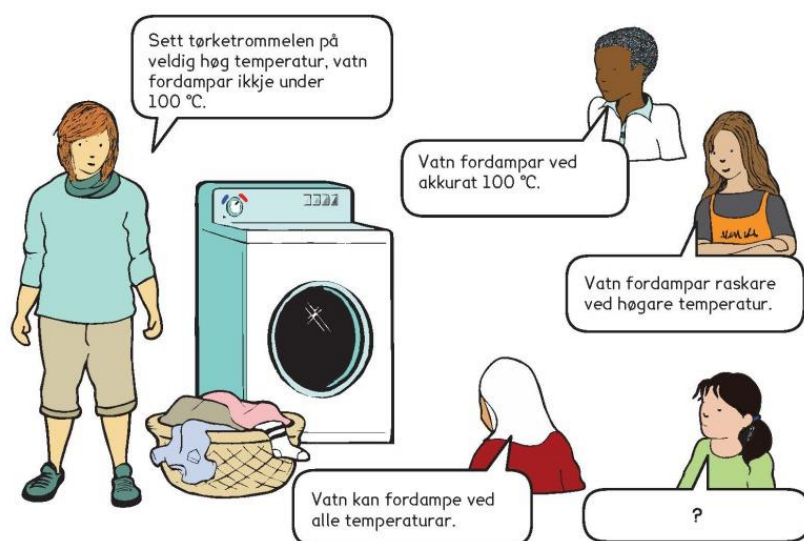


5



6





Bildelenser

Bilde 1	Grubletegning: Hva holder atomene sammen?	Lisens: Naturfagsenteret Laget av: Concept Cartoons / Millgate House Education Hentet 10.01.2023 fra https://www.naturfag.no/grubleoppgave/vis.html?tid=2177818
Bilde 2	Bilde av kobbermetall	Lisens: Royal Society of Chemistry Laget av: Royal Society of Chemistry Hentet 10.01-2023 fra https://edu.rsc.org/download?ac=13328
Bilde 3	Bilde av natriumklorid	Lisens: Royal Society of Chemistry Laget av: Royal Society of Chemistry Hentet 10.01-2023 fra https://edu.rsc.org/download?ac=13328
Bilde 4	Bilde av hydrogenklorid	Lisens: Royal Society of Chemistry Laget av: Royal Society of Chemistry Hentet 10.01-2023 fra https://edu.rsc.org/download?ac=13328
Bilde 5	Bilde av vannmolekyler	Lisens: Royal Society of Chemistry Laget av: Royal Society of Chemistry Hentet 10.01-2023 fra https://edu.rsc.org/download?ac=13328
Bilde 6	Bilde av ammoniakk	Lisens: Royal Society of Chemistry Laget av: Royal Society of Chemistry Hentet 10.01-2023 fra https://edu.rsc.org/download?ac=13328
Bilde 7	Grubletegning:	Lisens: Naturfagsenteret Laget av: Concept Cartoons / Millgate House Education Hentet 10.01-2023 fra https://www.naturfag.no/grubleoppgave/vis.html?tid=2178042

Vedlegg C – Spørreskjema

Modeller i undervisning

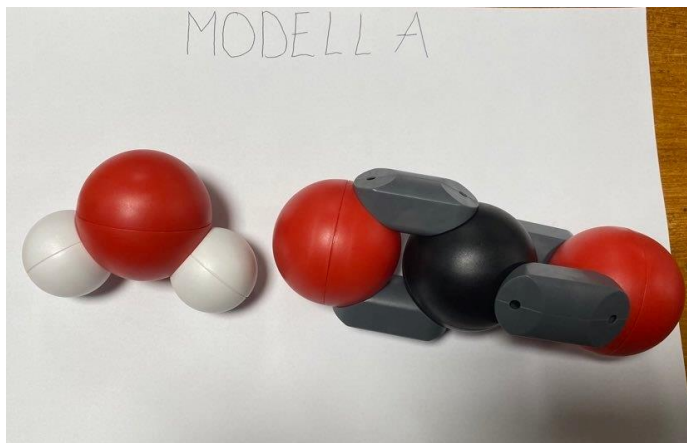
Spørreundersøkelse om bruk av magnetiske modeller for bedre forståelse for kjemiske bindinger

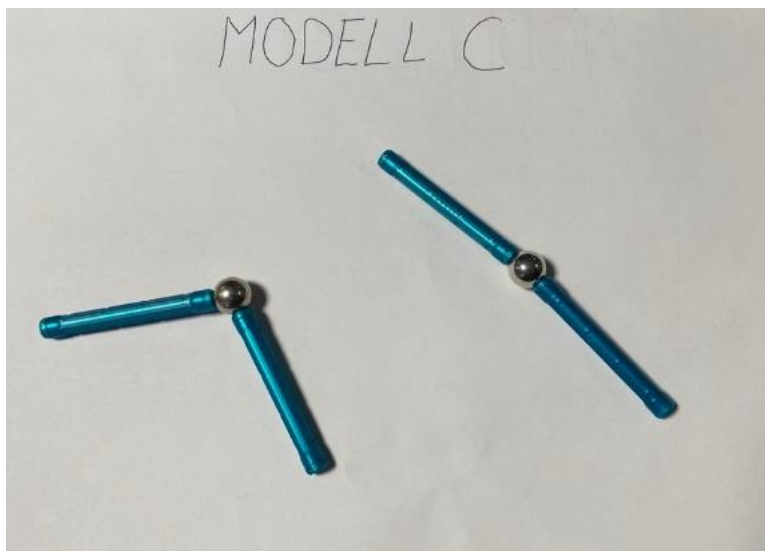
Dette er en spørreundersøkelse i forbindelse med min masteroppgave ved grunnskolelærerutdanningen for 5.-10. trinn ved NTNU. I dette prosjektet vil jeg undersøke bruk av magnetiske modeller for læring om kjemiske bindinger

Jeg samtykker at mine svar kan brukes i forskning, helt anonymisert

- Ja
- Nei

I undervisningsopplegget brukte dere tre forskjellige magnetiske modeller: magnetiske molekyler der magnetene er like sterke (modell A), magnetiske molekyler der magnetene har ulik styrke (modell B) og geomag-magneter (modell C).





Hvilke av modellene A, B eller C fra timen lærte du mest av? Hvorfor var det akkurat den?

Føler du at du har lært noe nytt eller mer av å bruke slike magnetiske modeller i undervisning i forhold til modeller du har brukt tidligere? Hvis ja hvordan?

Hvilken nytte tenker du slike magnetiske modeller kan ha når det gjelder å forstå kjemiske bindinger?

Hvordan ville du forklart hva som skjer med energien i kjemiske bindinger før undervisningsopplegget?

Hvordan ville du forklart ulike kjemiske bindinger før undervisningsopplegget?

Ville du endret forklaringen din på hva som skjer med energien i kjemiske bindinger etter undervisningsopplegget? Begrunn svaret ditt

Ville du endret forklaringen din på ulike kjemiske bindinger etter undervisningsopplegget? Begrunn svaret ditt

Vedlegg D – Godkjenning fra NSD

Referansenummer

803651

Vurderingstype

Standard

Dato

03.02.2023

Prosjektittel

Modeller for forståelse for bindinger

Behandlingsansvarlig institusjon

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet / Fakultet for samfunns- og utdanningsvitenskap (SU) / Institutt for lærerutdanning

Prosjektansvarlig

Unni Eikeseth

Student

Kari Homb Løkke

Prosjektperiode

20.02.2023 - 31.12.2023

Kategorier personopplysninger

- Almennelige

Lovlig grunnlag

- Samtykke (Personvernforordningen art. 6 nr. 1 bokstav a)

Behandlingen av personopplysningene er lovlig så fremt den gjennomføres som oppgitt i meldeskjemaet. Det lovlige grunnlaget gjelder til 31.12.2023.

[Meldeskjema](#)

Kommentar

OM VURDERINGEN

Sikt har en avtale med institusjonen du forsker eller studerer ved. Denne avtalen innebærer at vi skal gi deg råd slik at behandlingen av personopplysninger i

prosjektet ditt er lovlig etter personvernregelverket. BARN SAMTYKKER SELV - ALMINNELIGE PERSONOPPLYSNINGER

Prosjektet vil innhente samtykke fra mindreårige til behandling av personopplysninger. Vår vurdering er at barn over 15 år kan samtykke selv til behandling av alminnelige personopplysninger, og at prosjektet legger opp til et samtykke i samsvar med kravene i art. 4 og 7, ved at det er en frivillig, spesifikk, informert og utvetydig bekreftelse som kan dokumenteres, og som den registrerte kan trekke tilbake.

FØLG DIN INSTITUSJONS RETNINGSLINJER

Vi har vurdert at du har lovlig grunnlag til å behandle personopplysningene, men husk at det er institusjonen du er ansatt/student ved som avgjør hvilke databehandlere du kan bruke og hvordan du må lagre og sikre data i ditt prosjekt. Husk å bruke leverandører som din institusjon har avtale med (f.eks. ved skylagring, nettspørreskjema, videosamtale el. l.).

Personverntjenester legger til grunn at behandlingen oppfyller kravene i personvernforordningen om riktighet (art. 5.1 d), integritet og konfidensialitet (art. 5.1. f) og sikkerhet (art. 32).

MELD VESENTLIGE ENDRINGER

Dersom det skjer vesentlige endringer i behandlingen av personopplysninger, kan det være nødvendig å melde dette til oss ved å oppdatere meldeskjemaet. Se våre nettsider om hvilke endringer du må melde: <https://sikt.no/melde-endringar-i-meldeskjema>

OPPFØLGING AV PROSJEKTET

Vi vil følge opp ved planlagt avslutning for å avklare om behandlingen av personopplysningene er avsluttet.

Lykke til med prosjektet!

Vedlegg E – Informasjonsskriv

Vil du delta i forskningsprosjektet

Bruk av magnetiske modeller for bedre forståelse for kjemiske bindinger?

Dette er et spørsmål til deg om å delta i et forskningsprosjekt hvor formålet er å undersøke bruk av magnetiske molekylmodeller for læring om kjemisk binding. I dette skrivet gir vi deg informasjon om målene for prosjektet og hva deltakelse vil innebære for deg.

Formål

Dette er et forskningsprosjekt i forbindelse med min masteroppgave ved grunnskolelærere utdanningen for 5.-10.trinn ved NTNU. I prosjektet vil jeg undersøke bruk av magnetiske modeller for læring om kjemiske bindinger. Som deltakere i studien vil du bli bedt om å svare på et anonymt spørreskjema i etterkant av et undervisningsopplegg om kjemiske bindinger. Du kan også bli bedt om å delta i et intervju i etterkant av undervisningsopplegget.

Hvem er ansvarlig for forskningsprosjektet?

Forskningsprosjektet gjennomføres av Kari Homb Løkke i forbindelse med min masteroppgave ved grunnskolelærer utdanningen for 5.10. trinn i regi av institutt for lærerutdanningen ved NTNU.

Hva innebærer det for deg å delta?

Hvis du lyst til å delta i forskningsprosjektet så innebærer dette å svare på et anonymt spørreskjema i etterkant av et undervisningsopplegg om kjemiske bindinger. 3-5 av deltakerne kan også bli bedt om å delta på et intervju. Intervjuet vil være en samtale der jeg stiller deg forskjellige spørsmål, for eksempel om kjemiske bindinger, om konkrete ting fra undervisningsopplegget eller dine tanker rundt undervisningsopplegget. Intervjuet vil vare i ca. 30-45 minutter. Intervjuet vil bli filmet for at jeg skal få med meg om du peker på noe eller tegner noe underveis i intervjuet. Jeg kommer til å fortelle når jeg starter opptaket. Etter intervjuet vil jeg skrive ned hva du sa, og videoopptaket vil da bli slettet. Alle opplysninger blir anonymisert fortløpende, det vil si at navnet ditt ikke vil stå noe sted.

Det er frivillig å delta

Det er frivillig å delta i prosjektet, og du velger selv om du vil delta på alt, deler av det eller ingenting. Hvis du velger å delta, kan du når som helst trekke samtykket tilbake uten å oppgi noen grunn. Det gjør du ved å ta kontakt med meg. Dette betyr at det er lov til å ombestemme

seg, og det er helt greit. Alle dine personopplysninger vil da bli slettet. Det vil ikke ha noen negative konsekvenser for deg hvis du ikke vil delta eller senere velger å trekke deg.

Ditt personvern – hvordan vi oppbevarer og bruker dine opplysninger

Vi vil bare bruke opplysningene om deg til formålene vi har fortalt om i dette skrivet. Vi behandler opplysningene konfidensielt og i samsvar med personvernregelverket.

- Det er bare meg og min veileder Unni Eikeseth som har tilgang på videoopptakene og spørreundersøkelsen.
- All informasjon, både videoopptaket og spørreundersøkelsen vil transkriberes av meg og anonymiseres fortløpende slik at ingen kan kjenne deg igjen i masteroppgaven. For eksempel vil jeg lage et nytt navn til deg dersom jeg skal bruke sitater fra intervjuet eller spørreundersøkelsen.
- All informasjonen vil bli lagret på en intern forskningsserver tilhørende NTNU som bare jeg har tilgang til.
- Etter prosjektslutt, 31.12.2023, vil all informasjon om deg bli slettet.

Hva gir oss rett til å behandle personopplysninger om deg?

Jeg behandler opplysninger om deg bare om du skriver under på dette samtykkeskjemaet.

På oppdrag fra NTNU har NSD – Norsk senter for forskningsdata AS vurdert at behandlingen av personopplysninger i dette prosjektet er i samsvar med personvernregelverket.

Dine rettigheter

Så lenge du kan identifiseres i datamaterialet, har du rett til:

- innsyn i hvilke opplysninger vi behandler om deg, og å få utlevert en kopi av opplysningene
- å få rettet opplysninger om deg som er feil eller misvisende
- å få slettet personopplysninger om deg
- å sende klage til Datatilsynet om behandlingen av dine personopplysninger

Hvis du har spørsmål til studien, eller ønsker å vite mer om eller benytte deg av dine rettigheter, ta kontakt med:

- NTNU student: Kari Homb Løkke; tlf: 47958736; epost: karihlo@ntnu.no
- NTNU veileder: Unni Eikeseth; tlf: 73412824, epost: unni.eikeseth@ntnu.no
- Vårt personvernombud: Thomas Helgesen, e-post: thomas.helgesen@ntnu.no

Hvis du har spørsmål knyttet til NSD sin vurdering av prosjektet, kan du ta kontakt med:

- NSD – Norsk senter for forskningsdata AS på epost (personverntjenester@nsd.no) eller på telefon: 53 21 15 00.

Med vennlig hilsen

Kari Homb Løkke

(Kari Homb Løkke)

Samtykkeerklæring

Jeg har mottatt og forstått informasjon om prosjektet «Bruk av magnetiske modeller for bedre forståelse av kjemiske bindinger», og har fått anledning til å stille spørsmål. Jeg samtykker til:

- å delta i en anonym spørre undersøkelse etter undervisningsøkten
- å delta i et intervju etter en undervisningstime, og at det blir tatt videoopptak av intervjuet

Jeg samtykker til at mine opplysninger behandles frem til prosjektet er avsluttet

(Signert av prosjektdeltaker, dato)

Vedlegg F – Melding om samtykke



Melding

03.02.2023 12:55

Hei Kari,

Vi har nå startet gjennomgangen av ditt prosjekt. Vi har behov for noen oppklaringer og/eller oppdateringer i meldeskjemaet før vi kan gå videre med vår vurdering:

1. På siden "Prosjektinformasjon" må du skrive inn en prosjektbeskrivelse som sier noe om hva prosjektet går ut på, hvem du samler inn opplysninger om og hva slags opplysninger du samler inn. Dette feltet blir synlig for din institusjon, slik at de kan få oversikt over pågående prosjekter. Det holder med et par setninger.

2. Vi ser at utvalget består av 15. og 16.-åringer, der det er lagt opp til at 15-åringenes foresatte samtykker på deres vegne, mens 16-åringene samtykker selv. Såvidt vi kan se behandler dette prosjektet ikke noen særlige kategorier personopplysninger (sensitive opplysninger), og 15-åringene bør dermed også kunne samtykke selv. Hva tenker du om dette? Det blir trolig enklere å håndtere.

3. Det er kun lastet opp et informasjonsskriv til 15-åringenes foresatte (det omtaler "ditt barn" osv.). Uavhengig av om 15-åringer samtykker selv eller ikke, bør de ungdommene som skal samtykke selv få et informasjonsskriv rettet mot seg. Dette bør være tilpasset dem. (Dersom alle ungdommene skal samtykke selv, kan du uansett erstatte skrevet til foreldrene. Hvis ikke kan du laste det opp det andre skrevet på siden "Tilleggsopplysninger" i meldeskjemaet).

4. Prosjektsstart er satt til 1.12.2022, og prosjektslutt 31.12.2022. Er prosjektet påbegynt eller gjennomført allerede? Hvis ikke, må du oppdatere datoene i meldeskjemaet.

5. Informasjonsskrivet mangler dato for prosjektslutt. Deltakerne har krav på å vite hvor lenge du skal behandle personopplysninger om dem.

Når meldeskjemaet er oppdatert i tråd med punktene over, og relevante vedlegg er lastet opp, må du på siste side i skjemaet under «Send inn» trykke på «Bekreft innsending». Utover det jeg kommenterte ser dette fint ut, og jeg har vurderingen klar.

Ta kontakt dersom noe er uklart.

Med vennlig hilsen
Njaal H. Neckelmann
Rådgiver, Personverntjenester

