

Marte Gjerde Buset

# "Periodesystemet er et "kart" over materialer"

Ungdomsskoleelevers møte med et undervisningsopplegg om periodesystemet

Masteroppgave i Lektorutdanning i realfag for trinn 8-13

Veileder: Annette Lykknes

Juni 2023



Marte Gjerde Buset

# **"Periodesystemet er et "kart" over materialer"**

Ungdomsskoleelevers møte med et undervisningsopplegg om periodesystemet

Masteroppgave i Lektorutdanning i realfag for trinn 8-13  
Veileder: Annette Lykknes  
Juni 2023

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



Kunnskap for en bedre verden





# Sammendrag

Formålet med denne studien var å undersøke hvordan naturfagelever på niende trinn opplevde et undervisningsopplegg om periodesystemet. Den overordnede problemstillingen satte spesielt søkelyset på opplevelsen av kontekstbasert undervisning og meningsfull læring, og hvordan kjemiens tre dimensjoner kom til uttrykk i undervisningen. I studien ble det gjennomført et undervisningsopplegg om periodesystemet med en historisk vri og fra et makroperspektiv basert på et opplegg først utviklet i STEMkey. Elevene fylte ut et spørreskjema om hva de forstod med periodesystemet, samt at det ble gjennomført gruppeintervjuer for å få innsikt i hvordan elevene opplevde opplegget.

Resultatene viser at elevene så relevansen i den historiske gjennomgangen og aktivitetene som var gjennomført, og følgelig at en historisk kontekst kan være nyttig for læring. Det kom også frem at elevene syntes å introdusere tema med et makroperspektiv var hensiktsmessig.

# Abstract

The aim of this study was to explore how 9<sup>th</sup> grade science students' experienced a lesson on the periodic table. The research question is focused on the students' experiences in regard to context-based teaching, meaningful learning and the three learning dimensions in chemistry. The study was based on a lesson plan on the periodic table with a historic twist from a macro perspective, developed as part of the STEMkey-project. The students were given a questionnaire about their understanding of the periodic table, and students' interview was conducted.

The results imply that the students perceived the activities within the lesson as relevant to the historic review presented later in the lecture. This can indicate that a historic context could be beneficial for the students. Additionally, introducing a topic through a macro perspective might also be contributory factor of the learning process.

# Forord

Denne masteroppgaven markerer slutten på studieløpet mitt på lektorutdanningen i realfag. Nå venter opprykket, og etter det lærerhverdagen. Studiet har gitt meg en faglig bredde og dybde som jeg ikke ville vært foruten, og som jeg vet vil hjelpe meg videre inn i læreryrket. Gjennom disse fem årene har jeg lært meg å håndtere livets utfordringer, og det har gitt meg vennskap som vil vare livet ut.

Jeg er takknemlig for de som har støttet meg gjennom studieløpet både i form av faglige samtaler, men også har gjort studiehverdagen til det den har blitt. Spesielt takk til Anette, Jenny og Ninni. En ekstra stor takk til Frida som har vært en enorm støtte ikke bare gjennom fem studieår, men også gjort masterskrivingen til en litt hyggeligere affære. Takk for våre utallige kaffepauser med usedvanlige samtaleemner, men også den gleden, støtten og kjærligheten du sprer rundt deg. Takk til mamma og pappa som har stilt opp for meg hele livet, og alltid satt meg og mine søsken først. Til mamma, for at du har trodd på meg, og snakket meg opp og fått meg til å tro på meg selv. Din støtte og motiverende ord er en stor del av hvorfor denne oppgaven har blitt fullført. Pappa, takk for at du har pushet meg til å gjøre det jeg ville i livet, samtidig som du motiverte meg for læreryrket. Takk for at du introduserte meg for studiebyen Trondheim, slik at jeg også fikk oppleve fem fantastiske år her. Jeg vil og takke Erlend som har støttet meg på så mange måter gjennom dette semesteret når jeg selv slet med å se enden på prosjektet.

En spesielt stor takk til min veileder Annette Lykknes som har kommet med detaljerte og inspirerende tilbakemeldinger underveis i oppgaven. Takk for gode innspill, lån av litteratur og utstyr til gjennomføring av opplegget, og ikke minst og all den tid du har satt av til å veilede, kommentere og hjelpe meg for å fullføre denne oppgaven. Du er en av årsakene til at masteroppgaven har vært ufattelig lærerik for meg.

Til slutt vil jeg takke elevene som deltok i studien, og ikke minst naturfagslæreren som lot meg gjennomføre undervisningsopplegget i klassen sin.

Trondheim, juni 2023

Marte Gjerde Buset



# Innholdsfortegnelse

<b>1 Innledning .....</b>	<b>1</b>
1.1 <i>Studien og dens fokus</i> .....	2
1.2 <i>Oppgavens oppbygning</i> .....	3
<b>2 Teori.....</b>	<b>5</b>
2.1 <i>Pedagogiske prinsipper vektlagt i undervisningsopplegget</i> .....	5
2.1.1 Scientific literacy .....	5
2.1.2 Meningsfull læring.....	7
2.1.3 Kontekstbasert læring .....	8
2.1.3.1 Realiteten i klasserommet .....	11
2.1.4 Motivasjon.....	12
2.2 <i>Periodesystemet og dets historie</i> .....	13
2.2.1 Periodesystemet.....	13
2.2.2 Periodesystemets historie på 1800-tallet.....	13
2.3 <i>Kjemiens tre dimensjoner</i> .....	16
2.3.1 Johnstones kjemiske trekant.....	16
2.3.2 Kjemiens tre dimensjoner i LK20.....	19
2.3.3 Periodesystemet og den kjemiske trekanten.....	21
2.4 <i>Prinsipper for god undervisning</i> .....	21
<b>3 Metode .....</b>	<b>23</b>
3.1 <i>Forskningsdesign og utvalg</i> .....	23
3.1.1 Studiens forskningsdesign .....	23
3.1.2 Kvalitativ metode .....	24
3.1.3 Utvalg .....	25
3.2 <i>Utarbeiding og gjennomføring av opplegget</i> .....	25
3.2.1 Mål for undervisningsopplegget .....	25
3.2.2 Utarbeiding av undervisningsopplegget.....	26
3.3 <i>Datainnsamling</i> .....	33
3.3.1 Gruppeinndeling.....	33
3.3.2 Spørreskjema.....	35
3.3.2.1 Spørreskjemaets oppbygning .....	35
3.3.3 Fokusgrupper .....	36
3.4 <i>Halvstrukturerte intervju</i> .....	36
3.4.1 Gjennomføring av intervjuer .....	37
3.4.2 Transkribering .....	39
3.5 <i>Analysemetode</i> .....	40
3.6 <i>Studiens kvalitet</i> .....	43
3.6.1 Validitet i datainnsamlingen.....	43
3.6.2 Reliabilitet i forskningen.....	43
3.6.3 Etske hensyn.....	44
<b>4. Resultater og analyse .....</b>	<b>47</b>
4.1 <i>Resultater fra spørreskjema</i> .....	48
4.1.1 Elevenes forkunnskaper om periodesystemet .....	48
4.1.2 Hva tror du bestemmer hvor grunnstoffene er plassert i periodesystemet? .....	51
4.1.3 «Hva synes du er vanskelig med periodesystemet?».....	52

4.2 Elevenes forhold til naturfag .....	54
4.3 Tema 1: Vi lærte hvorfor periodesystemet ser ut som det gjør .....	56
4.3.1 Vi har lært om hvorfor periodesystemet ser ut som det gjør .....	56
4.3.2 Oppsummering av funn fra hovedtema 1 .....	59
4.4 Tema 2: Vi lærte om periodesystemet som en oversikt.....	59
4.4.1 Undervisningen føltes lik som i fjor, men også annerledes.....	59
4.4.2 Periodesystemet gir en oversikt og viser detaljer om verden.....	63
4.4.3 Oppsummering av funn fra hovedtema 2 .....	64
4.5 Tema 3: «Ekte» ting i undervisningen virker motiverende, og vi lærer av det .....	65
4.5.1 Det var gøy og lærerikt med «ekte» grunnstoff .....	65
4.5.2 «Vi gjorde det på en morsom, leke-aktig måte» .....	67
4.5.3 Oppsummering av funn fra hovedtema 3 .....	70
<b>5 Diskusjon.....</b>	<b>71</b>
5.1 Drøfting av resultater opp mot læringsmål.....	71
5.1.1 Læringsmål 1: Forklare i enkle trekk hvordan de første periodesystemene ble utviklet. ....	71
5.1.2 Læringsmål 2: Diskutere hvordan ulike egenskaper ved grunnstoffene kan lede til ulike sorteringer av periodesystemet og hvordan ulike former og fasonger kan representere periodiske trender på ulike måter.....	73
5.1.3 Læringsmål 3: Sortere objekter og grunnstoffer på en systematisk måte .....	74
5.2 Resultatene sett ut fra de tre teoretiske perspektivene .....	75
5.2.1 Meningsfull læring.....	75
5.2.2 Kontekstbasert læring .....	76
5.2.3 Kjemiens tre dimensjoner .....	78
5.2.3.1 Makronivået i økten .....	78
5.2.3.2 Elevenes beskrivelser av øktens tematikk .....	80
5.3 Kritikk av studien.....	81
<b>6 Konklusjon og implikasjoner .....</b>	<b>85</b>
6.1 Svar på problemstillingen.....	85
6.2 Implikasjoner.....	87
6.3 Videre forskning .....	88
<b>Referanser .....</b>	<b>89</b>
<b>Vedlegg .....</b>	<b>95</b>
Vedlegg A: Intervjuguide.....	96
Vedlegg B: Godkjennelse fra SIKT.....	98
Vedlegg C: Samtykkeskjema .....	99
Vedlegg D: Presentasjon og bildelisenser.....	102
Vedlegg E: Samtykkeskjema.....	108
Vedlegg F: Periodesystemet inndelt i blokker .....	109

# 1 Innledning

Som noen som har gjennomført grunnskolen i Norge er det umulig å ikke ha sett periodesystemet. Tabellen med sorterte grunnstoffer henger på veggen i mange naturfagsrom og kjemilabber rundt om på Norges skoler så vel som i andre land. Men hvordan skal undervisning om periodesystemet foregå for at elevene skal lære? Og hvordan oppfatter elevene undervisningen? Interessen for forskning rundt elevers holdninger og motivasjon har fått en mer omfattende rolle i skoleforskningen de siste tiårene, i motsetning til forskningens tidligere fokus som hovedsakelig dreide seg om læringsutbytte (Sjøberg, 2022, s. 465).

Norske elevers motivasjon i naturfag har holdt seg ganske stabil siden starten av PISA-undersøkelsene i 2000, men det som utmerker seg er derimot at flere og flere motiverte elever finner naturfag vanskelig (Sjøberg, 2022, s. 468-478). I tillegg avdekker LISSI-studien som beskrevet av Ødegaard et al. (2021, s. 21) i *Tettere på naturfag i klasserommet*, at elevers motivasjon for naturfag synker i overgangen fra barneskolen til ungdomsskolen. I Osborne og kollegers studie om elevers holdninger til naturvitenskap utmerket periodesystemet seg som et tema som elevene tydelig uttrykte misnøye mot. King og Henderson (2018) beskriver ungdomsskoleårene som siste mulighet til å endre elevers holdninger til naturfagene, med argumentet at elevene kan velge vekk naturfagene senere i studieløpet.

Med utgangspunkt i dette ønsker jeg å undersøke hvordan elever opplever et undervisningsopplegg om periodesystemets historie, herunder elevenes opplevelse av eget læringsutbytte. For å snevre inn problemstillingen ønsket jeg å inkludere noen pedagogiske prinsipper som jeg baserte planleggingen av undervisningsopplegget på, og som jeg vil anvende som blikk som jeg diskuterer resultatene ut ifra; *kontekstbasert læring* tar utgangspunkt i at det eleven lærer om tar utgangspunkt i en kjent kontekst, *Ausubels teori om meningsfull læring*, og kjemiundervisning i et makroperspektiv med utgangspunkt i *kjemiens tre dimensjoner*. Begrepene vil utdypes i teorikapittelet. Undervisningsopplegget har vekt på periodesystemets historie, samtidig som undervisningen vil ha et makroperspektiv. Problemstillingen som jeg skal besvare i denne oppgaven er:

*«Hva og hvordan opplever elever at de har lært og blitt motivert av et undervisningsopplegg om periodesystemet med en historisk vri og et makroperspektiv?»*

Undervisningsopplegget som er utarbeidet for studien bygger på et forskningsbasert opplegg fra Erasmus+ prosjektet STEMkey. STEMkey er et internasjonalt, innovativt prosjekt som tar utgangspunkt i å endre fremtidige læreres tilnærming til STEM (Science, Technology, Engineering og Mathematics)-emner. Det handler om å se standardemner som matematikk, biologi, kjemi, fysikk, ingeniørfag og teknologiemner i nytt lys, og benytte seg av tverrfaglige tilnæringsmetoder for å utvikle forståelse for temaene. Formålet med STEMkey er å bruke EUs nøkkelkompetanser innen kunnskap, ferdigheter og holdninger i STEM-emner, derav STEMkey. Prosjektet består av 13 ulike læringsmoduler, som hver og en tar utgangspunkt i et STEM-emne, men likevel har en tverrfaglig essens, og underbygger de nøkkelkompetansene som er satt av EU. Modulene fokuserer på at elevene skal kunne anvende kunnskap i ulike samfunnsmessige og hverdagslige kontekster. Læringsmodulene består av alle standardemnene som er beskrevet over, der jeg baserte meg på modulen om periodesystemet innen kjemifaget. Målet med modulen om periodesystemet er at elevene ikke skal ta for gitt periodesystemets fastsatte prinsipper, men heller reflektere rundt hvordan og hvorfor periodesystemet er systematisert slik det er. På denne måten er det ønskelig at undervisningen med mye elevdeltagelse engasjerer andre til å undervise på samme måte (ICSE, 2020).

## **1.1 Studien og dens fokus**

Gjennom studiens gang har jeg valgt å vektlegge makroperspektivet i stor grad. Fra en planleggingsfase i undervisningsopplegget, men også som et blick gjennom diskusjonen av resultatene av intervjuene med elevene. Tidligere har både jeg undervist og elevene blitt undervist om periodesystemet gjennom et mikroperspektiv. Forskningslitteratur anbefaler å starte undervisningen på makronivå, noe som jeg i denne studien ønsker å undersøke nærmere (Saritaş et al., 2021).

Jamfør læreplanen foregår mye av kjemiundervisningen fra et mikroperspektiv, og elever sliter derfor med å se sammenhengen mellom alle tre kjemiens tre dimensjoner (Ringnes &



Hannisdal, 2014, s. 24; Talanquer, 2018). Derfor ønsker jeg i denne studien å undersøke elevs opplevelse og opplevd læring rundt kjemiens tre dimensjoner gjennom et undervisningsopplegg som baserer seg på historie som kontekst, kontekstbasert læring og meningsfull læring der makroperspektivet vektlegges.

## **1.2 Oppgavens oppbygning**

Denne oppgaven inneholder seks kapitler. I kapittel 2 vil oppgavens teorigrunnlag presenteres. Her vil jeg skildre de ulike blikkene som nevnes i problemstillingen, samt periodesystemet i lys av tidligere forskning. I kapittel 3 vil de analytiske og metodiske valgene jeg har gjort for studien beskrives og forklares, samt at studiens design presenteres. Jeg vil også presentere og begrunne ulike deler av undervisningsopplegget som ble gjennomført i detalj. I kapittel 4 vil resultater og analysen presenteres, før de i kapittel fem drøftes først i lys av læringsmålene for økten, deretter med utgangspunkt i de tre pedagogiske prinsippene. Kritikk av studien legges også frem i kapittel 5. I kapittel 6 vil jeg konkludere med å besvare problemstillingen, og presentere implikasjoner for undervisning og videre forskning.



## 2 Teori

I dette kapittelet vil den teoretiske bakgrunnen som er utgangspunktet for studien presenteres. Først vil jeg introdusere begrepet «scientific literacy» og hvordan det kommer til syne i læreplanen. Deretter vil jeg presentere ulike pedagogiske prinsipper ble vektlagt i planleggingen av undervisningsopplegget i studien, og min didaktiske tilnærming og begrunne valgene med forskningslitteratur. Deretter vil jeg rette fokus mot det teoretiske, kjemifaglige perspektivet med periodesystemets historie på, og kjemiens tre dimensjoner.

### 2.1 Pedagogiske prinsipper vektlagt i undervisningsopplegget

I dette delkapittelet beskriver jeg ulike didaktiske perspektiver som ligger til grunn for studien. Først vil jeg presentere begrepet «scientific literacy» og hvordan begrepet kommer til syne i læreplanen, før læringsstrategier som meningsfull læring og kontekstbasert læring som blir beskrevet i problemstillingen vil presenteres, i tillegg til tidligere studier. Deretter følger forskningslitteratur om motivasjon, og et delkapittel som skildrer strukturering av undervisningsøkten jeg utviklet i studien som vil presenteres nærmere i metodedelen.

#### 2.1.1 Scientific literacy

Scientific literacy brukes for å forklare hvilke kunnskaper og egenskaper 15-åringer skal beherske i naturfag etter 10-års skolegang. Det er ikke vanlig å oversette scientific literacy til norsk, siden det ikke finnes en oversettelse som tilfredsstillende begrepsomfang (Kjærnsli & Jensen, 2016). Sjøberg (2022, s. 49) foreslår likevel at «literacy» kan oversettes med allmenndannelse, og at forklarer at scientific literacy også rommer aspekter som dannelse og medborgerskap, i motsetning til science literacy som kun inneholder selve naturfaglige kunnskaper.

PISAs definisjon av scientific literacy er «å forklare fenomener på en naturvitenskapelig måte», «vurdere og planlegge naturvitenskapelige undersøkelser», og «tolke data og evidens på naturvitenskapelig måte» (OECD, 2016). Roberts (2011) forklarer at elever som behersker scientific literacy vil kunne verdsette og forstå naturvitenskapens og teknologiens rolle i hverdagslivet i større grad enn de som er «literate». I den norske læreplanen kommer

scientific literacy under den overordnede delen av den norske læreplanen under beskrivelsene av de tverrfaglige temaene; folkehelse og livsmestring, demokrati og medborgerskap og bærekraftig utvikling (Kunnskapsdepartementet, 2017). Under tverrfaglige tema listes det egenskaper som elever skal mestre etter endt skolegang, som er sentrale mål for dannelsesprosessen som skolen står ansvarlig for (Kunnskapsdepartementet, 2017). Egenskapene som beskrives omfatter flere av de samme prinsippene som blir vektlagt under scientific literacy (OECD, 2016).

Scientific literacy baserer seg hovedsakelig på to visjoner som skildrer to ulike holdninger og tilnærminger til naturvitenskap. Visjon 1 baserer seg på at elever skal kunne naturvitenskapelige fakta, og at pensum skal ta utgangspunkt i det elevene må kunne for å være best rustet til videre studier innenfor naturvitenskap (Roberts & Bybee, 2014). Visjon 2 har et helt annet syn på hvordan naturfaget bør bygges opp, og kan beskrives av ordtaket «science for all». I visjon 2 vil elevenes omverden og opplevelser legge føringen på hva som bør inkluderes i pensum, og vektlegger både politiske, økonomiske og etiske betraktninger av og i naturvitenskap (Roberts & Bybee, 2014). Dersom visjon 2 vektlegges i undervisningen, argumenterer Roberts (2011) med at elevene vil utvikle seg til å bli gode problemløsere, og etter hvert kunne orientere seg fra et naturvitenskapelig perspektiv i hverdagen ellers (Roberts, 2011; Roberts & Bybee, 2014).

Alle elever er pliktig til å gjennomføre 10-års skolegang i Norge, og må følgelig gjennom naturfag på ungdomsskolen, uavhengig hva de velger videre i livet (Opplæringslova, 1998). Det er derfor ønskelig å få gjennomført begge visjonene i noen grad i naturfagundervisningen, slik at alle elever skal få dekt sitt læringsbehov, uavhengig av elevenes fremtidsvisjoner. Roberts og Bybee (2014) argumenterer for at undervisning på ungdomstrinnet, frem til elevene er 15-16 år, hovedsakelig bør ta utgangspunkt i, og vektlegge gjennomføring av visjon 2 av scientific literacy. Også Aikenhead (2007) hevder at visjon 2 bør ligge til grunn for planleggingen av undervisningen. Aikenhead argumenterer med at visjon 1 vil utspille seg uavhengig av hvilken visjon som vektlegges i planleggingsfasen. Ved å planlegge etter visjon 1 vil det kun være visjon 1 som gjennomføres, men ved å planlegge etter visjon 2, vil begge de to visjonene naturlig gjennomføres i undervisningen (Aikenhead, 2007). Ved å finne en god balanse mellom visjon 1 og visjon 2 av scientific literacy, vil elevene kunne gjennomgå

både tilfredsstillende danning og utdanning. Elevene vil derfor sitte igjen med tilfredsstillende kunnskap til å bli gode medborgere samtidig som det tilrettelegges for å utdanne fremtidige realister (Kunnskapsdepartementet, 2017; Roberts & Bybee, 2014). Siden studien min baserer seg på ungdomsskoleelever, er det derfor relevant å undersøke deres holdninger til naturfag og kjemi, med scientific literacy som utgangspunkt. Gjennom et planleggingsperspektiv har jeg valgt å vektlegge tilnærmingen som visjon 2, med et ønske om at visjon 1 dermed også inkluderes i praksis.

### **2.1.2 Meningsfull læring**

Den amerikanske psykologen David Ausubel formulerte i 1963 tre krav i sin teori om læring som må oppfylles for at læringen skal kvalifiseres som meningsfull for elevene (Ausubel, 1963; Seel, 2012). Det første kravet er at oppgaven elevene skal gjennomføre må være *potensiell meningsfull*, at den som lærer har noen forhåndskunnskaper som kan relateres til det nye materialet som blir introdusert (Seel, 2012). Kunnskap som har oppstått uten at det er knyttet til noe tidligere kunnskap vil kun kunne brukes i begrensede situasjoner, der denne informasjonen spesifikt blir spurt om (Taber, 2013). Det andre kravet som Ausubel presenterer er at oppgaven må være *logisk meningsfull*. Oppgaven må være presentert i en logisk struktur, elevene må kunne se hensikten og nytteverdien i læringen. Det tredje og siste kravet er det kun elevene som kan kontrollere, nemlig at *elevene selv må være villig til å lære* (Ausubel, 1978; Ausubel & Robinson, 1969). Dersom kravene over ikke er oppfylt, vil det heller være en form for mekanisk læring eller pugging som står i kontrast til meningsfull læring (Ringnes & Hannisdal, 2014, s. 44-45). Talanquer (2005) trekker frem periodesystemet som noe elever omtaler som skal huskes og memoreres, og dermed lett kan oppfattes som fremmed og abstrakt for elevene (Mahartika et al., 2020).

I en studie av Ebenazer og Zoller som ble gjennomført av canadiske tiendeklassinger, svarte over 70% av elevene at de synes at naturfag er viktig i skolen og nyttig å kunne, samtidig som 40% fant undervisningen kjedelig (Ebenazer & Zoller, 1993). Det er altså en overlapp mellom elevene som syntes naturfag er viktig, og de som syntes at naturfagundervisningen var kjedelig. Gjennom en studie ved universitetet i Edinburgh med skotske elever i 14-års alderen kom den samme tendensen frem. 71% av elevene som hadde droppet naturfagene i skolen, syntes fortsatt naturfag var interessant, selv om de hadde valgt det bort (Osborne et al., 2003).

Forklaringen kan være at elever mener at naturfag trengs dersom man skal studere videre, som for eksempel dersom man skal starte på medisinstudiet (Osborne et al., 2003).

Også OECD henviser til at elever synes at naturvitenskap er relevant, men at de selv ikke har interesse for det (OECD, 2019). Ifølge PISA-undersøkelsen i 2006 mener 15-åringene mener at naturvitenskap er relevant for samfunnet, at kunnskap er viktig og nødvendig for å forstå verden rundt oss, men likevel finner ikke elevene naturfag i skolen relevant eller interessant (OECD, 2007). Osborne et al. (2003) fant en lignende trend, og synes det er vanskelig å forklare at elevene uttrykker misnøye for naturfag, og samtidig mener at faget er nødvendig. King og Henderson (2018) mener at en positiv holdning til naturfag må skapes innen utgangen av ungdomsskoleårene. En konsekvens av synkende motivasjon i naturfag er nemlig at elevene velger bort naturfagene i skolen, og senere velger bort studier innenfor naturvitenskap og teknologi (OECD, 2007). Norske elevers interesse for naturfag har imidlertid holdt seg stabilt siden oppstart av PISA-undersøkelsen i 2000 (OECD, 2019). ROSE-undersøkelsene bekrefter PISA-funnene når det gjelder norske elevers motivasjon i naturfag (Sjøberg, 2022, s. 468). Det som derimot har endret seg fra ROSE-undersøkelsen i 2002 til 2021 er et flere elever opplever naturfag som et vanskelig fag, selv om de finner det interessant (Sjøberg, 2022, s. 478).

Ifølge Osborne og kolleger (2003), vil elevers holdninger til naturvitenskapen variere, med relevans som en avgjørende faktor. King (2007) hevder at dersom fagfeltene eller aktiviteten oppleves som relevant, vil interessen øke. I Osborne og kollegers (2003) studie kom det frem at elevene mente at menneskets biologi var svært interessant for dem, og uttrykte interesse for kroppen og sykdommer. Det var derimot ikke stor interesse hos elevene for å lære om fysiske lover, som ble begrunnet med at elevene ikke så hvordan fysikkens lover ville ha betydning for dem (Osborne et al., 2003). I denne studien var periodesystemet et område av kjemien der elevene viste tydelig motvilje, nettopp fordi elevene ikke så hvorfor det var relevant for dem (Osborne et al., 2003).

### **2.1.3 Kontekstbasert læring**

En metode som kan bidra til at elevene opplever læringen som meningsfull og relevant er dersom undervisningen er knyttet til en bestemt og kjent kontekst. Et sentralt poeng med kontekstbasert læring, er at elevene skal introduseres for en kjent kontekst i starten av

læringsøyeblikket, eller undervisningen. Dermed skapes det et holdepunkt for den nye informasjonen for elevene og kan bidra til at elevene knytter den nye kunnskapen til noe de har kunnskap om fra før (Bennett et al., 2007). Kontekstbasert læring tar utgangspunkt i at det er nødvendig å basere kunnskapen også i en sosial kontekst, for at elevene skal kunne tilegne og bearbeide kunnskap på pensum (Rose, 2012). Fra et kjemisk perspektiv kan man si at kjemiens verden må settes i sammenheng med elevenes hverdag, slik at det åpnes for at elevene skal se meningen bak kjemien (Bulte et al., 2006; King, 2012; Sutman & Bruce, 1992; Ültay & Çalık, 2012). Det hevdes at ved kontekstbasert læring vil det tilrettelegges for læring på et dypere taksonomisk nivå enn gjengivelse, og at kunnskapen derfor også kan benyttes i flere enn én sammenheng (Ausubel, 1978; Bloom et al., 1956).

Kontekstbasert kjemiundervisning blir sett på som en mulighet til å motvirke den relevansfattige undervisningen Osborne et al. (2003) beskriver. Også King (2012) forklarer at kjemiundervisning tidligere har bært preg av å fokusere på forståelse av abstrakte begreper og hendelser, som må tolkes for å kunne løse problemer. Kontekst blir her kun brukt som et *verktøy* for dypere forklaringer (King, 2012). Når elevene forsøker å tilegne seg kunnskap om abstrakte begreper blir informasjonen lagret som isolerte fakta i hjernen, i stedet for å settes i sammenheng med tidligere kunnskap (Ausubel, 1978; Gabel, 1999). Gabel (1999) argumenterer for at kunnskap som elevene ikke oppfatter som helt «ny», men som de ser i sammenheng med noe de allerede kan, vil gi et bedre utgangspunkt for læring (Gabel, 1999). Det er nettopp prinsippet ved å bygge på elevens tidligere erfaringer, kontekstbasert læring tar utgangspunkt i (Gilbert, 2006; King, 2012).

Gabel (1999) poengterer at elevene kan tenke at kjemiske materialer er farlige stoffer med rare navn, hvis de ikke ser sammenhengen mellom kjemiens verden og egen hverdag. Ifølge Vygotsky (1978) er en forståelse fullkommen dersom betydningen av et prinsipp er den samme både i naturvitenskapelig og hverdagslig forstand (s. 130). Selv om det er vanskelig å forestille seg fullstendig likhet i hvordan begreper brukes i naturvitenskapelig og hverdagsspråket, bidrar Vygotskys spisse formulering til refleksjon. Det er først når elevene forstår at kjemiens verden også er deres omverden, at de kan utvikle kjemiforståelsen sin videre. Gabels argumenter med at det enkelt kan trekkes koblinger mellom kjemi og hverdagslige ting som sukker, salt og leppepomade, og bruke hverdagslige objekter som

kontekst for at elevene skal forstå at kjemi ikke er farlig, kan bidra til at gapet mellom ulike oppfatningene minkes (1999). Slike paralleller som Gabel trekker kan også dras for å forklare at hverdagslige objekter består av kjemiske forbindelser.

En vinkling for å gjøre undervisningen kontekstbasert kan også være å anvende et historisk perspektiv, ved å introdusere sammenhenger mellom elevers erfaringer med historiske hendelser. Scheffel et al. (2009) hevder at dersom man underviser med en historisk innfallsvinkel, kan elevene anvende historien som et verktøy for å knytte sammen ny kunnskap med gammel kunnskap. Selv om elevene ikke kan mye om nærliggende faglige prinsipp, kan de knytte sammen den nye lærdommen til temaets historie. I tillegg påpeker Scheffel og kolleger at elevene vil kunne se verdien i kjemiens historie, og bli motiverte av historiske fortellinger i naturfagundervisning fordi undervisningen baserer seg på en kjent kontekst (s. 216-217). Historiske vinklinger på naturfagundervisningen kan også bidra til å redusere fremmedgjøringen av faget som Osborne og kolleger skildrer (Osborne & Dillon, 2008; Osborne et al., 2003; Rudge & Howe, 2004). Rudge og Howe (2004) peker på flere andre positive effekter av å inkludere historie i naturfag. Elevene får brukt kritisk tenking, og det kan bidra til en dypere forståelse av naturvitenskapelige prinsipper, og muligheter for at misoppfatninger kan lukes vekk. I tillegg passer et historisk perspektiv på undervisningen godt sammen med læring på makronivået (Tsaparlis, 2008). Howe og Rudge (2005) argumenterer for at når elevene inntar rollen som forsker fra en annen tid, vil de føle eierskap til egne konklusjoner.

Når elevene lærer seg å bruke kunnskap i situasjoner som de gjenkjenner, vil selvtilliten deres i faget øke ifølge King (2012). Videre vil elevene også kunne bruke hensikten med prinsippene i andre naturvitenskapelige situasjoner som de vil møte på i hverdagen, som nettopp er målet med kontekstbasert undervisning (Gilbert, 2006; King, 2012). Osborne og Dillon påpeker nødvendigheten med at unge elever blir introdusert for ulike kontekster både i klasserommet og ellers, slik at elevene kan anvende kompetansen kan brukes i utallige, allsidige situasjoner (Osborne & Dillon, 2008)

Talanquer gjennomførte en studie med lærerstudenter, som skulle sette sammen fiktive grunnstoffer til et periodesystem i en alternativ verden. Deltagerne fikk oppgitt noen



egenskaper som volum, reaktivitet og elementærtilstand, og skulle anvende dem for å sortere grunnstoffene i system. Gjennom denne aktiviteten kom det frem at studentene evnet å se sammenhengen mellom ideer som tidligere har eksistert som isolerte fakta, og ga muligheten til å anvende kunnskapen i andre omstendigheter enn den ble tilegnet i (Talanquer, 2005). Selv om aktiviteten også viste gode faglige resultater, er det viktig å merke seg at det også kan være evnen til å gjenkjenne mønster som spiller inn, og ikke nødvendigvis at deltagerne utviklet en dypere forståelse for kjemien og tilhørende naturvitenskapelige prinsipper (Bierenstiel & Snow, 2019).

### **2.1.3.1 Realiteten i klasserommet**

Kontekstbasert undervisning har vært en kjent metode i skolen i flere tiår, men King hevder at det ikke er mange lærere som faktisk gjennomfører denne formen for undervisning (King, 2012). King og Henderson (2018) forteller om en utfordring som australske lærere har opplevd i møte med kontekstbasert undervisning, nemlig at det er mangel på tid til planlegging og gjennomføring. I en annen studie med 90 naturfagslærere i ungdomsskolen i Canada, rapporteres det at lærerne nedprioriterte å gjennomføre kontekstbasert undervisning, fordi det var usikkerhet rundt hvordan undervisningen burde gjennomføres, og at lærerne betvilte egen kompetanse rundt metoden (Gungor et al., 2023). Trolig ville man påvise lignende situasjoner også i andre land, som Norge.

Det siste tiåret har det kommet mer forskning på kontekstbasert undervisning som tilbyr lærere kunnskap og verktøy til å planlegge kontekstbaserte undervisningsopplegg uten at det tar for mye tid i en ellers hektisk lærerhverdag (Habig et al., 2018). I tillegg finnes det nå flere lærerkonferanser som tilbyr informasjon om hvordan interessen til elevene kan øke, og hjelpe elevene med å se relevans i kjemiundervisningen (Broman et al., 2022). Likevel ytrer tyrkiske lærere bekymring overfor elever med mindre akademisk potensiale, og om kontekstbasert undervisning vil gi de samme fordelene for dem som for sterke elever (Ültay & Çalık, 2012). Det kan tenkes at denne samme trenden kan påvises i andre land, slik som Norge.

Bennett (2003) har samlet forskningsresultater fra kontekstbasert læring, og konkluderer med at interessen og gleden for naturfag øker når elevene lærer gjennom kontekst, og kan motivere elever til å studere naturfag og kjemi videre (Bennett, 2003, s. 114; Bennett &

Lubben, 2006). King gjennomførte en studie av sju kjemilærere som fokuserte på hverdagsbruken av kjemi i undervisning. Her konkluderes det med at en kontekstbasert tilnærming kan bidra til å øke elevers interesse i faget, men læringsutbyttet til elevene diskuteres ikke (King, 2007). Det er enighet om at kontekstbasert undervisning motiverer elevene, men det er flertydige resultater rundt om elevene har et akademisk læringsutbytte av tilnærmingen (Ilhan et al., 2016; Podschuweit & Bernholt, 2018; Sadi-Yilmaz et al., 2022).

King (2007) forteller at dersom det skal skje en endring i klasserommet der kontekstbasert undervisning står sterkere, er det lærerne selv som aktivt må søke ny kunnskap, og velge å iverksette nye pedagogiske tilnærminger til egen undervisningspraksis. Hele ansvaret for å iverksette kontekstbasert undervisning i klasserommet vil imidlertid ikke falle på lærerne alene, noe av ansvaret ligger også på skolen som institusjon (Askling et al., 2016, s. 77)

#### **2.1.4 Motivasjon**

Det er enighet om at elever med motivasjon for faget lærer bedre enn demotiverte elever (Adetya Dewi et al., 2020; Johnson, 2017). En aktivitet kan motivere elevene med å arbeide med faget, uten at den nødvendigvis fremmer læring (Gilbert, 2006). Det kan heller tenkes at det generelle inntrykket av faget bedres gjennom praktiske aktiviteter og lek, og dermed motiverer elevene med å arbeide med faget, og deretter bidrar til bedre utgangspunkt for læring (Bierenstiel & Snow, 2019). Franco-Mariscal et al. (2015) argumenterer i sin studie at lek er viktig i realfagsundervisning av nettopp fordi at elevenes motivasjon til å arbeide med faget vil øke. Også Gabel (1999) poengterer at selv om elevene synes en aktivitet er morsom og motiverende, er det nødvendigvis ikke det de lærer best av. Spesielt trekker Franco-Mariscal et al. (2015) frem at lek er en ressurs som er nyttig innenfor områder som elever oppfatter som vanskelig, og vil derfor kunne være nyttig når elever lærer om periodesystemet, som er et av de temaene som elever i ungdomsskolen finner mest utfordrende (Bierenstiel & Snow, 2019)

Eccles beskriver tre faktorer som medvirker på elevers motivasjon av en aktivitet (1987). Den første er *elevenes interesse* og den gleden eleven får ut av å gjennomføre aktiviteten. Den andre faktoren er *oppgavens betydning*, derav hvor viktig eleven synes det er å gjennomføre aktiviteten på en god måte. Den siste faktoren *aktivitetens nytteverdi*, altså hvilket utbytte

eleven kan få av kunnskapsutbyttet i fremtiden (Eccles, 1987). Vallori (2014) trekker frem noen positive effekter med at elevene jobber motivert og fokusert med en oppgave eller aktivitet. Dersom læreren får bruke tid på å hjelpe elever gjennom oppgaven istedenfor å holde ro i klasserommet kan også klasse miljøet dra fordeler av motiverte elever. Paris (1997) argumenterer for at når elever deltar i aktiviteter som engasjerer dem vil det gjøre at de føler ansvar for egen læring.

## **2.2 Periodesystemet og dets historie**

I dette kapitlet vil jeg veldig kort presentere hva periodesystemet er, før jeg går nærmere inn på periodesystemets historie på 1800-tallet. Det er dette historiske kapitlet som ligger til grunn for den historiske gjennomgangen i undervisningsopplegget i studien.

### **2.2.1 Periodesystemet**

Periodesystemet systematiserer og kategoriserer de 118 kjente grunnstoffene etter økende atomnummer eller protonantall. Grunnstoffene er plassert i en tabell med sju perioder som går vannrett, og 18 grupper som går loddrett i tabellen, i tillegg til lantanoidene og actinoidene som plasseres under tabellen. Navnene på grunnstoffene er gitt med sin bokstavforkortelse, og sortert etter atomnummer. Grunnstoffenes plassering kan fortelle noe om egenskaper som ioniseringsenergi, elektronegativitet og elektronkonfigurasjon. Grunnstoffer med samme elektronkonfigurasjon deles opp i samme blokker som vist i vedlegg F.

Grunnstoff i samme gruppe har like kjemiske egenskaper. Gruppene får tildelt navn, slik som alkalimetallene i gruppe 1, jordalkalimetallene i gruppe 2, halogenene i gruppe 17, og edelgassene i gruppe 18. Periodesystemet deler også grunnstoffene opp i ulike kategorier som baserer seg på deres egenskaper som metaller, halv-metaller og ikke-metaller. I tillegg er lantanoidene og actinoidene egne kategoriseringer.

### **2.2.2 Periodesystemets historie på 1800-tallet**

I 1789 listet den franske kjemikeren Antoine Lavoisier de første 33 grunnstoffene, og definerte et grunnstoff som produktet i det siste steget i en kjemisk analyse. Lavoisier konkluderte med at vann ikke var et grunnstoff for første gang ved å sende vann gjennom et varmt jernrør, slik

at det ble dannet jernoksid og hydrogengass. Dermed ble det demonstrert at vann ikke var sluttproduktet i analysen, og da heller ikke et grunnstoff (Hartley, 1947; Hendry, 2005). Det fantes på 16- og 1700-tallet en forståelse av partikler som byggestener, men det var den engelske læreren John Dalton som var den første som kombinerte ideen om atomer med Lavoisiers praktiske definisjon av et grunnstoff (Grossman, 2017; Siegfried, 2002).

Dalton mente at det fantes like mange forskjellige atomer som det finns ulike grunnstoff. For å eksemplifisere ideen sin, tildelte han hvert grunnstoff en relativ atomvekt (Ball, 2016). Ideen om relative atomvekter ble til ut fra studier om gassløselighet, både andre forskeres funn, sammen med Daltons egne, der prinsippet var at ulike gasser hadde forskjellig løselighet i vann (Viana & Porto, 2009). Dalton forklarte løselighetsforskjellen med at de ulike gassene besto av ulike atomer, og dermed også besto av ulike grunnstoff. Siden Dalton mente at hvert grunnstoff hadde sin egen atomvekt, ble atomvekter dermed en nødvendighet for å forklare forskjellen i gassenes løselighet og tetthet (Usselman et al., 2008).

Med Daltons gassforsøk og hans idé om atomvekter, ble interessen for atomet større utover 1800-tallet. Bestemmelsen av atomvekter utviklet seg til å være et gjennomgående tema i kjemien utover århundret (Lykknes & Gusland, 2015, s. 39-42). Dalton brukte blant annet Lavoisier og Cavendishs analyser av vann til å bestemme forholdet mellom hydrogen og oksygen i vann, og konkluderte med at vann besto av 87,4 deler oksygen og 12,6 deler hydrogen (Dalton, 1808, s. 275). Dalton antok at atomene ble kombinert på enklest mulig måte, og at vann derfor var en binær forbindelse; HO (Dalton, 1808, s. 276). Hydrogen var det letteste grunnstoffet som var kjent, og ble satt til å ha atomvekt 1. Resterende grunnstoff fikk sin relative atomvekt med hydrogen som utgangspunkt (Pratt, 2010). Daltons relative atomvekter på noen grunnstoffer fra 1803, 1808, og 1810 vises i tabell 2.1 på neste side.

**Tabell 2.1:** Daltons relative atomvekter fra 1803, 1808, og 1810 (Brock, 1992, s. 138)

År/Grunnstoff	1803	Revidert 1808	Revidert 1810
Hydrogen	1	1	1
Nitrogen	4,2	5	5
Karbon	4,3	5	5,4
Oksygen	5,5	7	7
Fosfor	7,2	9	9
Svovel	14,4	13	13
Jern		38	50
Sink		56	56
Kobber		56	56
Bly		95	95

Det var flere forskere enn Dalton som arbeidet med atomvekter ut over 1800-tallet, og en av dem var den svenske kjemikeren Jacob Berzelius (Lykknes & Gusland, 2015, s. 41). En annen var professor i kjemi ved Jena universitet, Johann Döbereiner, som grupperte tre og tre grunnstoffer som hadde like egenskaper, for å kalkulere atomvekten deres. Atomvekten til grunnstoffet i midten av gruppen ble beregnet som gjennomsnittet av de to andre, og grupperingene som ble dannet ble kalt for triader (Scerri, 2008). Döbereiners triader var en av de første sorteringene av grunnstoffene, noe som fikk et større fokus i kjemien utover det nittende århundret.

Utover 1860-tallet begynte ulike periodesystemer å utvikle seg uavhengig av hverandre rundt om i verden. Både kjemikere i England, Frankrike, USA, Tyskland, og Russland forsøkte å sortere grunnstoffer i system (Scerri, 2013). De tok alle utgangspunkt i atomvekt i sorteringene, men valgte å vektlegge forskjellige egenskaper utover atomvekt i systematiseringen sin, slik at periodesystemene som ble utviklet, var ganske ulike. En sentral forsker og utvikler av periodesystemet var den russiske kjemikeren Dmitrij Mendelejev (Scerri, 2008). Det var også andre naturvitere som Julius Meyer om arbeidet parallelt med Mendelejev med utviklingen av periodesystemet (Lykknes & Gusland, 2015, s. 42). Det er heller ikke alle utgavene som har utviklet seg som har den klassiske tabellformen som er kjent i dag. Den

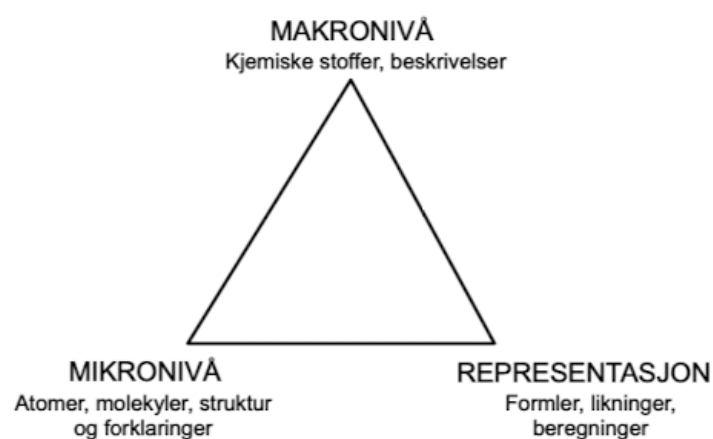
britiske kjemikeren William Crooks utviklet et spiralformet periodesystem i 1886-1887 (Lykknes & Gusland, 2015, s. 64).

## 2.3 Kjemiens tre dimensjoner

Kjemiforståelse kan beskrives på tre ulike nivåer, makronivået, mikronivået, og representasjonsnivået. Jeg vil i dette kapitlet legge frem hva som kjennetegner de ulike nivåene, samt forklare hvordan professor i kjemi Alex Johnstone ved Glasgow universitet beskrev forholdet og samspillet mellom kjemiens tre dimensjoner (Johnstone, 1982). Deretter vil jeg belyse hvor i læreplanen kjemiens tre dimensjoner kommer til syne.

### 2.3.1 Johnstones kjemiske trekant

Johnstone beskrev kjemiens tre dimensjoner som en trekant, med hver av de tre nivåene i hvert sitt hjørne av trekanten, som er vist i figur 2.1 (Johnstone, 1982). Videre i oppgaven vil jeg referere til trekanten som «den kjemiske trekanten». Johnstones kjemiske trekant har blitt beskrevet som en av de mest sentrale og fremragende ideene i kjemiutdanning de siste 40 årene, og er mye brukt innen kjemididaktikken (Norman, 2021; Taber, 2013; Talanquer, 2011). Talanquer (2011) beskriver ideen som et paradigme innen kjemien og kjemiutdanning. Jeg har derfor valgt å referere til andres tolkninger av Johnstone, i tillegg til kilder direkte fra Johnstone selv.



Figur 2.1: Den kjemiske trekanten

Den kjemiske trekanten består av tre ulike nivåer, der det trengs kunnskap på alle nivåene for å utvikle en komplett forståelse for fagfeltet (Johnstone, 2000b; Taber, 2013; Timilsena et al., 2022). Makronivået er det man kan se og observere, samt målbare egenskaper som pH,

temperatur, trykk og tetthet (Gabel, 1999; Gilbert & Treagust, 2009, s. 4; Treagust et al., 2003). På mikronivået tilbys det en dypere forklaring på atomets oppbygning som fremhever årsaken til endringer på makronivå. Det tredje nivået i trekanten er representasjonsnivået der observasjoner og funn på makro- og mikronivå blir forklart med kjemiske formler og symboler. Representasjonsnivået tilbyr en kvantitativ forklaring på det som foregår på mikro og makronivå, og som en oversikt over det kompakte symbolspråket som brukes i kjemi (Gilbert & Treagust, 2009, s. 3-4; Ringnes & Hannisdal, 2014, s. 23).

Det er ikke ett nivå i den kjemiske trekanten som står over de andre, de tre komplimenterer hverandre. Det ene kunne heller ikke bestått uten de to andre, og de vil sammen fungere som en fullkommen skildring av kjemiforståelse mener Johnstone (2000b). Han trekker frem at den kjemiske trekanten kan brukes til å forklare hvorfor elever føler at kjemi er vanskelig å forstå. Det er nemlig først når elevene forstår samspillet mellom de tre nivåene og klarer å koble dem sammen til et helhetlig bilde, at elevene kan utvikle en dypere forståelse i kjemi slik som Johnstone beskriver det (Johnstone, 2000b; Treagust et al., 2003).

Etter hvert som elevene øker sin erfaring med kjemi vil de kunne betrakte alle hjørnene i den kjemiske trekanten samtidig, og mestre å arbeide parallelt på alle tre nivåer. En kjemilærer vil eksempelvis plassere seg i midten av den kjemiske trekanten på bakgrunn av erfaring og kunnskap fra sin faglige utdanning. Det er nødvendig med vesentlig kjemikompetanse for å kunne se sammenhenger mellom de ulike nivåene i den kjemiske trekanten, noe som elever i grunnskolen trenger tid, kunnskap og erfaring for å oppnå (Ringnes & Hannisdal, 2014, s. 24; Talanquer, 2018). Gilbert og Treagust (2009, s. 6) gir en mulig forklaring på hvorfor elever kan oppleve utfordringer med å bevege seg spesielt mellom mikro- og makronivået, og begrunner utfordringen med at det har blitt gjennomført for lite praktiske aktiviteter underveis i kunnskapsutviklingen. Dermed mangler elevene klare eksempler som konkretiserer den logiske sammenhengen mellom nivåene (Gilbert & Treagust, 2009, s. 6). En mulig konsekvens med manglende erfaring rundt praktiske aktiviteter er at elevene ikke har sett sammenhengen mellom makro- og mikronivået i praksis, og mangler observasjoner av endringer på mikronivået som vil ha konsekvenser og innvirke på makronivået. For å eksemplifisere med en redoks-reaksjon, kan elevene vite at elektroner har blitt tatt opp og avgitt mellom stoffene, men hvis de ikke har sett at jern ruster, er det ikke sikkert at de forstår at elektronutvekslingen

på mikronivået vil danne rust på makronivå. Dermed vil samspillet mellom nivået og helhetsforståelsen av fenomenet være begrenset (Gilbert & Treagust, 2009, s. 6).

Sarıtaş og kolleger trekker frem i sin forskning at kjemiundervisning ofte kan ha stort fokus på mikro og representasjonsdimensjonen, og kan glemme å knytte læringen opp til makronivået (2021). De hevder at det finnes utallige muligheter for både teknologiske hjelpemidler, men også å bruke praktiske aktiviteter i kjemiundervisning for å konkretisere mikronivået slik at uerfarne kjemikere skal få gode muligheter til å utvikle kjemiforståelse. Det er likevel begrensninger for hvor konkret representasjonsnivået kan være til stede i mikronivået, før det oppstår misoppfatninger hos elevene. Et eksempel på en slik misvisende oppfatning er at fosfor er gult, derfor er fosforatomer også gule, eller at vannmolekylene i is er kaldere enn de som er i vann i væskeform (Sarıtaş et al., 2021). Dersom mikronivået blir overkonkretisert, altså at det anvendes modeller i en for stor grad, kan prinsippet med å anvende modeller for å forklare mikronivået falle bort. Bohrs atommodell i kjemien som fungerer som en forenkling av atomets subpartikler, og illustrere kjemiske reaksjoner på mikronivået. Dersom elevene tror at denne modellen som i utgangspunktet er brukt som en demonstrasjon og som en forenkling, er en reell representasjon av virkeligheten, overkonkretiseres mikronivået, og misforståelser oppstår (Svendsen et al., 2022, s. 10). Dermed kan grunnstoffenes egenskaper på makronivået bli feilaktig overført til mikronivået, slik som i eksempelet med fosfor over.

Elever i ungdomsskolen er fortsatt uerfarne, og kan ikke uproblematisk bevege seg mellom kjemiens nivåer. Gilbert og Treagust beskriver at dersom ett av nivåene i den kjemiske trekanten vektlegges i større grad enn de andre kan det oppstå utfordringer, spesielt hos yngre elever (Gilbert & Treagust, 2009, s. 6). Hvis undervisningen derimot baserer seg hovedsakelig på ett nivå *innledningsvis*, kan det hindre at misoppfatninger utvikler seg, selv om det er hensiktsmessig å vektlegge flere nivåer senere i undervisningen (Gilbert & Treagust, 2009, s. 6; Talanquer, 2018; van Dinther et al., 2023). Det er heller ikke slik at god kjemiundervisning nødvendigvis inneholder alle de tre dimensjonene samtidig, selv om det er ønskelig at elevene har kunnskap på alle tre nivåer etter hvert i utdanningsløpet sitt (Sarıtaş et al., 2021; Talanquer, 2011). Taber argumenterer for at elever som har kunnskap på tvers av nivåene vil ha et godt utgangspunkt for videre læring (Taber, 2013).



Fra Johnstones beskrivelser er ikke makronivået bare nødvendig for å få et helhetlig bilde av kjemien, men Saritaş et al. (2021) hevder også at det kan være fordelaktig å starte undervisningen nettopp på dette nivået, før de to andre nivåene introduseres (Johnstone, 2000). Talanquer (2011) påpeker at det er hensiktsmessig å starte på makronivået siden det vil fungere som en oversikt over mikronivået, og tilby nødvendige forklaringer for å utvikle forståelse. Videre kan elevene bruke kunnskapen de har tilegnet seg på mikronivå, med makronivået som støttestruktur til å forutse hvilke endringer som kan forgå på makronivået igjen. Læringsprosessen vil derfor starte og ende på makronivå (Saritaş et al., 2021). Saritaş og kolleger argumenterte hovedsakelig for at det var laboratorieaktiviteter som drar fordel av at undervisningen starter på makronivå, grunnet at elevene får se konsekvensene av endringer på mikronivået. Også en studie av Jegstad et al. (2022) støtter opp under at å innlede undervisningen på makronivå er hensiktsmessig i undervisning om redoksreaksjoner. Ellers finnes det flere ulike studier som Schmidt (2021) og Johnstone (2000a) som også underbygger fordelene med at andre deler av undervisningen starter på makronivået.

Det er blitt diskutert om representasjonsnivået i kjemi kan defineres som et eget nivå, eller om det kun er supplerende til mikro- og makronivået. Taber (2013) argumenterer for at representasjonsnivået står sterkere i fysikken enn i kjemien, fordi det er nødvendig med et symbolsk nivå med algebra, grafer og ligninger for å beskrive makro- og mikroegenskaper. I kjemien vil representasjonsnivået være mer inkludert i de to andre nivåene, siden begreper som løsninger, grunnstoff, elektroner og orbitaler må kunne konseptualiseres, slik at de kan diskuteres og omtales (Taber, 2013).

### **2.3.2 Kjemiens tre dimensjoner i LK20.**

Kjemiens tre dimensjoner er synlig i læreplanen gjennom de grunnleggende ferdighetene i overordnet del av læreplanen, som skal gjennomføres i alle fag (Kunnskapsdepartementet, 2017). I beskrivelsen av både muntlige og skriftlige ferdigheter er det sammenhenger med de ulike nivåene som Johnstone (2000b) beskriver i sin kjemiske trekant. Et utdrag fra beskrivelsen av muntlige ferdigheter i naturfag i læreplanen forklarer at elevene skal bevege seg mellom dimensjonene for å utvikle seg i faget. Ferdighetene innebærer «å lytte og samtale om opplevelser og observasjoner til å kunne presentere og diskutere stadig mer komplekse sammenhenger i faget» (Kunnskapsdepartementet, 2019). Gjennom beskrivelsene tolker jeg

dette som at elevene skal bevege seg fra *observasjoner* på makronivå til *mer komplekse sammenhenger* på mikro og representasjonsnivået. Dermed uttrykkes alle de tre nivåene i den kjemiske trekanten seg under muntlige ferdigheter, og hvordan elevene skal bevege seg mellom dem. Også under skriftlige ferdigheter er samspillet synliggjort gjennom «å bruke tegninger og tekst til å gradvis ta i bruk mer presist naturfaglig språk, inkludert figurer og symboler» (Kunnskapsdepartementet, 2019). Disse ferdighetene beskriver reisen fra makro- og mikronivået med tegninger og tekst, til representasjonsnivået med figurer og symboler.

Det kommer tydelig frem i kompetansemålet «Bruke atommodeller og periodesystemet til å gjøre rede for egenskaper til grunnstoffer og kjemiske forbindelser» etter tiende trinn i LK20 at de tre dimensjonene brukes for å forklare, beskrive og representere kjemien for elever, men det skilles ikke mellom bruken av nivåene (Kunnskapsdepartementet, 2019). Elevene kan dermed lett blande sammen nivåene, og sentrale ulikheter mellom nivåene kan bli sett på som det samme. Som nevnt i delkapittelet over kan elevene tro at dersom fosfor på makronivået er gult, vil også alle fosforpartikler være gule. Fenomen og egenskaper på makronivået vil endre seg dersom bindinger på mikronivået endres (Ringnes & Hannisdal, 2014, s. 28). Lærebøkene har forsøkt å skille mellom makro- og mikronivået ved å legge til tilleggsord for å synliggjøre hvilket nivå som omtales. Er det fosfor som fast stoff som er gult, eller er det forforatomene? Her vil ordene fast stoff og atomer være oppklarende for hvilket nivå som omtales. I tillegg har forvirringen hos elevene blitt forsøkt motvirket ved å legge ved tilstandssymboler i reaksjonsligninger som et representasjonsnivå. Tilstandssymboler som gass (g), fast stoff (s) og væske (l) kan bidra til en mer deskriptiv oppfattelse av realiteten og hvilket nivå som beskrives (Gilbert, 2010; Reina et al., 2022; Ringnes & Hannisdal, 2014, s. 25).

I kompetansemålene i videregående skole blir det mer tydelig henvist til spesifikke nivå i kompetansemålene, noe som gjør det enklere å tolke innholdet i dem, både for lærere og elever. I kompetansemålet som omtaler pH, er det beskrevet at elevene skal «utforske og beregne pH i vannløsninger og drøfte betydningen av buffere for regulering av pH i naturlige og industrielle prosesser» (Utdanningsdirektoratet, 2021). Den første delen av kompetansemålet går tydelig inn for forklaringer på makronivå, mens i den siste delen skal elevene bruke mikronivået til å forutse konsekvenser på makronivået. Denne egenskapen kan også skimtes i kompetansemål i kjemi 1, da eleven skal kunne «gjøre rede for oppbygningen

av periodesystemet, og bruke kjerneladning og elektronkonfigurasjon til å forklare periodiske trender» (Utdanningsdirektoratet, 2021).

### **2.3.3 Periodesystemet og den kjemiske trekanten.**

Periodesystemet inneholder omfattende informasjon om grunnstoffene og er sortert etter deres egenskaper. Periodesystemet viser også grunnstoffenes elementærtilstand, symbolske forkortelser og hvordan reaksjoner vil forgå på mikronivå, og vil derfor gi informasjon på makronivået i kjemi (Huie et al., 2022).

Laugier og Dumon argumenterer for at periodesystemet kan sees på som en representasjon som knytter sammen makro og mikronivået gjennom periodiske trender som forklarer kjemiske reaksjoner (2004). Grunnstoffenes plassering i periodesystemet indikerer hvordan kjemiske reaksjoner vil foregå på mikronivå, og derfor kan periodesystemet være en del av representasjonsnivået i kjemi mener Laugier og Dumon (2004). Periodesystemet kategoriseres normalt sett som et verktøy på makronivået (Gulacar et al., 2020; Taber, 2013). Selv om periodesystemet slik sett tilhører makronivået, inneholder det også mange aspekter av representasjonsnivået, slik som en visuell representasjon av periodiske trender og bokstavforkortelser, og mikronivået med grunnstoffers oppbygning og elektronkonfigurasjoner (Ben-Zvi & Genut, 1998). Mahartika og kolleger poengterer derfor at periodesystemet også kan virke som et bindeledd mellom representasjonsnivået i den kjemiske trekanten, og makro- og mikronivået (Mahartika et al., 2020)

## **2.4 Prinsipp for god undervisning**

Osborne og kolleger forsket på hvordan elever best kan tilegne seg kunnskap i realfag, og satt kriterier for god undervisning for å maksimere læringsutbyttet til elevene (Osborne et al., 2003). Et sentralt prinsipp i god undervisning som også Taber fremhever, er at læreren må lage gode sammenhenger mellom ny og gammel kunnskap (Taber, 2013). Sammenhengen mellom nye og gamle kunnskaper er et kjennetegn vi også har sett både i kapitlet om meningsfull læring og i kontekstbasert undervisning. Osborne og kolleger trekker frem at det også er nødvendig med et tydelig rammeverk for hva elevene skal lære seg, slik at forventninger og målsettinger er tydelige, både for lærer og elev (2003). For eksempel regnes

det verdifullt at læringsmålene for økten presenteres, slik at de kan justeres etter elevenes behov dersom det er nødvendig (Osborne et al., 2003). En effektiv elev er ofte den som kan noe relevant fra før, som setter den nye kunnskapen i en større sammenheng og danner logiske overganger til tidligere kunnskap, som et tankekart i hjernen (Taber, 2013). Ausubels kriterier for meningsfull læring støtter opp under Tabers beskrivelser, som også kan virke motiverende til å gjennomføre undervisningen kontekstbasert (Ausubel, 1978; Gilbert, 2006; King, 2007, 2012).

Avslutningsvis enten i økten eller temaperioden regnes det også fordelaktig for elevenes læringsutbytte å oppsummere det som har blitt undervist. Slik kan elevene få en ny mulighet til å koble sammen løse tråder av informasjon, dersom de ikke så tydelige sammenhenger i læringsøyeblikket. Oppsummeringen gjør det mulig for elevene å skaffe seg en oversikt og danne et mentalt tankekart over temaet, og å se sammenhenger med annen kunnskap som de allerede har tilegnet seg (Osborne et al., 2003). Også Gilbert trekker frem nødvendigheten av å kunne se logiske sammenhenger mellom ulike tema for at elevene skal kunne bevare kunnskapen over tid (Gilbert, 2006). Ved utarbeidingen av undervisningsopplegget for studien la jeg altså disse prinsippene som utgangspunkt, og etterstrebet å overholde Osborne og kollegers anbefalinger om god undervisningspraksis.

# 3 Metode

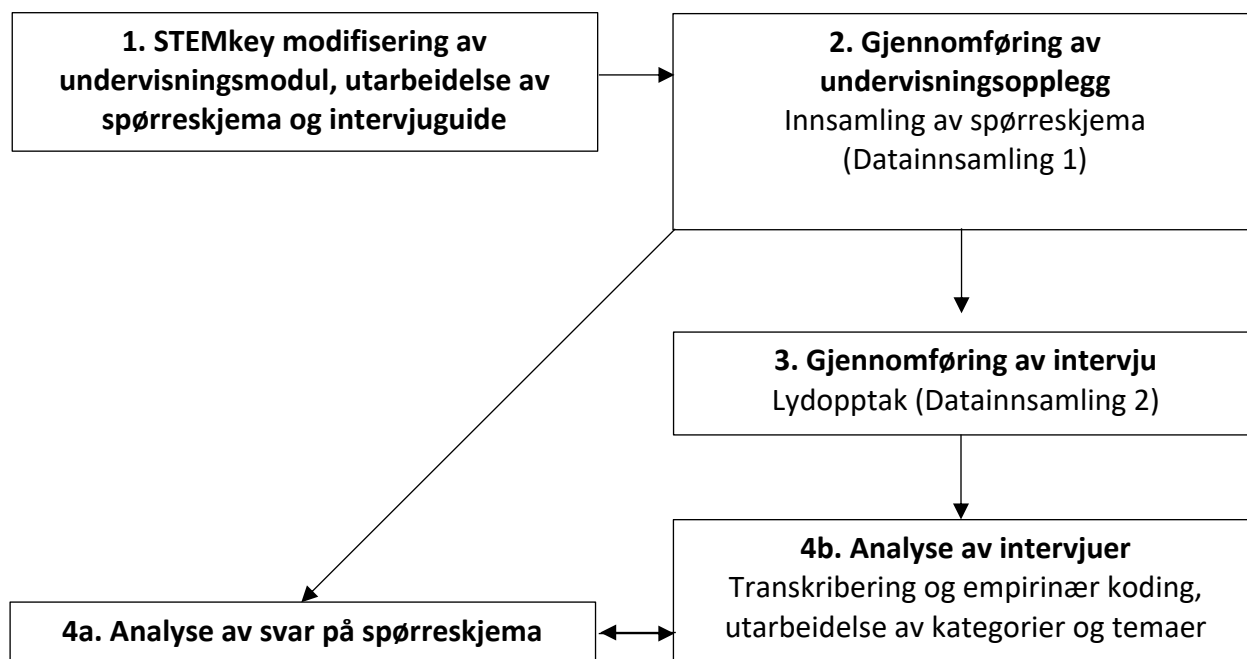
I denne delen av oppgaven vil jeg beskrive studiens forskningsdesign og begrunne de metodiske og analytiske valgene jeg har tatt for å besvare forskningsspørsmål og problemstilling. Først vil jeg presentere det overordnede forskningsdesignet i studien, deretter hvordan analysen har foregått, og til slutt vil jeg drøfte studiens kvalitet.

## 3.1 Forskningsdesign og utvalg

I dette delkapittelet vil jeg begrunne og forklare forskningsdesignet jeg har utviklet for å svare på problemstillingen, samt beskrive og forsvare utvalgsstrategien jeg har benyttet meg av i studien.

### 3.1.1 Studiens forskningsdesign

For å besvare problemstillingen min med hvordan elevene lærte og ble motivert av et undervisningsopplegg med periodesystemet, utviklet jeg en studie med fire steg, som er beskrevet i et flytskjema i figur 3.1. I det første steget modifiserte jeg et allerede eksisterende undervisningsopplegg fra STEMkey-prosjektet slik at ble tilpasset min studie, og slik at det passet for elever i ungdomsskolen. I dette første steget utarbeidet jeg også intervjuguide forankret i litteratur til datainnsamling og spørreskjema som både skulle være datamateriale og en aktivitet i undervisningsøkten. Intervjuguiden kan sees i sin helhet i vedlegg A. Intervjuguiden og spørreskjema ble diskutert med veileder og med medstudenter under et masterseminar. I steg to gjennomførte jeg undervisningsopplegget for elevene, og samlet inn spørreskjema (datamateriale 1). Spørreskjemaets formål var både som oppvarmingsaktivitet, for å tilrettelegge at undervisningen skulle gi mening sammen med tidligere kunnskaper og dermed skape en kontekst, og som datamateriale. I steg tre gjennomførte jeg fokusgruppeintervju med elever om undervisningsøkten med lydopptak (datamateriale 2), før jeg i steg fire analyserte både spørreskjema og lydopptak av intervjuer.



Figur 3.1: Flytskjema som viser forskningsdesign

### 3.1.2 Kvalitativ metode

Studien min har en kvalitativ tilnærming til studien, da mine datamaterialer består av lydopptak fra intervju og et kvalitativt spørreskjema. De valgte kvalitative metodene for datainnsamling vil åpne for et bredere og et dypere innsyn i deltageres meninger og perspektiver, enn det kvantitative metoder kan tilby (Brottveit, 2018b, s. 67; Kvale & Brinkmann, 2019, s. 42; Robson & McCartan, 2016, s. 20). Det er ikke uvanlig med to ulike former for datamateriale i studier med fleksible design (Robson & McCartan, 2016, s. 147). Når det benyttes to eller flere former for datamateriale, vil det kvalifisere som datatriangulering, og vil bidra til å øke studiens validitet (Robson & McCartan, 2016, s. 171). Ved å anvende triangulering i studien vil dataene kvalitetssikres dersom de underbygger hverandre, og påliteligheten i forskningen styrkes dersom de samme resultatene kan belyses fra flere kilder (Postholm, 2005, s. 132). Robson og McCartan (2016) beskriver et fleksibelt design som fordelaktig i en kvalitativ studie, fordi det åpner for endringer underveis (s.20).

Noen av spørsmålene i intervjuene overlappet med spørsmålene i spørreskjema, og bidrar derfor med å sikre at informasjonen i intervjuet er korrekt, og vil gi deltagerne muligheten til å utdype svarene fra spørreskjemaet. Målet for prosjektet har vært det samme gjennom hele prosessen, nemlig å undersøke elevers opplevelse av et undervisningsopplegg om

perodesystemet. Ordlyden i problemstillingen har derimot blitt endret underveis etter kontinuerlig dialog med veileder og i diskusjon med medstudenter på masterseminar.

### **3.1.3 Utvalg**

For å finne svar på problemstilling besøkte jeg en niendeklasse på en middels stor ungdomsskole i Midt-Norge. Jeg kontaktet en naturfagslærer som jeg visste var villig til å samarbeide med masterstudenter, og fikk samtykke til å gjennomføre min studie i klassen. Tidligere har jeg også hatt vikartimer i klassen, og har dermed fått tid til å bygge opp en god relasjon til elevene. Relasjonen kan svekke validiteten i studien, grunnet en eksisterende relasjon før forskningssituasjonen (Nilssen, 2012, s. 26). Den eksisterende relasjonen kan også hatt positive konsekvenser da elevene mulighets følte seg komfortabel med en trygg voksen i klasserommet. Klassen har hatt undervisning om perodesystemet og atomer ett år før gjennomføringen av studien, da det også var jeg som gjennomførte undervisningen med klassen. Klassen besto av rundt 55 elever, der elevene var delt opp i to ulike undervisningsgrupper med rundt 26 elever i hver gruppe. Opplegget ble derfor gjennomført to ganger, først i den ene gruppen, og så den andre. Intervjugruppene inneholdt elever fra begge undervisningsgruppene.

Respondentene i studien besto av de 20 elevene som samtykket å delta i forskningsprosjektet. Av disse 20, ble ni stykker plukket ut til å delta i intervju. Det var læreren som satt sammen gruppene for intervjuene, etter mine instruksjoner som utdypes i kapittel 3.3.1.

## **3.2 Utarbeiding og gjennomføring av opplegget**

I kommende delkapittel vil jeg presentere læringsmål og kompetansemål som er sentrale i undervisningsøkten. Jeg vil også forklare undervisningsopplegget i grundig og begrunne valg av aktiviteter med teori.

### **3.2.1 Mål for undervisningsopplegget**

Jeg har valgt å forankre målene for timen i læreplanen i naturfag, som ligger til grunn for læringsutbyttet etter undervisningsøkten (Kunnskapsdepartementet, 2019). Jeg måtte vektlegge hvilke forkunnskaper elevene hadde, både med hensikt på at de har gjennomført

en periode med periodesystemet og atomer året før, og pensum de har lært om på barneskolen. Periodesystemet og grunnstoffer inkluderes ikke i læreplanen før på ungdomstrinnet, men det er beskrevet at elevene skal ha kunnskap om faseoverganger og partikkelmodellen fra barneskolen (Kunnskapsdepartementet, 2019). Da elevene hadde undervisning om periodesystemet året før, ble det undervist fra et mikroperspektiv. I årets undervisningsøkt ville jeg derimot forsøke å angripe temaet fra et makroperspektiv. For å oppnå dette, formulerte jeg fire læringsmål for timen, som elevene også fikk innblikk i før vi startet undervisningen som vist i tabell 3.1.

**Tabell 3.1:** Oversikt over kompetansemål og læringsmål for undervisningsopplegget.

Kompetansemål	«Bruke atommodeller og periodesystemet til å gjøre rede for egenskaper til grunnstoffer og kjemiske forbindelser» (Kunnskapsdepartementet, 2019)
Læringsmål	<p>Elevene skal kunne:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Forklare i enkle trekk hvordan de første periodesystemene ble utviklet.</li> <li>• Diskutere hvordan ulike egenskaper ved grunnstoffene kan lede til ulike sorteringer av periodesystemet og hvordan ulike former og fasonger kan representere periodiske trender på ulike måter.</li> <li>• Sortere objekter og grunnstoffer på en systematisk måte.</li> </ul>

### 3.2.2 Utarbeiding av undervisningsopplegget

Undervisningsopplegget som jeg har valgt som utgangspunkt for datainnsamlingen er som nevnt basert på et undervisningsopplegg som STEMkey-prosjektet har utarbeidet. I tillegg har jeg betraktet kriteriene som Osborne et al. (2003) har beskrevet for god naturfagundervisning, og benyttet dem som en støttestruktur under utarbeidingen av opplegget. En rød tråd i undervisningsøkten er bruk av kontekstbasert undervisning og meningsfull læring i sammenheng med å introdusere periodesystemet på et makroperspektiv.

I utgangspunktet skulle jeg gjennomføre undervisningsopplegget først i den ene gruppen, etterfulgt av elevintervjuer, og uken etter gjennomføre opplegget igjen i den andre



undervisningsgruppen. Midtveis i første gjennomføring ble jeg informert om at elevene ikke skulle ha naturfag de påfølgende ukene av ulike årsaker. Jeg ble derfor tvunget til å endre gjennomføringen av undervisningsopplegget skulle foregå på mens det ble gjennomført. Enten kunne jeg gjennomføre opplegget ferdig i den ene undervisningsgruppen, og kun ha halve mengden respondenter, eller så kunne jeg korte ned opplegget, slik at jeg fikk gjennomført deler av opplegget i begge undervisningsgruppene. Jeg valgte det siste fordi jeg ønsket flere respondenter på spørreskjema, og muligheten til å intervju flere elever.

På neste side vises det originale tidsskjemaet som tar utgangspunkt i en 90 minutters undervisningstime med tilhørende lysbilder i tabell 3.2. Lysbildene kan sees i vedlegg D. Under tabellen følger en bredere beskrivelse av hver aktivitet.

**Tabell 3.2:** En beskrivelse av det planlagte undervisningsopplegget før endringer.

Tidsbruk [min]	Aktivitet	Eventuelle endringer
15	<b>Overordnet introduksjon til timen</b> Elevene svarer på spørreskjema <b>(datamateriale 1)</b>	Tidsbruken ble redusert til ti minutter.
10	<b>Dypere introduksjon til timen</b> (lysbilde 1-2) Koble dagens time opp til forkunnskaper periodesystemet Gjennomgang av læringsmål	Tidsbruken ble redusert til fem minutter. Mindre tid for refleksjon hos elevene
5	<b>Aktivitet 1</b> – (lysbilde 3) Elevene får føle og se på ulike grunnstoff	
15	<b>Aktivitet 2</b> – (lysbilde 4-5) Sortering av Lego-klosser Refleksjon i etterkant av sortering	Tidsbruken ble redusert til ti minutter. Mindre sorteringstid.
10	<b>Friminutt</b>	<b>Friminuttet ble ikke gjennomført</b>
10	<b>Aktivitet 3</b> - (lysbilde 6-7) Refleksjonsspørsmål – <i>Hva vet dere om tettheten til jern, aluminium, kobber og titan?</i> Føle på og sortere vektskivene	
10	<b>Litteraturgjennomgang på tavlen</b> (lysbilde 8-12) Historisk perspektiv Daltons metoder Grunnstoff Endelig periodesystem! Ulike periodesystem	
20	<b>Aktivitet 4</b> – (lysbilde 13) Sortere grunnstoff som Mendeeljev	Tidsbruken ble redusert til fem minutter. Aktiviteten ble ikke gjennomført.
5	<b>Avslutte og oppsummere timen</b> (lysbilde 14)	

### **Overordnet introduksjon til timen**

Introduksjonen til undervisningsopplegget introduserte spørreskjemaet til elevene uten en større forklaring på hva som skulle foregå i timen. Dermed brukte elevene spørreskjemaene som en oppvarmingsaktivitet slik at de fikk koble seg på tematikken i økten, samtidig som datamateriale 1 ble samlet inn. Ved at elevene svarte på spørreskjema om forkunnskaper skapte dette også en mulighet for kontekst dersom elevene kunne knytte sammen tematikken fra fjoråret med ny kunnskapsbygging (Gabel, 1999; Taber, 2013). Når elevene tenker tilbake på undervisning året før vil Ausubels første krav for meningsfull læring oppfylles, og undervisningen kan kategoriseres som potensiell meningsfull (Seel, 2012). I tillegg skapte det en mulighet for at elevene så årsaken bak hvorfor de skulle lære om dette, og dermed tilrettela introduksjonen for at økten kunne oppfattes som logisk meningsfull slik som beskrevet av Ausubel i sitt andre krav til meningsfull læring (Ausubel, 1963).

### **Dypere introduksjon til timen (lysbilde 1-2)**

I denne delen av undervisningen bygger jeg videre på muligheten for kontekst som nevnt over, med at jeg introduserer elevene til tema. Jeg vektla undringsaspektet i det første lysbildet, og har med et spørsmål; «Hm ... Hvorfor ser periodesystemet sik ut?». Dette var for å motivere elevene til å arbeide med økten, og få elevene villig til å lære slik at Ausubels siste krav om meningsfull læring er oppfylt (Ausubel, 1978; Ausubel & Robinson, 1969). Jeg viste også elevene læringsmålene jeg hadde satt for timen i tråd med Osborne og kollegers anbefalinger om hvordan elever lærer best (Osborne et al., 2003).

### **Aktivitet 1 – Grunnstoffprøver (lysbilde 3)**

Den første aktiviteten i timen var at elevene skulle se og føle på grunnstoff. Jeg hadde med svovel, silisium og karbon. Det ble deretter forklart at diamanter er laget av karbon. Aktiviteten ble utvalgt til undervisningen for å skape en kontekst for elevene slik at det ble mulig å forene ideen om grunnstoffene som de observerer i periodesystemet med den fysiske dimensjon (Gabel, 1999). Aktiviteten ble også gjennomført for å ufarliggjøre grunnstoffer for elevene og ta med praktiske eksempler fra elevenes hverdag (King, 2012). At elevene får bygge videre på forståelse på noe som de allerede har kunnskap om er også et av Ausubels krav for

meningsfull læring (Seel, 2012). Grunnstoffprøvene er og med på å skape et makroperspektiv på økten, da grunnstoffene er noe elevene kan ta og føle på (Gilbert & Treagust, 2009, s.4).

### **Aktivitet 2 – Sortering av Lego-klosser** (lysbilde 4-5)

Aktiviteten er basert på undervisningsopplegget til STEMkey, og bakgrunnen til aktiviteten er at elevene skal se meningen bak å sortere etter ulike egenskaper, og at det ikke er en måte som er rett, men at det finnes fordeler med ulike sorteringer (Lykknes et al., 2023). Elevene fikk utdelt Lego-klosser i fem ulike farger, med fire forskjellige fasonger, og ble bedt om å sortere dem uten dypere instruksjoner. I figur 3.2 er de 20 ulike klossene vist som en sortering av en elevgruppe. Etter



*Figur 3.2: 20 ulike Lego-klosser*

at elevene hadde sortert Lego-klossene, var det en felles klassesdiskusjon om hvorfor og hvordan de ulike gruppene hadde valgt å sortere på akkurat denne måten. En bakgrunn for valg av aktivitet var for å skape en kontekst hos elevene, og her vil konteksten være Lego-klosser, da jeg tar utgangspunkt i at alle elevene vil kjenne til Lego-klosser fra barndommen. Sortering av Lego-klosser og sortering av grunnstoffer baserer seg på det samme prinsippet, nemlig at det er vanskelig å sortere dersom sorteringskriteriet ikke er gitt, og det finnes utallige ulike måter å sortere på. Et prinsipp som sto sentralt i aktiviteten var at elevene skal se betydningen av sortering på tvers av hva som sorteres, slik at det kan utvikles en dypere forståelse for periodesystemets nytteverdi (Vygotsky, 1978). I tillegg til å skape kontekst og relevans hos elevene, kan aktiviteten også synliggjøre hvordan ulike sorteringer med ulike kriterier kan føre til ulike systemer (Lykknes et al., 2023).

I tillegg er ønsket at aktiviteten skal bidra til Ausubels andre krav til meningsfull læring, logisk meningsfull (Ausubel, 1978). Logisk meningsfull baserer seg på at elevene må se hensikten og nytteverdien bak hvorfor aktiviteten ble gjennomført. Lego-sorteringen har likhetstrekk med hvordan naturvutene forsøkte å sortere grunnstoffer da periodesystemet ble utviklet. Det å sortere uten å ha et fast sorteringskriterium kan være utfordrende, noe som elevene får kjenne på ved gjennomføringen av Lego-sorteringen. Spesielt siden Talanquer beskriver at elevene ikke ser meningen bak periodesystemets sortering, og at elevene puffer periodesystemet, ble aktiviteten brukt som en motvirkende effekt, og et forsøk på å

gjennomføre meningsfull læring i klasserommet (Ausubel, 1963; Talanquer, 2005). Aktiviteten kan også sees i lys av scientific literacy, og motivere elevene til å se at naturvitenskapen eksisterer i hverdagen som visjon 2 baserer seg på (Roberts, 2011). Elevene kan få innsikt i at naturvitenskapelige prinsipper og tenkemåter er fordelaktig å mestre selv om man ikke fortsetter med realfag senere i livet (Roberts & Bybee, 2014).

Lego-aktiviteten presenterer også temaet fra et makroperspektiv da elevene forholder seg til periodesystemet som et helhetlig system, isteden for atomet og dets oppbygning som fikk større fokus i undervisningen året før. Ved å vektlegge sorteringen i periodesystemet er fortsatt grunnstoffer en del av tematikken, men fokuset er heller på periodesystemet som makroverktøy enn grunnstoffenes mikroperspektiv.

### **Aktivitet 3 – Sortering av vektskiver (lysbilde 6-7)**

Elevene fikk utdelt fire vektskiver av ulike grunnstoff av samme størrelse, og fikk i oppgave å diskutere tettheten til jern, kobber, aluminium og titan. Gjennom aktiviteten blir historien bundet sammen med undervisningen, siden tidligere systematiseringer av grunnstoff var basert på stigende atomvekt. Elevene diskuterte hva de kunne om tettheten til de ulike grunnstoffene, og sorterte deretter vektskivene etter tetthet. Ved å konstruere en sammenheng til historien vil det også være en kontekst for elevene (Rudge & Howe, 2004; Scheffel et al., 2009, s. 216-217). Også her vil Ausubels første krav om meningsfull læring oppfylles, siden elevene kan bygge videre på kunnskap de allerede sitter med (Seel, 2012). Aktiviteten følger etter Lego-sorteringen og tilbyr enda et sorteringskriterium for elevene, og bygger videre på det elevene diskuterte i den forrige aktiviteten med Lego-sortering. Også denne aktiviteten bidrar med øktens makroperspektiv, med samme argumenter som Lego-sorteringen over.

### **Historiegjennomgang på tavlen (lysbilde 8-12)**

Denne delen av undervisningsøkten er en fortsettelse på forsøket på å skape en historisk kontekst for elevene å sette økten inn i (Rudge & Howe, 2004; Scheffel et al., 2009, s. 216-217). Elevene vil få et innblikk i den historiske bakgrunnen til sorteringen av grunnstoffer på 1860-tallet. På denne tiden var det felles forståelse for hva et grunnstoff var, og hvordan atomvekt skulle bestemmes (Lykknes & Gusland, 2015). Deretter ble Lavoisiers definisjon av

grunnstoff presentert, og det ble gitt en kort introduksjon til Daltons metoder for bestemmelse av atomvekt. Etter det kom forklaringen om atomprinsippet som for første gang ble knyttet opp til grunnstoff, før periodesystemets utvikling i verden ble presentert. Her fikk elevene se ulike periodesystemet som ble utviklet på veien til dagens system. Ved å introdusere periodesystemet før atomets oppbygning blir gjennomgått, vil elevenes vei inn i kjemiens verden sees på fra et makroperspektiv.

#### **Aktivitet 4 – Sortere grunnstoffer som Mendelejev (lysbilde 13)**

I denne aktiviteten fikk elevene utdelt et ark med grunnstoff med informasjon om atomvekt og hvordan de bant seg med oksygen. Elevene fikk ikke informasjonen om hvilket grunnstoff som hører til de ulike dataene, slik at de selv må finne ut hvordan de ønsker å sortere de ulike grunnstoffene. Det var denne informasjonen Mendelejev satt med da han utviklet sitt periodesystem, så på denne måten må elevene arbeide som forskere selv, og få innblikk i kaoset som utartet når grunnstoffene skulle settes i system på 1800-tallet. Aktiviteten ble gjennomført i tråd med Howe og Ridges studie med at når elevene føler eierskap til aktiviteten dersom de får mulighet til å arbeide som forskere (Howe & Rudge, 2005).

Sortering av grunnstoffer kan oppleves som motiverende for elevene, siden Ausubels tre krav for meningsfull læring er oppfylt rundt aktiviteten. Elevene sitter med relevante forkunnskaper både fra undervisning året før, og fra tidligere aktiviteter i økten. Dermed har de også blitt presentert for meningen bak hvorfor de skal arbeide med aktiviteten (Ausubel, 1963). Det siste kravet om at elevene må ønske å lære kan kun bestemmes av elevene selv, men ifølge Bierenstiel og Snows praktiske sorteringsaktivitet kan en slik aktivitet være motiverende (Bierenstiel & Snow, 2019). Målet med aktivitetene er at elevene skal utvikle forståelse for det grunnleggende prinsippet med å kategorisere og sortere grunnstoffene, slik at det ble utviklet et system som har bestått i nesten 200 år (Lykknes et al., 2023). I realiteten fikk de fleste elevene kun tid til å klippe ut lappene med grunnstoffene, og fikk ikke startet skikkelig med sorteringen.

Å sortere lappene med ukjente grunnstoff og tilhørende atomvekter kan kategoriseres som makroperspektiv. Elevene ser nærmere på sorteringskriterier og får innsikt i hvordan og hvorfor grunnstoff sorteres i periodesystemet, og hvorfor det nettopp er slik.

### **Avslutning av timen (lysbilde 14)**

Avslutningsvis fikk elevene tid til å bearbeide og prosessere hva som foregikk i timen. Det er stikkord på lysbildet på hvilke aktiviteter som ble gjennomført, og hvilke overordnede tema som ble diskutert. Elevene ble oppfordret til å oppsummere for læringspartner hva de hadde gjort i timen. Gjennomføringen av avslutningen var i tråd med Osborne og kollegers anbefalinger om hvordan en tematisk periode bør avsluttes (2003).

I realiteten ble ikke opplegget slik som jeg hadde planlagt det. Jeg fikk informasjon om endringene halvveis inn i første undervisningstime, og dermed ble resten av økten gjennomført i et høyere tempo enn det jeg opprinnelig ønsket. Alle aktivitetene ble gjennomført til en viss grad, med unntak av den siste sorteringsaktiviteten som elevene kun fikk bruke 3-4 minutter på. Jeg valgte derfor at elevene skulle få muligheten til å gjennomføre aktiviteten på nytt uten tidspress under intervjuene. Det må bemerkes at aktivitetene ble gjennomført med et tidspress, noe som kan ha spilt inn på mitt helhetlige overblikk over økten.

## **3.3 Datainnsamling**

Datamaterialet for studien er som tidligere nevnt spørreskjema fra 20 elever, samt lydopptak fra intervju med tre elevgrupper med tre elever i hver gruppe, totalt ni elever. Intervjuene ble tatt opp med lydopptaker og transkribert i ettertid. Tilgjengelig materiale under intervjuene var spørreskjema fra undervisningen, og utstyr fra aktivitetene som ble gjennomført i undervisningsøkten.

### **3.3.1 Gruppeinndeling**

Alle elevene i begge klassene deltok i undervisningen, og svarte på spørreskjema. De som svarte på spørreskjema, men som ikke hadde samtykket til å delta i studien, fikk spørreskjemaet sitt makulert rett etter timen var ferdig. Det var faglærer som satt sammen gruppene for intervju basert på de som hadde levert inn samtykkeskjema, etter mine instruksjoner på hvordan jeg ønsket at gruppesammensetningen skulle være. Jeg ville ha minst en gutt og en jente, og jeg sa at det var ønskelig med elever som turte å komme med sine

meninger og opplevelser, og ikke var redd for å snakke i grupper. I tillegg ba jeg om at intervjugruppene besto av elever fra begge undervisningsgruppene slik at dersom noe i opplegget ikke ble inkludert i begge gjennomføringene, kunne alle aspekter av undervisningsopplegget fortsatt diskuteres i alle tre intervjugruppene. Det kunne vært en mulighet å samle elever fra samme undervisningsgruppe i intervjugruppe, men en ulempe var dersom en intervjugruppe diskuterte noe som skjedde kun i den ene undervisningsgruppen, at jeg ikke hadde nok datamateriale til å sammenligne utsagnene. Intervjugruppene er gitt i tabell 3.3, der elevene er anonymiserte og har fått pseudonymer. Jeg vil derfor karakterisere utvalget mitt som et bekvemmelighetsutvalg, da det var disse elevene som passet best til å bidra med informasjon til det jeg ønsket å undersøke (Robson & McCartan, 2016, s. 280-281; Tjora, 2021, s. 146).

Ved at det var læreren som valgte ut intervjugruppene ble det sørget for at elevene ble satt i en gruppe der de følte seg trygge. Likevel påpekte læreren etter gruppeinndelingen at hen valgte elever fra begge ender av karakterskalaen i de forskjellige gruppene, og valgte ikke kun elever som var nære venner. Robson og McCartan (2016, s. 301) trekker frem ulikhet som en fordel under fokusgruppeintervjuer, da heterogene grupper kan bidra til fruktbare diskusjoner. Risikoen for gruppetenking minimeres også ettersom elevene i intervjugruppene ikke var nære venner (Robson & McCartan, 2016, s. 301). Elevene i de tre gruppene har vært i klasse sammen i nesten to år, noe som gjør at de kjente hverandre ganske godt og derfor var trygge på hverandre i intervjusituasjonen, og følgelig mer åpen for å dele sine tanker og meninger (Robson & McCartan, 2016, s. 301)

**Tabell 3.3:** Intervjugrupper med pseudonymer, samt hvilken undervisningsgruppe de tilhørte

Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3
Casper (2)	Henny (1)	Jens (1)
Eva (1)	Per (2)	Camilla (1)
Martine (2)	Espen (2)	Anders (2)



### **3.3.2 Spørreskjema**

Spørreskjemaet i studien hadde to formål. Det ene var at jeg brukte spørreskjema som en oppvarmingsaktivitet i undervisningen, og det andre som et kartleggings-skjema for å vite hva elevene kunne om periodesystemet i forkant av økten. Jeg hadde med spørreskjemaene til de elevene som deltok i intervjuene, slik at de fikk muligheten til å utbrodere svarene sine under i intervjusituasjonen, eventuelt for å høre om de svarte annerledes nå.

Spørreskjema kan ha både åpne og lukkede svarkategorier, der jeg valgte å ta i bruk det førstnevnte. Bruken av spørreskjema i en kvalitativ studie kan forsvares ved at det gir mulighet for datatriangulering, og styrket validitet i studien (Robson & McCartan, 2016, s. 171). I tillegg kan spørreskjema være et utgangspunkt for andre kvalitative forskningsmetoder som kan søke mer utdypende informasjon, eller oppklare eventuelle misforståelser. Dette var en av årsakene til at jeg brukte spørreskjema i min studie, som et supplerende datamateriale til lydopptak av forskningsintervjuer (Brottveit, 2018a, s. 96-98). I tillegg virket spørreskjema som et tidsbesparende element ved at jeg kunne få et innblikk i flere elevers tanker uten at jeg trengte å intervju alle.

#### **3.3.2.1 Spørreskjemaets oppbygning**

Elevene lærte om periodesystemet og atomer våren 2022, og jeg ønsket derfor at de skulle bruke ti til femten minutter på starten av timen til å prøve å huske noe av det de lærte året før. Spørreskjema besto av fire spørsmål der elevene fikk mulighet til å svare på de åpne spørsmålene om periodesystemet i den lengden de selv ville. Ved at jeg la inn godt med plass på svararket åpnet jeg også muligheten for at elevene eventuelt kunne legge inn tegninger til forklaringene sine. Under de fire spørsmålene la jeg til et bilde av periodesystemet for å hjelpe elevene å huske fra fjoråret. Da jeg introduserte spørreskjema var jeg tydelig på at det ikke var noe som var riktig eller feil svar, og at det var ønskelig at de skrev ned noe, uansett hvor lite eller mye de kom på. Under vises spørsmålene på spørreskjemaet, og spørreskjema i sin helhet kan finnes i vedlegg E.

1. Hvordan vil du forklare hva periodesystemet er til et småsøsken?
2. Hva kan du om periodesystemet? Skriv ned det du kommer på.
3. Hva tror du bestemmer hvor grunnstoffene er plassert i periodesystemet?
4. Hva synes du er vanskelig med periodesystemet?

### **3.3.3 Fokusgrupper**

Jeg valgte å gjennomføre intervjuer i fokusgrupper. Motivasjonen bak valget var blant annet at det ville være mer effektivt jeg kunne samle flere elever til å diskutere tema på en gang (Robson & McCartan, 2016, s. 299). I tillegg ville diskusjon i grupper åpne for muligheten til at respondentene kunne spille på hverandre, og kunne dermed øke tryggheten til respondentene noe som jeg så på som svært gunstig ettersom at mine respondenter var barn (Brottveit, 2018a, s. 94; Tjora, 2021, s. 138). En annen ting som ble vurdert under utarbeiding av intervjuguiden var at deltagerne i intervjuet var barn, og at jeg måtte tilpasse formuleringen av spørsmålene og være ekstra varsom på at spørsmålene ikke kunne oppfattes som ledende (Kvale & Brinkmann, 2019, s. 174-175).

I en gruppesituasjon kan både individuelle meninger og kollektive meninger avdekkes, og resultatene baseres på respondentenes subjektive meninger. Fokusgruppeintervju skaper en mulighet for diskusjon, og åpner for muligheten til at respondentene diskuterer seg i mellom uten at det krever involvering fra den som gjennomfører intervjuet (Brottveit, 2018a, s. 94; Postholm, 2005, s. 72-73). En naturlig konsekvens er at det kan oppstå en dypere innsikt i temaet (Postholm, 2005, s. 173). Det er ønskelig med en meningsutveksling og oppfordring til diskusjon, men det er ikke nødvendig at respondentene kommer til enighet (Kvale & Brinkmann, 2019, s. 179).

En ulempe med fokusgruppeintervjuer som Robson og McCartan (2016, s. 300) belyser er at det kan oppstå skeive maktforhold mellom elevene der noen vil dominere intervjuet i en større grad enn andre.

## **3.4 Halvstrukturerte intervju**

Brottveit (2018a) beskriver tre ulike typer intervjuer; strukturerte, ustrukturerte eller halvstrukturerte. I en kvalitativ studie er halvstrukturerte intervju brukt flittig, og regnes som en gunstig metode for datainnsamling i et fleksibelt design (Robson & McCartan, 2016, s. 290-291). Kvale og Brinkmann (2019) hevder at målet med et kvalitativt forskningsintervju er å forstå verden fra intervjupersonens synspunkt (s.20). Jeg har valgt å gjennomføre mine intervjuer som et halvstrukturert, eller et semistrukturert intervju. En fordel med denne typen

intervjuer er at det er mulig å forberede noen spørsmål på forhånd i en intervjuguide, men de overlater også muligheten til utdyping og tillegsspørsmål underveis i intervjuprosessen (s. 89). På denne måten blir tema belyst fra flere ulike ståsted med mulighet for individuell variasjon samtidig som det eksisterer en overordnet struktur på intervjuene (Brottveit, 2018a, s. 93). Reliabiliteten har blitt opprettholdt under intervjusituasjonen ved å stille åpne spørsmål uten at spørsmålene har tendenser til ledende formuleringer (Kvale & Brinkmann, 2019, s. 276).

Intervjuguiden besto av noen hovedpunkter eller prompts som jeg ville gjennomgå i løpet av intervjuet, selv om rekkefølgen på spørsmålene og ordlyden ikke var fastsatt på forhånd. Robson og McCartan (2016, s. 291) trekker frem de nevnte egenskapene som typiske for halvstrukturerte intervjuer. I tillegg behøver ikke rekkefølgen å være den samme fra intervju til intervju, da det som er mest ønskelig er en naturlig progresjon i intervjuet. Gangen i intervjuet baserte seg på hva elevene delte, men jeg sørget for å stille alle de forberedte spørsmålene der det passet seg (Brottveit, 2018a, s. 92; Robson & McCartan, 2016, s. 291). En positiv konsekvens av denne intervjumetoden er at man kan få innblikk i noe som man på forhånd ikke hadde forestilt seg, og det åpner for å endre spørsmålsstillingen underveis (Postholm, 2005, s. 72). Muligheten for endring var spesielt fruktbart i mitt tilfelle der jeg måtte endre strukturen i undervisningsopplegget underveis i gjennomføringen. Ved at strukturen i forskningsintervjuet ikke var satt på forhånd, kunne jeg inkludere spørsmål om hvordan elevene opplevde tidsbruken i undervisningen.

### **3.4.1 Gjennomføring av intervjuer**

Intervjusituasjonen ble gjennomført i tråd med Kvale og Brinkmanns (2019, s. 156-171) retningslinjer. De første minuttene av intervjuet ble brukt til å forventningsavklaring og for å få elevene til å slappe av å bli trygge i intervjusituasjonen. Min rolle under intervjuene var å være moderator, og en viktig del av rollen er å skape en trygg atmosfære for elevene (Kvale & Brinkmann, 2019, s. 179). Jeg forklarte hvordan intervjuet ville foregå, at det vil være en lydopptaker som jeg ville høre på senere, og gjentok igjen at de når som helst kan trekke tilbake samtykket. Også i avslutningen av intervjuet åpnet jeg for spørsmål eller om de ville trekke tilbake noe som de uttalte seg om, som en debriefing (Kvale & Brinkmann, 2019, s. 160-161).

Intervjuene ble gjennomført i tre elevgrupper på tre elever, samme dag som undervisningsøkten ble gjennomført, på et grupperom i klasserommet til elevene. Intervjuene var av varierende lengde, fra 25 til 50 minutter, der det ble brukt lydopptaker under hele intervjuprosessen slik at jeg kunne rette all min oppmerksomhet til elevene og deres meninger uten å måtte notere. Ved at jeg brukte lydopptaker i intervjuene mine kan det bidra til å styrke validiteten i studien, siden utsagnene til elevene vil være ordrett de samme som jeg bruker i analysen min (Robson & McCartan, 2016, s. 172). En annen fordel med å bruke denne metoden til å bearbeide intervjuene, er man kan gå tilbake å høre på konteksten til utsagn, som kan føre til mer levende datamateriale (Tjora, 2021, s. 140)

Tilgjengelig materiale under intervjuene var spørreskjemaene som elevene hadde svart på tidligere slik at jeg kunne ta opp igjen tråden dersom det var uklare svar. I tillegg hadde jeg med meg utstyr fra aktivitetene i økten, grunnstoffprøvene, Lego-klossene og vektskivene. Underveis i intervjuet fikk elevene muligheten til å gjennomføre den siste aktiviteten som baserte seg på sortering på nytt siden tiden ikke strakk til i timen grunnet endringer i opplegget. En betraktning som jeg vektla i stor grad under intervjusituasjonen var at jeg prøvde å gi elevene nok tid til å besvare spørsmålene mine. Kvale og Brinkmann (2019, s. 66) trekker frem at nok tid er et godt hjelpemiddel for deltagere og kan hjelpe dem å huske det de har opplevd. Å ta med utstyret som tilhørte aktivitetene var av samme begrunnelse som over, i håp om at elevene husket mer fra timen dersom de fikk se det de holdt på med tidligere.

Spørsmålsstillingen under intervjuene fulgte hovedsakelig intervjuguiden, men noen av spørsmålene ble stilt med variasjoner, som er typisk for et halvstrukturert intervju (Robson & McCartan, 2016, s. 291). Jeg forsøkte å stille oppfølgingsspørsmål underveis, og fokuserte på være en aktiv lytter i tråd med Kvale og Brinkmanns anbefalinger (s. 170). Kvale og Brinkmann (2019, s. 170) mener at et kvalitetstegn på et godt forskningsintervju er der respondentene står for mye av snakkingen. For å øke studiens reliabilitet stilte jeg også spørsmål til elevene der jeg var usikker på hva de prøvde å poengtere, slik at jeg ikke skulle tolke deres meninger (Tjora, 2021, s. 173).

Jeg har begrenset erfaring med å være moderator i et forskningsintervju. Jeg har gjennomført intervju i et metodeemne forrige semester, men da var det lærere jeg intervjuet, og ikke elever. Det vil derfor være forskjell både i spørsmålsstilling og måten en leder intervjuet på (Kvale & Brinkmann, 2019, s. 174-175). Min mangel på erfaring kan virke inn på validiteten av studien, dersom formuleringen av uforberedte oppfølgings spørsmål ikke nødvendigvis var av beste kvalitet.

### 3.4.2 Transkribering

Etter at intervjuene var gjennomført og overført til en sikker lagringsplattform ble intervjuene overført fra lydopptak til tekstfil, slik at det er lettere å analysere materialet (Kvale & Brinkmann, 2019, s. 206). Jeg gjennomførte transskripsjonene mine selv, noe som gav meg god mulighet til å gjøre meg opp tanker om både sosiale og emosjonelle aspekter i dialogene (Kvale & Brinkmann, 2019, s. 207; Nilssen, 2012, s. 47). Allerede under transkriberingen starten tankeprosessen om analyse, og jeg noterte ned forslag til koder som kunne være interessante og relevante for enkelte utsagn. En fordel med å transkribere nøyaktig er at man kan plukke opp detaljer som kan endre betydning eller gi utsagnet en mer beriket kontekst (Tjora, 2021, s. 185)

Jeg gjennomførte transkripsjonene så fort som mulig etter intervjuene, men siden jeg hadde tre intervjuer ble det siste intervjuet transkribert nesten en uke etter gjennomføring. Jeg prøvde likevel å notere ned ikke-verbale faktorer som også kan bidra en fruktbar kontekst (s. 187) Underveis oversatte jeg dialekten til deltagerne til bokmål, både for å gjøre kodingsarbeidet enklere, og for å bevare elevenes anonymitet. Transkripsjonskodene med tilhørende forklaringer er vist i tabell 3.4.

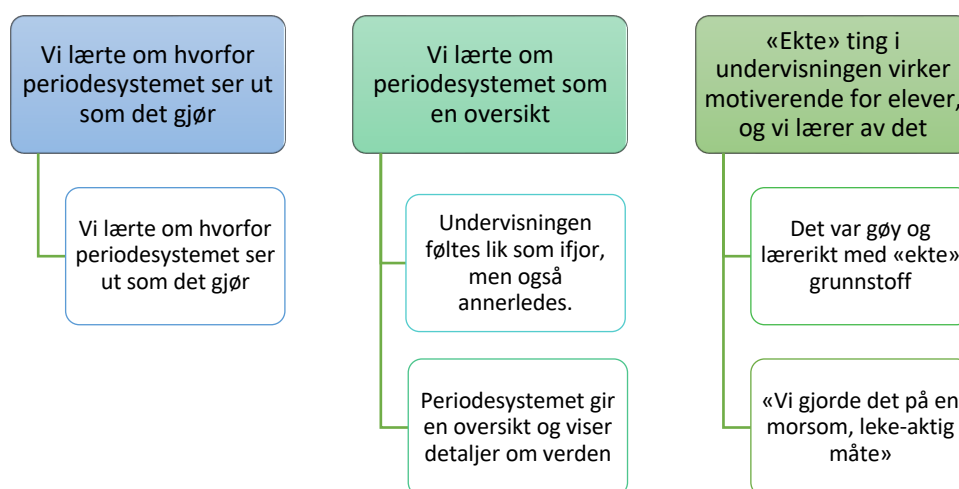
**Tabell 3.4:** Transkripsjonskoder med forklaringer

Transkripsjonskode	Forklaring
...	Pause
*tekst*	Ikke-verbal handling
[Tekst]	Forklaring eller tilføyelse av meg
(...)	Utsagn utelatt

### 3.5 Analysemetode

Jeg har valgt å analysere datamaterialet mitt med utgangspunkt i kodingsproesessen slik den beskrives av Tjora (2021, s. 217-225) i hans stegvis-deduktiv induktiv metode (SDI). Et sentralt fokus under analysearbeidet er at kodene underveis skal være empirinære og induktive, og ikke stamme fra teori. Jeg leste over transkripsjonene mine flere ganger før jeg startet med analysearbeidet, så når tiden var kommet for å starte på analysen, var jeg allerede godt kjent med datamaterialet.

Tjora (2021, s. 218) trekker frem tre ulike mål med SDI-koding; Å ekstrahere essensen i det empiriske materiale, redusere materialets volum og legge til rette for idégenerering på basis av detaljer i empirien. En fordel som kommer frem med å bruke denne tilnæringsmetoden under analysen er at forskerens subjektive forutsatte meninger forebygges, og datamaterialet blir kodet på mest mulig objektivt vis (Tjora, 2021, s. 218). Et sentralt prinsipp er at kodene som lages skal være likt utsagn fra respondenter, og gjerne bestå av uttrykk eller fraser som deltagerne selv har kommet med. Kodene vil dermed bestå av hva informanten faktisk sier, og ikke bare tema som informanten snakker om. Gjennom denne arbeidsmetoden minker muligheten for subjektivitet fra forskerens side, som styrker reliabiliteten i studien. For å kvalitetssikre kodene mine, gjennomførte jeg også kodetesting som beskrevet av Tjora (2021, s. 224). Testen går ut på å svare på to spørsmål; «Kunne man laget koden før kodingen?» og «Hva forteller bare koden?».

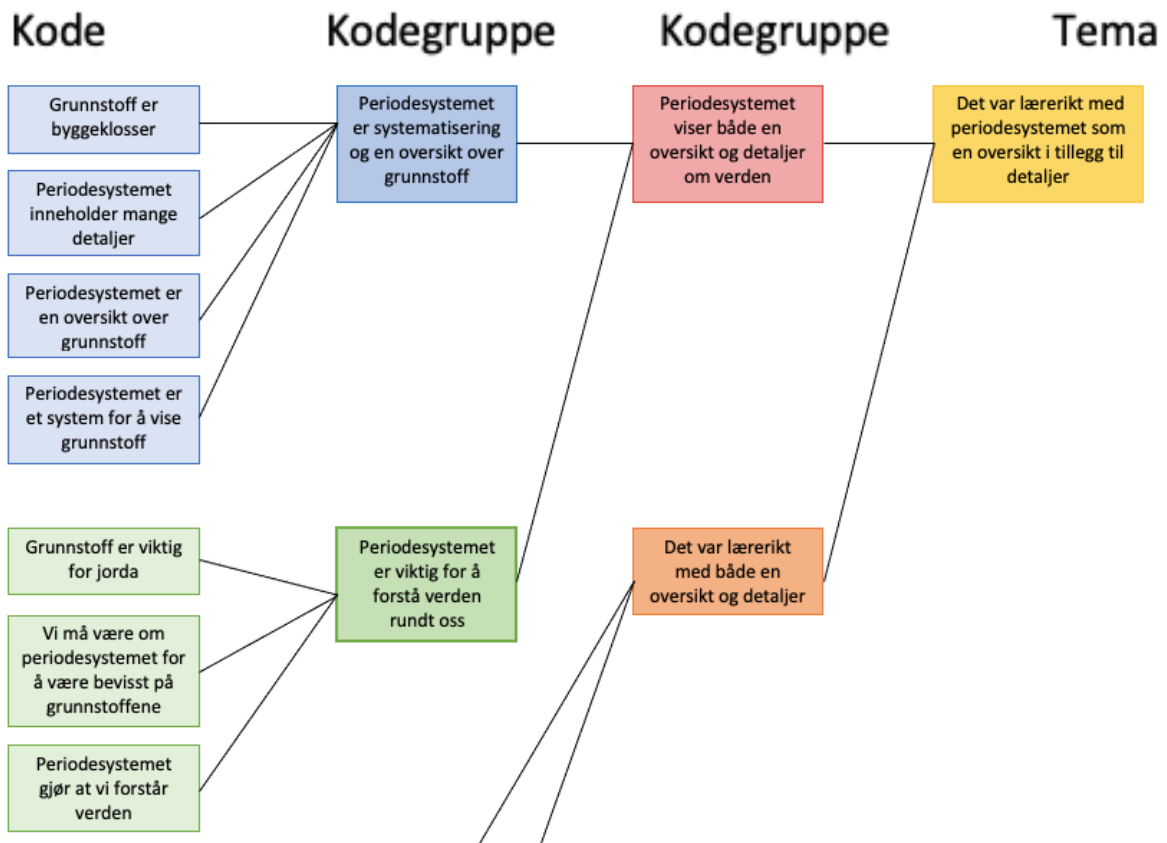


Figur 3.3: Oversikt over hovedtema med tilhørende kodegrupper

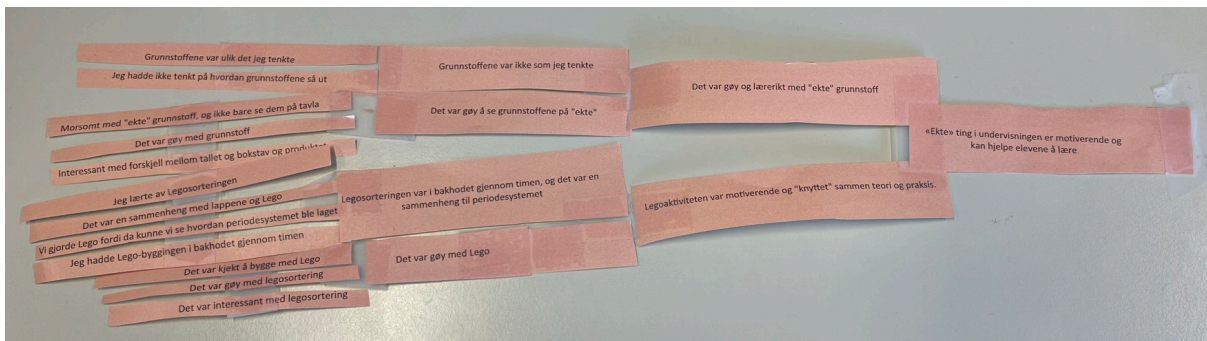
Etter første kodingsprosess endte jeg opp med 190 unike koder. Deretter sorterte jeg kodene videre og delte de opp i ulike kategorier etter hva de handler om, og sorterte ut irrelevante koder (Tjora, 2021, s. 229-234). De 190 kodene ble dermed inndelt i 14 kodegrupper. Videre kodegjennomgang gjorde dette om til 5 nye kodegrupper, helt til jeg satt igjen med 3 hovedtema som vises i figur 3.3. «Lærerikt med en oversikt i tillegg til detaljkunnskap, «Vi lærte om hvorfor periodesystemet ser ut som det gjør», ««Ekte» ting i undervisningen virker motiverende, og vi lærer av det», og «Det var lærerikt med en oversikt som periodesystemet i tillegg til detaljer».

En visuell representasjon av kodegjennomgangen og hvordan jeg arbeidet med kodingsprosessen er vist i figur 3.4. I bearbeidingen av dataene fra spørreskjemaene skrev jeg ned alle elevutsagnene, og laget empirinære koder for alle. Deretter kategoriserte jeg kodene etter innhold, slik at koder som hadde likt innhold ble satt sammen. Jeg valgte å skrive ut kodene og klippe dem ut, slik at det skulle være lettere å se for seg kodesorteringen. Ved denne metoden vil utsagn med samme essens vises sammen på ordskyen.

Kodingsprosessen har vært en tidkrevende, og kodene har blitt revurdert kontinuerlig for å sikre god empirinær koding. Prosessen har bestått av prøving og feiling før de endelige temaene sto klar. Jeg har gjennom arbeidet hatt en kontinuerlig dialog med veileder, og revidert kodegruppene underveis, slik at sluttproduktet er vurdert, evaluert, og kvalitetssikret slik at kodene nå hører hjemme der de skal. Ved at jeg arbeidet med kodene mine på papir, har det vært enkelt å sette sammen kodegrupper med teip, og flytte rundt på dem ved behov. Etter hvert som kodegruppene og tema begynte å ta form, fargekodet jeg de ulike temaene for å skape oversikt. I figur 3.5 vises et eksempel på hvordan kodingsprosessen har sett ut



Figur 3.4: Et eksempel på kodegruppering med koder, kodegrupper og tema.



Figur 3.5: Viser en del av kodingsprosessen



## **3.6 Studiens kvalitet**

Validitet omhandler studiens troverdighet og forteller om en metode er egnet til å undersøke det som skal undersøkes (Kvale & Brinkmann, 2019, s. 276; Robson & McCartan, 2016, s. 169). Studiens reliabiliteten går på forskningsresultatene konsistens, og om resultatet i studien kan reproduseres av andre forskere (Kvale & Brinkmann, 2019, s. 276). En kvalitativ studie kan ikke generaliseres, og det er heller ikke dette som er målet med min studie (Robson & McCartan, 2016, s. 20).

### **3.6.1 Validitet i datainnsamlingen**

Spørreskjemaet som elevene gjennomførte i starten av økten besto kun av kunnskapstesting og åpnet ikke for noen personlige meninger, så validiteten i spørreskjema er ikke truet på dette punktet. Det er dermed validiteten til intervjuene som kan ha blitt påvirket av en tidligere relasjon. Relasjoner under intervjuet kan både ha påvirket resultatene positiv og negativt. Noe som kan bidra til å styrke validiteten i studien, som Nilssen (2012) også påpeker, er at en god relasjon og en trygg atmosfære kan bidra til at informantene åpner seg for forskeren (s.30). Samtidig kan elevene også ha sagt det de tror jeg vil høre, siden de vil tilfredsstille meg. I starten av intervjusituasjonen når jeg informerte om samtykke og studiens kontekst, spesifiserte jeg derfor ganske tydelig at jeg kun var interessert i deres ærlige tilbakemeldinger, og at det de svarte heller ikke ville komme tilbake til læreren deres, eller ha en innvirkning på karakteren deres i naturfag.

### **3.6.2 Reliabilitet i forskningen**

Reliabilitet eller pålitelighet i kvalitativ forskning handler om hvilket forhold forskeren har til temaet som studeres, og i hvilken grad forskningen kan etterprøves. Aspekter som vektlegges er hvordan forskeren arbeider, og hvor ærlig og transparent forskeren er i beskrivelsen av arbeidet sitt (Tjora, 2021, s. 264). Gjennom arbeidet med studien har jeg forsøkt å være mest mulig transparent gjennom å reflektere over egne erfaringer underveis.

I denne studien er det hva elevene opplever som vektlegges i analyse og resultatene. Resultatet kan ikke generaliseres, da det ikke er sikkert at studie av andre elever på andre skoler hadde gitt det samme resultatet. Det som derimot kan betraktes under reliabiliteten i

studien er dersom studien skulle gjennomføres av en annen forsker, om de hadde oppnådd samme resultat som meg. (Postholm, 2010, s. 127). Reliabiliteten kan også styrkes av transparens og tykke beskrivelser, som jeg har etterstrebet å opprettholde gjennom studiens gang (Robson & McCartan, 2016, s. 90).

### **3.6.3 Etske hensyn**

Studien ble godkjent av Norsk senter for forskningsdata og følgelig gjennomført etter deres retningslinjer. Godkjennelsen finnes i vedlegg B.

De nasjonale forskningsetikernes komite for samfunnsvitenskap og humaniora (NESH, 2021) nevner fem hoveddeler for forskningsetiske forpliktelser, «forskerfelleskapet», «hensyn til personer», «grupper og institusjoner», «oppdragsgivere, finansiører og samarbeidspartnere» og «forskningsformidling». Under hensyn til personer står det eksplisitt at informert samtykke er essensielt for å opprettholde forskningsetiske standarder (s. 18).

Elevene i klassen var under 15 år, så et eventuelt samtykke måtte være godkjent av både foreldre og fra eleven selv (NESH, 2021, s. 20-21). Derfor delte jeg ut et samtykkeskjema og et informasjonsskriv om studien to uker før datainnsamlingen fant sted. Samtykkeskjema var basert på en mal fra Norsk senter for forskningsdata, og var inkludert i søknaden for studien, som kan sees i sin helhet i vedlegg C. På samtykkeskjema var det mulig å velge hvilke deler man ønsket å bli med på å delta i, om det var deltagelse i intervju eller svare på spørreskjema. Det ble spesifisert før deltagelse av intervju at det som ble tatt opp og diskutert kun skulle brukes til forskning, at det ikke ville påvirke karakteren deres, eller forholdet til faglæreren. Det ble gjentatte ganger både under undervisningsøkten og under intervjuet forklart at de hadde mulighet til å trekke tilbake samtykket når som helst, uten konsekvenser.

Det forventes at forskeren ivaretar hensynet til informanter og på respektabelt vis, og jeg har derfor under hele studien har jeg hatt stort fokus på å behandle all data konfidensielt, som står i tråd med NESHs anbefalinger (2021, s. 23-24) og har underveis i datainnsamlingen anonymisert elevene gjennom pseudonymer. Ekte navn og pseudonymer har vært lagret sikkert, der det kun er jeg som har tilgang til nøkkelen for koblingen mellom dem. Lydfilene fra intervjuene har vært lagret hos NTNUs digitale lagringsområde NICE, helt siden de ble

flyttet og slettet fra lydopptakeren for å sikre sikker datalagring. Spørreskjemaene har blitt lagret i et låst skap siden innsamling.

For meg som forsker er det viktig å huske at maktrelasjonen mellom forskeren og elevene er asymmetrisk, slik som beskrevet av (Robson & McCartan, 2016, s. 300) tidligere i kapittelet. Under innledningen av intervjuene var jeg tydelig på at det som blir sagt under intervjuene ikke skulle komme tilbake til faglærer, og at intervjuet ikke kunne ha en innvirkning på karakteren deres i naturfag. Likevel er det min oppgave som forsker å få deltagerne til å føle seg trygge i intervjusituasjon gjennom kroppsspråk og væremåte (Del Busso, 2018, s. 119). En måte for at deltagerne kan føle seg trygge på gjennom å vise respekt for hverandre i intervjuet. Gjennom intervjuets gang hendte det at elevene avbrøyt hverandre. Da var jeg påpasselig med å spørre opp igjen eleven som ble avbrutt, slik at den fikk muligheten til å avslutte resonnetet sitt.

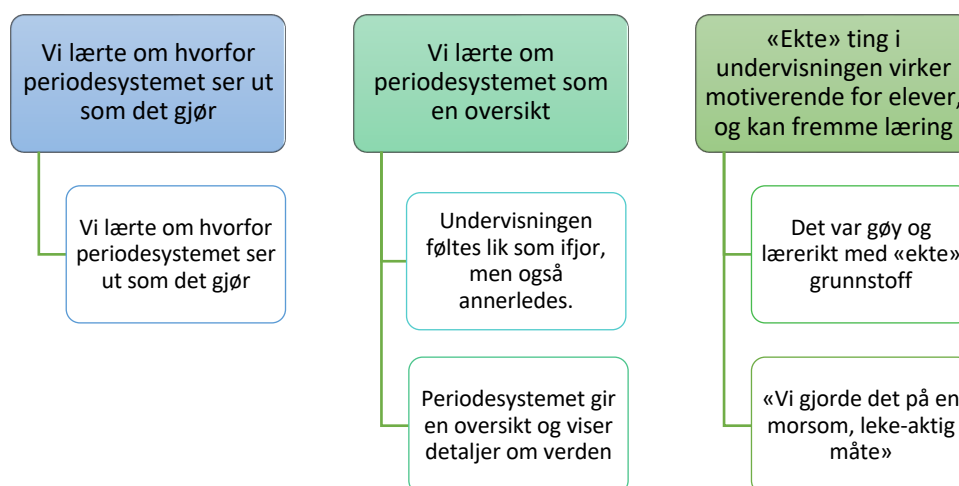
En sentralt aspekt med etisk forskning er at deltagerne ikke må føle seg utnyttet. Utnyttelse an forebygges ved at deltagerne får en kopi av resultatene i forskningen når prosjektet av avsluttet (Postholm, 2005, s. 147). Elevene i denne studien samtykket til å delta, og har muligheten til å trekke tilbake samtykket når som helst. Avslutningsvis i intervjuet poengterte jeg også at hvis de ville trekke tilbake noe de hadde sagt, eller omformulere noe, så var muligheter for det.



## 4. Resultater og analyse

Målet med denne studien er som nevnt tidligere å undersøke hvordan elever opplever et undervisningsopplegg om periodesystemet fra et makroperspektiv med en historisk vri. Datamaterialet besto av lydopptak fra gruppeintervjuer etter undervisningsopplegget, samt spørreskjema som skulle kartlegge forkunnskaper.

I dette kapittelet presenteres analysearbeidet og resultatene tema for tema. Jeg vil først presentere resultatene fra spørreskjema i eget delkapittel i 4.1, før jeg oppsummerer hvordan elevene beskrev forholdet deres til naturfag generelt i intervjuet i delkapittel 4.2. Deretter vil jeg presentere de tre hovedtemaene som ble utviklet gjennom analysen av intervjumaterialet. De tre hovedtemaene er «Vi lærte om hvorfor periodesystemet ser ut som det gjør» som presenteres i delkapittel 4.3, ««Ekte» ting i undervisningen virker motiverende, og vi lærer av det» i delkapittel 4.4, og «Det var lærerikt med periodesystemet som en oversikt i tillegg til detaljer» i delkapittel 4.5. Hovedtemaene er utviklet fra totalt fem kodegrupper. Jeg vil først presentere hovedfunnene innenfor temaet, før jeg vil presentere, tolke og kommentere elevsitater. Figur 4.1 viser de tre hovedtemaene jeg har utarbeidet, med tilhørende kodegrupper.



**Figur 4.1:** En oversikt over resultater sortert etter hovedtema med tilhørende kodegrupper.

## **4.1 Resultater fra spørreskjema**

I dette delkapittelet vil jeg presentere elevsvar fra spørreskjemaene. Jeg har valgt å samle svar fra et spørsmål i ett delkapittel, med unntak av de to første spørsmålene på spørreskjemaet som jeg har slått sammen til ett delkapittel, siden svarene på disse overlappet hverandre i stor grad. Jeg vil presentere resultatene i den rekkefølgen spørsmålene kom i spørreskjemaet.

### **4.1.1 Elevenes forkunnskaper om periodesystemet**

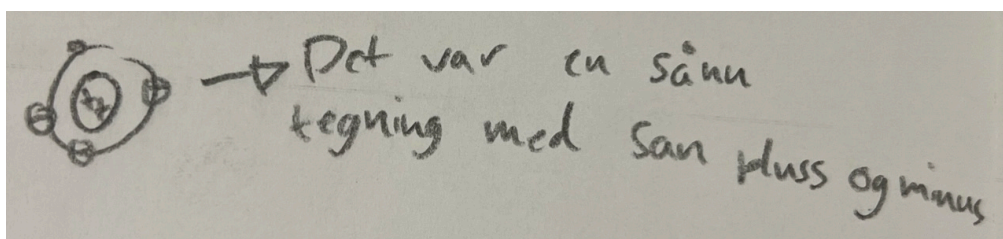
Jeg har valgt å samle resultater fra «Hvordan vil du forklare hva periodesystemet er til et småsøsken?» og «Hva kan du om periodesystemet?» i samme kategori. Årsaken er at spørsmålene sto rett etter hverandre på skjema, så elevene har brukt plassen på arket til å svare på spørsmålene sammen, og mange har ikke skilt mellom hvilket svar som er på hvilket spørsmål.

Jeg presenterer elevutsagn i tabell 4.1 på neste side, og jeg vil vise to bilder av illustrasjoner som eksempler på hva elevene leverte i spørreskjemaene sine. Jeg har valgt å oppgi pseudonymer på de elevene som også var med i intervjuene, men for de resterende har jeg bare nummert elevene.

**Tabell 4.1:** Oversikt over hva elevene forklarer at de kan om periodesystemet.

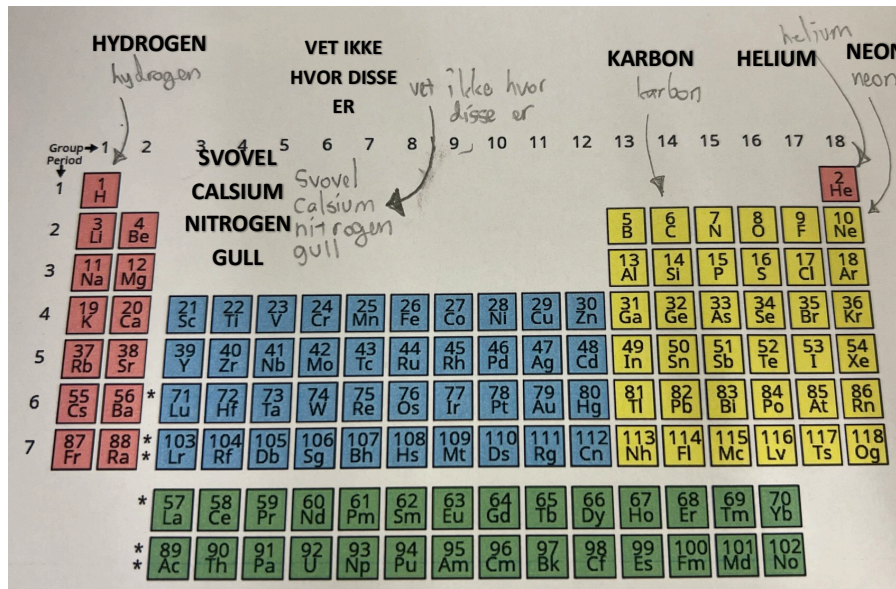
Elev	Utsagn
Henny	Det finnes både naturlige og kunstige grunnstoff
Henny	K, L, M, N, O, P, Q – 7 elektronskall
Per	Alt i verden er bygd opp av atomer. Atomer er bittesmå byggeklosser, og øynene våre kan ikke se dem. Atomene tilhører ulike stoffer, og vi putter disse inn i et system. De sorteres etter hvordan egenskaper de har, og alle har sitt eget nummer. Tallene forteller oss hvor mange nøytroner atomet har i kjernen
Casper	Periodesystemet er en type tabell som viser alle grunnstoffene vi har, det står også info om disse, som hvilken konsistens de har, kokepunkt osv.
Jens	Hvor mange nøytroner, protoner og elektroner det er i et stabilt atom, samt hvor mange elektronskall det er
Anders	Periodesystemet er et «kart» over materialer
Elev 1	Hvis nøytronet har 8 elektroner rundt seg er det fullt i banen og hvis det kommer enda et elektron blir det plassert i en ny ring.
Elev 2	1 er hydrogen og 2 er helium
Elev 3	Grunnstoffene er plassert etter gruppe og periode som da gir dem et tall
Elev 4	Periodesystemet er delt inn i halvmetall, helmetall og ikke-metall

Noen av elevene valgte også å tegne for å beskrive forklaringene sine. I figur 4.2 ser vi en tegning av elev 5 som forklarte hvordan et atom ser ut. Her har hen tegnet atomkjerne med +symbol på innsiden, og tegnet elektronbaner med – symboler rundt. Eleven har tegnet fire - symboler i første ring rundt kjernen, og har dermed ikke riktig antall elektroner i innerste elektronskall, og har også tegnet et ion, siden det er flere elektroner enn protoner på tegningen.



**Figur 4.2:** Elev 5 sin tegning av et atom

I figur 4.3 ser vi elev 6 som valgte å bruke bildet av periodesystemet som var vedlagt på skjemaet for å forklare hva hen kunne om periodesystemet. Jeg har lagt inn tekstbokser for å fremheve hva eleven har skrevet.



Figur 4.3: Viser elev 6 som har skrevet ned grunnstoff og vist plassering i periodesystemet.

Ut ifra resultatene fra spørreskjemaet kan det virke som at det som elevene husker fra i fjor er atomets oppbygning og elementærpartikler. Det er ikke mange elever som sa noe om at periodesystemet var en oversikt, og de fleste elevene valgte å bruke grunnstoffatomets oppbygning som forklaring på plassering. Per brukte derimot en bredere forklaring i besvarelsen sin. Han introduserte først leseren til hva et atom er, og deretter nevnte han atomets egenskaper som et eksempel på hva som avgjør grunnstoffets plassering i periodesystemet. Andre elever beskrev derimot atomets egenskaper i spørreskjemaet, selv om det var hva de kan om periodesystemet som var etterspurt. Henny nevnte eksempelvis navnet på elektronskallene under dette spørsmålet. Det er derfor ikke unaturlig at elevene trakk frem at det er vanskelig å huske alt med periodesystemet, dersom de anser detaljkunnskap om atomer som essensielt med periodesystemet. Elevsvarene her tyder på at elevene ikke har sett en sammenheng med hvordan periodesystemet henger sammen, og fordelene med å ha et slikt organisert system.



#### 4.1.2 Hva tror du bestemmer hvor grunnstoffene er plassert i periodesystemet?

Ett av spørsmålene i spørreskjemaet var at elevene skulle svare på hva de trodde var avgjørende for grunnstoffenes plassering i periodesystemet. Først vises svarene med en ordsky i figur 4.4, i tillegg til å vise antall svar til hvert av svarene i tabell 4.2. Jeg vil understreke at noen av elevene har svart flere svar, og dermed er noen elever representert i flere kategorier.



Figur 4.4: Ordskyen viser størrelsesforhold mellom elevsvar

Ordskyen viser resultatene etter at jeg plottet inn elevenes svar på menti.com. Størrelsen på ordene representerer hvor mange ganger det aktuelle svaret ble nevnt av elevene. Jo større ordene er, jo hyppigere ble de nevnt. For at ordskyen skulle bli mer oversiktlig, har jeg valgt å samle elevutsagn med samme ordlyd i samme kategori, altså hvis elevene skrev «antall elektroner», «hvor mange elektroner» eller «elektroner», så er disse samlet i en kategori i ordskyen. Antall elektronskall som jeg oppfatter som et annet svar, er derimot en egen kategori. Mer nøyaktige formuleringer fra svarene er gjengitt i tabell 4.2

I figur 4.4 og tabell 4.2 ser man at flere av elevene mente at plassering i periodesystemet kan forklares av antall elektroner som finnes i atomet. Det er flere elevsvar som indikerer at det er elektroner som avgjør hvor grunnstoffene er i periodesystemet, enn at det er protoner eller atomnummer som er bestemmende faktor. Noen elever skrev «oppbygningen av atomet», som jeg tolker at de mener antall elementærpartikler som atomet er bygd opp av. Det er derimot bare en elev som nevnte at det er grunnstoffenes *egenskaper* som vil bestemme plasseringen i periodesystemet. Ut ifra resultatene kan det virke som elevene vektlegger

antallet elektroner foran protonantallet som er en mer korrekt beskrivelse av plasseringen på *mikronivået*, mens grunnstoffenes egenskaper er en viktig forklaring på *makronivået*.

**Tabell 4.2:** Tabellen viser antall elevsvar per kategori fra spørsmålet «Hva tror du bestemmer hvor grunnstoffene er plassert i periodesystemet?»

Svar	Antall svar
Antall elektroner	5
Oppbygning av atomet	4
Atomnummer	3
Antall protoner	2
Antall elektronskall	2
Egenskaper	1
Flere grunner	1
Antall atomer og hvor solid	1
Viktigste øverst	1
Antall kuler	1
Forskere bestemmer det	1
Hvilken gruppe de er i	1
Vet ikke	1

#### 4.1.3 «Hva synes du er vanskelig med periodesystemet?»

Siden jeg ønsket å undersøke elevenes inntrykk av periodesystemet, og ikke bare hva de kunne om periodesystemet, ville jeg også se hva som de synes er vanskelig å forstå. I siste spørsmål om periodesystemet, svarte mange at de synes det var utfordrende å huske ulike detaljer. På samme måte som i forrige delkapittel har jeg samlet like utsagn i en felleskategori i ordskyen, i tillegg presentere utsagnene mer detaljert i tabell 4.3 under. Igjen er det slik at elevene har svart at det er ikke bare en spesifikk del som er vanskelig, og dermed er noen elever representert i flere kategorier.

## Hva synes du er vanskelig med periodesystemet?

vet ikke  
å huske  
atomer alt  
inndeling grupper periode  
hva er hva i periodesyste

*Figur 4.5: Ordsky med resultater fra "Hva synes du er vanskelig med periodesystemet?"*

I figur 4.5 kommer det tydelig frem at majoriteten av elevene i klassen syntes det var vanskelig å huske ulike aspekter ved periodesystemet. Det gir inntrykk av at elevene så på periodesystemet som noe som skal huskes. Noen elever svarte også «vet ikke» på spørsmålet, som kan tolkes enten som om at elevene ikke vet nok til å vite hva som er vanskelig, eller at elevene følte at de hadde god kontroll på temaet. Det var åtte elever som nevnte at de syntes «alt» var vanskelig, og med dette i tankene tolker jeg de elevene som sier «vet ikke», som at de ikke har reflektert over egne ferdigheter. I tabell 4.3 på neste side presenteres antall elevutsagn i detalj med «å huske»-kategorien fra ordskyen delt opp etter tema. Under felleskategorien er grunnstoffenes bokstavforkortelse, navn på ulike grunnstoffer, antall elementærpartikler, og det elevene beskrev som «alt» presentert med antall elevsvar.

**Tabell 4.3:** Tabellen viser antall elevsvar av hver kategori fra «Hva synes du er vanskelig med periodesystemet».

Svar	Antall svar
Å huske forkortelsene	4
Å huske alt	4
Å huske navnene på grunnstoffene	4
Alt	4
Å huske antall nøytroner/protoner/nøytroner	2
Atomer	2
Vet ikke	2
Hva som er hva i periodesystemet	1
Hvordan man deler inn i grupper og perioder	1
Å huske hva tallene betyr	1

## 4.2 Elevenes forhold til naturfag

Som oppvarmingsspørsmål i intervjuene spurte jeg elevene generelle spørsmål om naturfag. Spørsmålene omhandlet deres forhold til naturfag, hvordan de liker å lære, og hvilke tanker de hadde om faget som helhet.

Flere av elevene beskrev naturfag som interessant, dersom de forsto det de arbeidet med. Hvis de ikke forsto det, og oppfattet det som vanskelig, beskrev de det også som kjedelig. Det virker derimot som at selv om elevene oppfattet faget som vanskelig og uinteressant, hadde de fortsatt et ønske om mestring. Camilla beskrev at hun egentlig ikke likte naturfag, og begrunnet det med at følte at hun ikke kunne nok til å sette seg inn i det.

**Camilla:** Jeg skulle ønske jeg var god i naturfag, men jeg føler jeg ikke er så god. Det kunne sikkert ha vært artig å gjøre det bra, fordi det er jo et fag som gir mening.

*Gruppeintervju 3*

Camilla beskrev naturfag som et logisk fag, og fortalte at hun ønsket at hun behersket det. Også Eva fra intervjugruppe 1 beskrev at naturfag er artig hvis det er lett å huske, og hvis hun forsto det de lærer om så blir det også mer interessant.

Elevene beskrev hvilke aktiviteter de liker best i undervisningen, der praktiske aktiviteter og eksperimenter blir trukket frem som motiverende. I ett av spørsmålene svarte elevene på hvordan de selv føler at de lærer best i naturfag. Jeg vil presentere disse resultatene i en ordsky og i tabell, slik som med resultatene fra spørreskjemaet over.



Figur 4.6: Elevenes beskrivelse av hvordan de selv lærer best.

I figur 4.6 ser vi at flere av elevene beskrev at de lærer best av flere typer aktiviteter til sammen, og ikke bare av en metode. Under «annerledes» har jeg kategorisert elevene som beskrev at de lærte noe dersom de gjorde noe annerledes enn det som de normalt sett gjorde, eller noe spesielt minneverdig. Kategorien «når jeg bestemmer meg» er samlet av elever som beskriver at de jobber best når de må, eller når de går inn for det uavhengig av aktivitet. I tabell 4.4 på neste side, er de forskjellige kategoriene beskrevet med antall elever som nevnte de ulike kategoriene.

**Tabell 4.4:** Elevenes svar på «Hvordan lærer dere best» med antall elevsvar.

Jeg lærer best av:	Antall svar
Muntlige aktiviteter og dialog	5
Når jeg bestemmer meg	4
Annerledes	2
Teori og praksis sammen	2
Muntlige og skriftlig sammen	2
Praktiske aktiviteter	2
Skriving	1

### 4.3 Tema 1: Vi lærte hvorfor periodesystemet ser ut som det gjør

I intervjuene snakket elevene om hva de følte de hadde lært i løpet av denne økten. Flere av elevene beskrev hvordan de hadde lært om historien bak periodesystemet, og at de nå kunne mer vitenskapshistorie enn før. Andre trakk frem momenter som at tabellformen av periodesystemet i ikke var det eneste som ble utviklet på den tiden, og beskrev hvordan dagens system har vært under utvikling. Det neste underkapittelet som tar utgangspunkt i kodegrupper av elevenes utsagn, vil skildre disse elevenes synspunkt ytterligere.

#### 4.3.1 Vi har lært om hvorfor periodesystemet ser ut som det gjør

Jeg har valgt samle hva elevene sa at de hadde lært om periodesystemets utvikling i tabell 4.5 på neste side. Mange av elevene sa at de hadde lært hvordan dagens periodesystem har blitt utviklet, og trakk frem ulike deler av historien for å beskrive utviklingen. I tillegg til det kjemifaglige utbyttet, beskrev Eva også periodesystemets utvikling som en samarbeidsprosess og forklarte; «man tenker ofte forskjellige ting, så hvis man snakker sammen og samarbeider kan man komme frem til en bedre løsning». Dette viser at det ikke bare er vitenskapelig læringsutbytte i undervisningsøkten, men også læring av naturvitenskapelige praksiser og tenkemåter, og at Eva ser naturvitenskapen i et metaperspektiv.

**Tabell 4.5:** Elevutsagn som beskriver hva elevene opplever at de har lært

Elevutsagn
Periodesystemet tok lang tid å utvikle
De startet å sortere grunnstoffene etter vekt
Vi lærte om tidligere periodesystemer
Vi har lært hvorfor periodesystemet er som i dag
Jeg har lært hva periodesystemet er
De begynte forskjellige steder i verden
Vi har lært om han mannen som lagde periodesystemet
Vi har lært hvordan de arbeidet med periodesystemet
Hvordan forskere hadde det på 1860-tallet
Vi har lært hvordan de laget periodesystemet
Hvordan de kom frem til sitt eget periodesystem

Flere av elevene påpekte at de hadde lært historie i denne undervisningsøkten. Anders fra intervjugruppe 3 beskrev også at «Jeg synes at det er trist at jeg lærer mer historie i naturfag enn i samfunnsfag». Elevene forklarte også i hvilken del av økten de følte de lærte hva, og beskrev ulike detaljer som de har lært, alt fra overordnet beskrivelser som «Vi har lært om hvordan de laget periodesystemet» til detaljerte utsagn som «De startet med å sortere grunnstoffene etter vekt». Under ser vi Hennys beskrivelser av hvilken del av økten der hun følte hun lærte mest.

**Henny:** Vi lærte mest fakta på den presentasjonsdelen, men de oppgavene gjorde at vi fikk testet ut selv.

#### *Gruppeintervju 2*

Hennys utsagn underbygger også det som jeg forklarer i kapittel 4.3, om at elevene ser relevansen i aktiviteten i lys av oppgavene. Per i samme intervjugruppe beskrev at under aktivitetene måtte de tenke litt selv og begrunne hvorfor de gjorde de valgene de gjorde, og dermed måtte tenke over hva de hadde lært om. Også Jens fra intervjugruppe 3 beskrev aktivitetene som et verktøy til å knytte periodesystemet opp til historien. Ut ifra det elevene

beskriver tolker jeg at det å variere mellom teoretiske og praktiske aktiviteter tvinger elevene til å reflektere over hvorfor de gjør som de gjør, og bidrar til dypere refleksjon hos elevene. Her er det verdt å merke seg at det ikke nødvendigvis gjelder alle elevene, da en av elevene beskriver at måten de bedømte vekten på vektskivene var «Vi kastet dem på *medelev* så han skulle si hvilken som var mest vondt å bli truffet av, og hvilken som var tyngst». Sorteringen av Lego-klosser beskrev Espen som «Vi bygde en bil med klossene. Men det var liksom fargesorteringen og form også da!». Det viser derfor at ikke alle elevene arbeidet med oppgaven slik som var forutsett.

Ett av hovedtrekkene til det elevene forklarer at de har lært er hvordan periodesystemet ble utviklet. Casper beskrev hva han har lært i økten slik;

**Casper:** Vi har lært hvordan forskere hadde det på 1860-tallet, og hvordan de laget periodesystemet, nei hvordan de prøvde å komme frem til sitt eget, og hvordan de sorterte det på forskjellige måter (...)

**Martine:** Og han mannen som laget det periodesystemet vi prøvde å lage, vi har sett hvordan han arbeidet og hvordan det har basert seg på hvordan det ser ut i dag da.

#### *Gruppeintervju 1*

Casper beskrev at timen handlet om hvordan forskere arbeidet med periodesystemet på 1860-tallet. Martine fra det samme gruppeintervjuet påsto derimot at undervisningen handler om «han mannen som lagde periodesystemet». Caspers beskrivelser indikerer at han har dermed fått med seg at periodesystemet var en del av en kontinuerlig utvikling som ikke var kun basert på en forskers arbeid, men heller at det var en samarbeidsprosess. Eva trakk også frem hva hun hadde lært om i økten, og beskrev det som «Jeg har lært at periodesystemet begynte mange steder i verden», noe som jeg tolker som at hun også så på utviklingen til periodesystemet som noe som foregikk over en lengre tidsperiode. Pers beskrivelser av når i økten han lærte var «Jeg lærte egentlig hele tiden, men det med at de brukte så lang tid på å utvikle periodesystemet, det visste jeg ikke. Så det var nye nytt som jeg lærte.» Per var ikke den eneste som kommenterte på tidsperspektivet i utviklingen. Også Espen skildret hva han lærte, «de brukte lang tid på å finne ut hvordan periodesystemet skulle se ut».



Det virker som elevene har sett en tydelig sammenheng mellom historien bak periodesystemet, og hva de har opplevd og gjennomført i timen. Da elevene forklarte når i økten de følte at de lærte historien, fortalte Martine at hun følte at hun forsto historien gjennom Lego-sortering sammen med tavleundervisningen. Historiefaktaene kom jo først under selve presentasjonsdelen av økten, og da viser det at Lego-sorteringen var hensiktsmessig for utviklingen av forståelse av periodesystemets funksjonelle oppbygning.

#### 4.3.2 Oppsummering av funn fra hovedtema 1

- Elevene følte de hadde lært historien bak periodesystemet
- Elevene lærte både gjennom teoretiske og praktiske aktiviteter.

### 4.4 Tema 2: Vi lærte om periodesystemet som en oversikt

Gjennom intervjuprosessen beskrev elevene hvordan de opplevde undervisningsøkten, og satt både innhold og arbeidsmetoder i sammenheng med hvordan det samme temaet ble undervist året før. Jeg har valgt å presentere hvordan elevene opplevde å lære om periodesystemet denne gangen, og hvordan de betraktet periodesystemet og begrunnelser for hvorfor de skal lære om periodesystemet. Kodegruppene som bygger opp tema er «Undervisningen føltes lik som i fjor, men også annerledes» som vil utdypes i delkapittel 4.4.1 og «Periodesystemet gir både en oversikt og detaljer om verden» i 4.4.2.

#### 4.4.1 Undervisningen føltes lik som i fjor, men også annerledes.

Flere av elevene trakk frem at tematikken i økten føltes mindre i omfang enn det som de lærte om året før. Det er ikke unaturlig at de opplevde det slik i og med at opplegget de beskrev kun varte i en skoletime, og ikke et som et tema som gikk over en lengre periode gjennom et skoleår. For å beskrive elevenes synspunkt, vil jeg presentere noen sitater som beskriver denne økten i lys av hvordan elevene opplevde undervisningsoppleggets dekning av periodesystemet som tema.

Casper valgte å beskrive hvordan han opplevde undervisningsopplegget i fjor sammenlignet med i år som følgende;

**Casper:** Det er litt likt [som i fjor], men det føles også ganske forskjellig ut.

*Gruppeintervju 1*

Her kommer det frem at han følte at noe var forskjellig, men han klarte ikke helt å sette fingeren på hva det er som skiller seg ut. Han fulgte opp med at han nå kunne historien bak, og hva som har skjedd tidligere. Det kan derfor tyde på at han har fått mer kunnskap «rundt» periodesystemet siden han nå også vet noe om historien bak det, som beskrives i tema 1. Han beskrev også at han følte at temaet var mindre denne gangen, og han husket det som noe større i fjor. Også Espen og Per forklarer den samme følelsen i undervisningen. Espen beskrev undervisningen året som «Vi fokuserte mer på selve noen av grunnstoffene. Helium og Litium og liksom dem i seg selv». Der Per følger opp med; «Ja liksom protoner, elektroner, og nøytroner inne i grunnstoffet». Espen forklarer at fokuset var på grunnstoffene «i seg selv». Tematikken i økten er den samme, grunnstoffer er den del av periodesystemet, men det overordnede fokuset i undervisningsøkten var periodesystemet, med et mindre fokus på grunnstoffene. Fra elevsitatene tolker jeg at de har forstått fokusendringen, og at de ser at tematikken beveger seg til et annen vinkel.

I et av spørsmålene i intervjuene ba jeg elevene utdype hvordan de følte at denne økten artet seg, og gjerne sammenligne med hvordan de lærte om periodesystemet foregående år. Jens forklarte at han synes at økten gikk «tilbake til starten», og at økten følte mer «på overflaten igjen». Jeg tolker beskrivelsen som at Jens mener at undervisningen ble «zoomet ut», og baserte seg mer på et tematisk nivå enn det som han opplevde med året før. Det stemmer med hensikten med økten, som var å innlede tema og tilnærme seg undervisning av periodesystemet fra en annen vinkel enn det elevene tidligere hadde blitt introdusert for. Jens fortsetter forklaringen sin med følgende;

**Jens:** Det var tilbake et steg på hvor dypt vi gikk inn i faget, eller tema da.

*Gruppeintervju 3*

Videre i intervjuet utdypet Jens at han følte at økten gikk tilbake til et grunnleggende nivå, og påpekte at deler av det som ble gjennomgått i undervisningen kunne han fra før av, og etterspurte å gå dypere inn i temaet. Jeg tolker dette som at Jens beskrev at økten repeterte kunnskap som han allerede behersket, og at han søkte etter mer kunnskap om periodesystemet. Gjennom intervjuet kom det frem at Jens ofte søker mer informasjon og ønsker å lære mer enn det som læreren gjennomgår, og fremtrer som en svært motivert og kunnskapsrik realfagselev, som søker en dypere forståelse i faget.

Camilla, på sin side trekker fram at hun opplevde at det var kun ett gjennomgående tema i undervisningsøkten som man fordypet seg i, og at det derfor ble lettere for henne å henge med.

**Camilla:** Jeg likte måten vi gjorde det på nå. Da ble det lettere, og vi fordypet oss litt.

### *Gruppeintervju 3*

Her er det interessant å se på hvordan Camilla og Jens beskriver hvor ulikt de har opplevd den samme undervisningsøkten. Camilla syntes det ble lettere å lære siden hun fikk fordype seg, mens Jens ville gjerne gå dypere i tema for å kunne lære mer. Camilla uttrykte tidligere i intervjuet sine evner i naturfag. «Jeg skulle ønske jeg var god i naturfag. Personlig så føler jeg ikke at jeg er så ekstremt god i naturfag, men jeg tror det kunne ha vært artig å kunne det skikkelig bra». Camilla portretterte seg selv som en svak elev, med ønske for å lære. Som beskrevet over virker Jens som en motivert realfagselev og mener selv at han behersker naturfag godt. Det kommer derfor frem at både Jens og Camilla ønsket fordypning innen tema med hver sin begrunnelse.

Det kan virke som om økten har vært lærerik for Camilla, mens Jens på den andre siden kanskje ikke har hatt det samme faglige utbyttet. Likevel trakk Jens frem sammenhengen mellom Lego-aktiviteten og periodesystemet, og påpekte at aktiviteten hjalp ham med å binde sammen periodesystemet og historien bak. Dette viser at selv om Jens kunne mye om periodesystemet fra tidligere, at han likevel har lært noe gjennom å delta i denne undervisningsøkten.

\*om Lego-aktiviteten\*

**Jens:** Men det var jo selvfølgelig for å knytte det [periodesystemet] til historien og sånn. Informasjon er nyttig, men jeg følte at dette [Lego-sortering] hjalp meg med å koble det opp til historien bak det da.

### *Gruppeintervju 3*

Gruppedynamikken i intervjugruppen som Jens og Camilla var en del av, var ikke som de andre. Der de andre gruppene var ganske homogene, og elevene gav inntrykk av at de var gode venner, bar diskusjonene i gruppe 3 preg av posisjonering. Jeg opplevde det som at Jens og Anders prøvde å «vise seg frem». Camilla åpnet ærlig med å si at hun ikke kan så mye naturfag, og det er tydelig at hun ga seg fort dersom guttene var uenig med henne. Under aktiviteten der elevene skulle sortere lapper, foreslo Camilla «Hva om vi begynner med 1 (atomvekten) som den første?». Dette lo guttene av, og Camilla ga seg fort og lot guttene ta styringen i sorteringen. «Ja jeg skjønner jo kanskje ikke helt da, men den er enklest, kanskje den skal først? Eller kan ikke dere bestemme?» Etter hvert som sorteringen nærmet seg slutten bidro hun mer i diskusjonen, men var fortsatt tydelig usikker på egne ferdigheter. Camilla kom med et forslag på hvor en lapp skal flyttes, men fulgte opp med «men jeg vet ikke, jeg kan ingenting». Den samme situasjonen forekom igjen når elevene beskrev hva de lærte om forrige gang elevene skulle lære om periodesystemet.

**Camilla:** Jeg husker at det var forskjellige sirkler rundt atomet.

**Jens:** Mener du elektronskall?

**Camilla:** Ja! Jeg husker at det var to på innerste og åtte på neste, men jeg vet ikke jeg.

### *Gruppeintervju 3*

Her er enda et eksempel som viser at Camillas usikkerhet rundt faget skinner gjennom. Årsaken til denne forstyrrende gruppedynamikken er ikke klar. Mulige forklaringer kan være at Camilla ikke kjente de andre i intervjugruppa, eller at Jens og Anders benyttet sjansen til å hevde seg over Camilla i og med at hun ikke var veldig kompetent i faget etter hennes egne beskrivelser.

#### 4.4.2 Periodesystemet gir en oversikt og viser detaljer om verden.

Denne kodegruppen beskriver hvordan elever forklarer periodesystemet og hvorfor de mener de må lære om det. Elevene beskrev generelt at periodesystemet var en oversikt over grunnstoffene, eller at periodesystemet setter grunnstoffene i system. Deretter fulgte de fleste elevene opp med hva et grunnstoff var.

Det var Casper som tok ansvaret for å forklare hva et grunnstoff er i intervjugruppe 1, og forklarer at et grunnstoff bygger opp ulike stoffer. Han innledet med «Grunnstoff bygger opp stoffer, som igjen bygger opp ting, som vann». Eva fulgte opp Caspers forklaring og redefinerte hvordan hun vil beskrive periodesystemet.

**Eva:** Da er jo periodesystemet egentlig en oversikt over alt egentlig?

*Gruppeintervju 1*

Dersom grunnstoff bygger opp alt i verden, og periodesystemet er en oversikt over grunnstoff, konkluderte Eva med at periodesystemet følgelig må være en oversikt over alt. Evas forkunnskaper kan ses sammen med den nye forståelsen av at periodesystemet har utviklet seg, og at hun nå ser at det «mer», og inneholder informasjon om verdens byggeklosser. Når gruppen diskuterte hvorfor de trenger å lære om periodesystemet, trakk Casper frem at det er viktig å være bevisst på grunnstoffene fordi de er viktige. Da jeg spurte om hvorfor de er viktig sa Martine at «Grunnstoff er viktig for jorda». Derfor virket det også som Martine hadde forstått at det er mer rundt grunnstoffene enn det hun forsto året før. Også Jens og Camilla i intervjugruppe 3 forklarte at de trenger å lære om periodesystemet i et større perspektiv, og at de lærer om verden rundt seg ved å lære om periodesystemet.

**Jens:** Da kan vi forstå hva verden er bygd opp av. Og også forskjellige materialer.

**Camilla:** Ja, det står jo i pensum, vi må liksom lære det fordi vi må vite ting om verden. Alt henger jo sammen liksom, så det er viktig at vi lærer om det.

*Gruppeintervju 3*

Det var også noen elever som ikke så relevansen av å lære om periodesystemet, og Henny poengterte at man må lære om periodesystemet hvis man skal bli kjemiker, mens andre trakk frem at periodesystemet er viktig hvis «man vil virke smart hvis vennene dine spør om noe». Det som derimot utmerker seg, er at Henny fulgte opp med dette utsagnet noen sekunder senere.

**Henny:** Ja, og hvis man vet hvordan systemet fungerer, da vet man liksom flere ting om et grunnstoff, bare med å se tabellen.

#### *Gruppeintervju 2*

Her hadde Henny altså en annen forklaring på hvorfor det var nyttig å lære om periodesystemet, med bare noen sekunders mellomrom. I det siste utsagnet kan det virke som Henny ser en sammenheng mellom periodesystemet som tabell og hvordan den er verdifull i seg selv som en oversikt over grunnstoff. Samtidig trakk hun også frem at periodesystemet tilbyr mye informasjon om grunnstoffene, og sorterer grunnstoffenes egenskaper. Sitatene over indikerer at disse elevene ikke ser hvorfor det er viktig med kjemi i hverdagen, og at de mener det kun er kjemikere eller vitenskapsmenn som får bruk for kjemikunnskapene sine. Elevene har dermed ulike forklaringer på hvorfor de skal lære om periodesystemet, men de fleste elevene ser at periodesystemet henger sammen med verden rundt dem.

#### **4.4.3 Oppsummering av funn fra hovedtema 2**

- Elevene følte at det var et smalere tema som ble undervist om i forhold til året før. De var derimot uenige om økten var på et overfladisk nivå eller i dybden.
- Elevene ser på periodesystemet som en oversikt over grunnstoff, og som setter grunnstoffene i system.
- Periodesystemet er et verktøy som brukes til å forstå verden rundt oss.
- Noen av elevene ser periodesystemets nytteverdi, mens andre mener at periodesystemet kun er nødvendig for kjemikere.
- Både elever med stort og mindre akademisk læringspotensiale ser ut til å ha lært noe i denne økten.

## 4.5 Tema 3: «Ekte» ting i undervisningen virker motiverende, og vi lærer av det

I intervjuene diskuterte elevene aktivitetene som ble gjennomført, og på hvilken måte de var knyttet til periodesystemet. Spesielt kommenterte elevene grunnstoffprøvene som ble vist frem, og hvordan de opplevde å ha Lego-klosser i undervisning. Jeg presenterer her kodegruppene som bygde opp temaet kodegruppe for kodegruppe i hver sitt delkapittel. Først vil kodegruppen «Det var gøy og lærerikt med «ekte» grunnstoff» presenteres i 4.5.1, før den neste kodegruppen «Vi gjorde det på en morsom, leke-aktig måte» skildres i delkapittel 4.5.2.

### 4.5.1 Det var gøy og lærerikt med «ekte» grunnstoff

Flere av elevene påpekte at det var en forskjell mellom å se og ta på grunnstoffene på ordentlig, og å bare se bilde av dem på tavla. Ett av spørsmålene i intervjuene var hva elevene syntes om at de fikk se og ta på grunnstoffene.

**Martine:** Det var annerledes enn det jeg trodde. Eller, jeg hadde ikke sett for meg så mye kanskje? Når jeg har hørt et grunnstoff så har jeg ikke tenkt over hvordan det ser ut.

*Gruppeintervju 1*

Martine beskrev at hun tidligere ikke hadde tenkt på hvordan et grunnstoff faktisk så ut. Jeg tolker det som at denne aktiviteten gav Martine et fysisk forhold til grunnstoffene, og med det en ny innsikt i hva et grunnstoff er. Et grunnstoff er ikke bare noen tall og bokstaver i periodesystemet, men de representerer noe som faktisk eksisterer. Også Espen poengterte at det var nyttig å «faktisk se» grunnstoffene, og ikke bare få se dem i en tabell. Henny trakk frem at «Det var interessant å se fargen på dem. Og hvordan de følte ut». Min tolkning er at elevene nå har fått innsyn i hvordan grunnstoffer kan se ut i sin fysiske form, og at elevene kom nærmere en forståelse av grunnstoffers fysiske eksistens ved at de nå har sett noen av dem i virkeligheten.

**Eva:** Jeg synes også det var litt kult at du har med ekte ting, og ikke bare viser bilde på tavla, men at det faktisk er ting som vi kan, liksom, se på på ordentlig da.

*Gruppeintervju 1*

**Espen:** Det var morsomt å se grunnstoffene og ikke bare se dem på en tabell, men å faktisk se dem.

*Gruppeintervju 2*

Her kan vi se at det virker som om Eva har blitt motivert av denne aktiviteten, siden hun sa det er kult med «ekte ting». Tidligere i intervjuet kommenterte Eva at hun synes naturfag var gøy hvis hun forsto det. Siden Eva utrykte entusiasme rundt denne aktiviteten kan tyde på at hun har forstått noe, og dermed finner større glede i aktiviteten.

Per og Casper kommenterte også på sammenhengen mellom grunnstoffenes fysiske form og periodesystemet

**Casper:** Jeg synes det var interessant å se at det var forskjell mellom tallet og bokstavene og selve produktet.

*Gruppeintervju 1*

**Per:** Jeg synes det var fint å se dem, fordi det er ikke det samme som å se en lapp der det står tall og bokstaver, å liksom se dem skikkelig det synes jeg var bedre.

*Gruppeintervju 2*

Tallene og bokstavene som elevene snakket om i sitatene er bokstavforkortelsene til grunnstoffene og atomnummeret som tilhører grunnstoffene. Både Casper og Per fra to forskjellige intervjugrupper beskrev grunnstoffprøvene som noe annerledes enn grunnstoffene i periodesystemet. De mente altså at grunnstoffets fysiske form skiller seg fra det de ellers kan om periodesystemet, og beskrivelsene som finnes der. Per sa at han dermed også så dem «skikkelig». Det kan derfor virke som at elevene tidligere ikke har betraktet



grunnstoffene på et fysisk nivå og kun forestilt seg grunnstoffene som abstrakte konsept i periodesystemet. Aktiviteten med grunnstoffprøvene gir inntrykk av å ha ført til refleksjon hos elevene, og at grunnstoffene nå kan anses som noe «ekte».

#### **4.5.2 «Vi gjorde det på en morsom, leke-aktig måte»**

I intervjuene diskuterte vi også hvordan elevene opplevde aktiviteten der de sorterte Lego-klosser. Jeg spurte elevene om hvilke kriterier de brukte, og begrunnelsen bak valget. Flere av elevene forklarte at de sorterte Lego-klossene med utgangspunkt i to eller flere egenskaper, enten form, farge eller størrelse. Figur 4.5 viser hvordan noen av elevene valgte å sortere etter fasong og farge.

**Jens:** Hvis man ser på det flere veier, vil det fortsatt være sortert etter en egenskap.

#### *Gruppeintervju 3*

Jens fra intervjugruppe 3 trakk frem fordelene med å sortere Lego-klossene etter flere egenskaper samtidig. Også Henny fra intervjugruppe 2 beskrev også denne typen sortering som en tabell, og Eva fra intervjugruppe 1 uttrykte at en slik sortering er «kjempesmart». Jeg tolker at Henny har sett en sammenheng mellom sorteringen av periodesystemet, og hvordan de valgte å sortere Lego-klossene. Det kan og argumenteres for at hun har sett nytteverdien i en flerfunksjonell sortering. Figur 4.7 og 4.8 viser hvordan noen av elevene valgte å sortere Lego-klossene etter flere egenskaper samtidig, som viser at tabellaktig oppsett eller mønster.

Da elevene diskuterte i intervjuet hvordan de hadde sortert Lego-klossene brøt Anders ut med «vi kan vel teknisk sett si at vi sorterte Lego-klossene etter vekt også, siden størrelsen og vekten sikkert er det samme på Lego». Der kommer derfor tydelig frem at Anders tenkte tilbake på aktivitetene han gjorde før han lærte om periodesystemets sortering i historien, og brukte ny kunnskap til å reflektere over aktivitetene som var gjennomført.

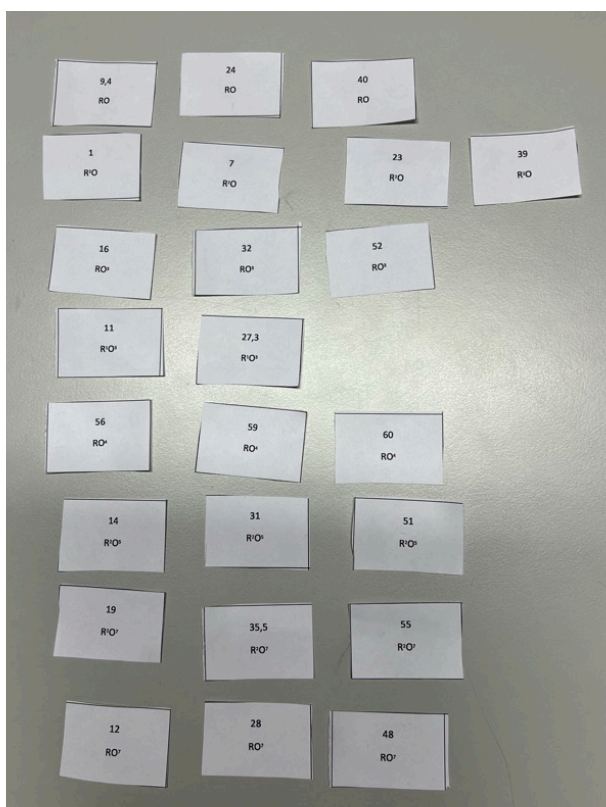
Også når elevene sorterte lappene med grunnstoffene i intervjuet, forklarte Jens at de burde prøve å sortere etter mer enn en ting, siden periodesystemet har flere sorteringer samtidig.

\*Om sorteringen av grunnstofflappene\*

**Jens:** Ja, vi sorterer kode, og så vekt. Det er jo sånn periodesystemet er, det er flere sorteringer samtidig. Det går jo i antall partikler, så i elektronskall, det sorteres på forskjellige ting på en gang.

### Gruppeintervju 3

Han trakk frem egenskaper som antall partikler og elektronskall som sorteringsgrunnlag i periodesystemet, og fikk gruppen sin til å endre hvordan de sorterte grunnstoffene. Jens beskrivelser av periodesystemets sortering innvirket på hvordan intervjugruppe 3 endte med å sortere lappene sine. Figur 4.9 viser hvordan gruppen valgte å sortere lappene med grunnstoffene. Som vist i figuren er det sortert etter flere egenskaper samtidig. Elevene kommenterte at tallene på lappene sikkert er vekten til grunnstoffene. Anders beskrev at de har sortert de tyngre grunnstoffene til høyre, og lapper med flest oksygenatomer lengst ned. Elevene trakk inn og anvendte den nye kunnskapen sin i nye utfordringer som de møter.



**Figur 4.9:** Viser hvordan intervjugruppe 3 sorterte grunnstoffer



**Figur 4.7:** Viser en gruppes sortering av Legoklosser



**Figur 4.8:** En gruppe som har sortert Legoklosser etter størrelse og farge.

Espens viste tydelig at han hadde reflektert over hvordan Lego-aktiviteten passer inn i undervisningen. Han beskrev at lappesorteringen og Lego-klossene handlet om det samme, nemlig at man måtte komme frem til en måte å sortere noe på.

*\*Under sorteringsaktivitet av lapper\**

**Espen:** Jeg hadde det [Lego-sorteringen] i bakhodet at det var sånn dem gjorde før i tida da, ja med andre ting enn Lego da.

#### *Gruppeintervju 2*

Som nevnt om Jens i avsnittet over, ser også Espen aktivitetene i lys av hverandre, og tilbyr sammenligninger mellom Lego-aktiviteten og hvordan periodesystemet ble forsøkt organisert tidligere. Espen beskrev at når de skulle sortere Lego-klossene uten videre instruksjoner, at det sikkert var slik forskerne arbeidet når de lagde periodesystemet for første gang. Det kommer det tydelig frem at Espen tok med seg det han lærte fra Lego-aktiviteten videre i økten og klarer å trekke paralleller til når de sorterte grunnstoffer i intervjuet, og begrunner hvorfor denne aktiviteten henger sammen med periodesystemet.

**Per:** Jeg følte jeg lærte mye.

**I:** Ja, hvorfor det da?

**Per:** Fordi vi hadde så mye forskjellige metoder, og liksom gjør ting, og da blir det mer interessant.

#### *Gruppeintervju 2*

Her beskrev Per at variasjonen i aktiviteten var en bidragsytende faktor til at han opplevde økten som interessant. Sitatet beskriver godt hvordan elevene opplevde økten generelt, da det var flere elever som påpekte at aktivitetene var interessante, og at det var en tydelig sammenheng mellom teorien og det praktiske i denne økten. En annen elev beskrev også at tempoet i økten var tilfredsstillende, og at de ikke fikk bruke alt for mye tid på «alt annet» istedenfor det de skulle.

### 4.5.3 Oppsummering av funn fra hovedtema 3

- Elevene synes at Lego-sorteringen er relevant for å forstå periodesystemet.
- Elevene hadde tidligere tenkt på grunnstoffer som noe som eksisterte i periodesystemet, men aktiviteten med grunnstoffprøver tilbydde elevene en konkret betydning.
- Å føle på grunnstoffprøvene var motiverende for noen elever
- Noen av elevene ser betydningen av aktivitetene, og klarer å bruke kunnskap som de har tilegnet seg i en aktivitet, i en annen aktivitet.

# 5 Diskusjon

I dette kapitlet vil jeg diskutere resultatene fra studien og drøfte disse opp mot teori presentert i kapittel 2. Jeg vil først drøfte resultatene opp mot læringsmålene som jeg satt for økten i delkapittel 5.1. Deretter vil de tre teoretiske blikkene som er satt som rammer for problemstillingen diskuteres på tvers av resultatene i delkapittel 5.2. I delkapittel 5.3 vil kritikk av studien fremlegges.

## 5.1 Drøfting av resultater opp mot læringsmål

Resultatene vil i dette delkapitlet drøftes etter læringsmålene som var satt for undervisningsøkten. Siden problemstillingen eksplisitt vektlegger hva og hvordan elevene opplevde at de lærte periodesystemet var det naturlig å først diskutere resultatene opp mot læringsmålene for timen.

Læringsmålene som var satt for elevene er at elevene skal kunne:

- Forklare i enkle trekk hvordan de første periodesystemene ble utviklet.
- Diskutere hvordan ulike egenskaper ved grunnstoffene kan lede til ulike sorteringer av periodesystemet og hvordan ulike former og fasonger kan representere periodiske trender på ulike måter.
- Sortere objekter og grunnstoffer på en systematisk måte.

### 5.1.1 Læringsmål 1: Forklare i enkle trekk hvordan de første periodesystemene ble utviklet.

Et fokus i undervisningsøkten var at elevene skulle lære om utviklingen av periodesystemet 1800-tallet. Det historiske aspektet var noe elevene trakk frem da de forklarte hva de opplevde at de hadde lært i timen. Beskrivelsene av læringsutbytte varierte fra veldig overordnet som «vi har lært historie» til mer detaljerte beskrivelser som årstall. Henny forklarte når i økten hun lærte vitenskapshistorie, og forklarte at det å veksle mellom tavleundervisning og praktiske aktiviteter var hensiktsmessig for kunnskapsbyggingen hennes. Fra et planleggingsperspektiv av økten var vitenskapshistorien var spesielt fremtredende i presentasjonsdelen, men elever beskrev sammenhenger mellom presentasjonen og

aktivitetene som var gjennomført også i forkant av tavleundervisningen. Elevenes beskrivelser tyder på at de evnet å knytte sammen og se vitenskapshistoriens relevans i aktivitetene som ble gjennomført tidligere. Elevene brukte altså vitenskapshistoriens prinsipper i sammenheng med refleksjonen og diskusjonen av aktivitetene. Aktivitetene kan her sees på som et utgangspunkt og som en kontekst for elevene slik at de fikk mulighet til å lage mentale tankekart og skaffe seg oversikt over temaet, i tillegg til å tilrettelegge for dypere refleksjon (Gilbert, 2006; King, 2012; Taber 2013). At elevene så logiske sammenhenger med tidligere kunnskaper eller erfaringer samsvarer med det Taber (2013) beskriver som en effektiv elev. Anders beskrev sorteringen av Lego-klossene i intervjuet, og forklarte at de «teknisk sett» sorterte klossene etter vekt også, siden de største Lego-klossene vil veie mer. Anders' beskrivelser er et annet eksempel på at elevene så tilbake på aktivitetene og brukte historiske kunnskaper til å utvikle forståelse og kunnskap om periodesystemets utvikling (Scheffel et al., 2009, s. 216-217). Også Espen brukte kunnskap fra tavleundervisningen inn i intervjuene i diskusjonen av Lego-sorteringen som ble gjennomført tidligere i undervisningen.

Flere elever beskrev også periodesystemets utvikling som en prosess der flere naturvitere var delaktige, og ikke bare én forsker, og hans resultater. I tabell 4.5 som presenterer hva elevene mener at de har lært denne økten, ser vi eksempler på elever som har poengtert blant annet at «periodesystemet tok lang tid å utvikle», «de begynte forskjellige steder i verden» og «hvordan de kom frem til sitt eget periodesystem». Disse utsagnene tyder på at elevene har forstått at periodesystemet ble utviklet over en lengre tidsperiode, av flere mennesker på flere steder i verden, som er en korrekt og nyansert beskrivelse av vitenskapshistorien (Scerri, 2013). Selv om majoriteten av elevene tilsynelatende har forstått poenget over, beskrev Martine at de hadde lært om «mannen som laget periodesystemet», som står i kontrast til beskrivelse til elevene ellers. Det kan virke som at Martine mener at det er én mann, den russiske kjemikeren Dmitrij Mendelejev, som laget periodesystemet, når han i realiteten var en av flere viktige bidragsytere for utviklingen, men slett ikke den eneste med denne oppgaven utover 18- og 1900-tallet (Scerri, 2013). I den siste aktiviteten i økten skulle elevene sortere grunnstoffer med utgangspunkt i Mendelejevs data, så det kan hende det er her misforståelsen til Martine har oppstått. Det er ikke unaturlig at elevene ikke har fått med seg hver eneste detalj i undervisningsopplegget, spesielt ikke siden at tempoet i økten ble litt høyere enn det jeg opprinnelig hadde planlagt. Martine er ikke alene om å kreditere én person

for utviklingen av periodesystemet, da Mendelejev går som «periodesystemets far» på folkemunne, selv om det var flere uavhengige utviklere (Lente, 2019; Lykknes & Gusland, 2015, s. 42; Scerri, 2013; Solbu, 2016). Selv lærebøker i naturfag som Eureka! 9 omtales Mendelejev som «periodesystemets far» under introduksjonen av periodesystemet (Hannisdal et al., 2007, s. 10-11)

### **5.1.2 Læringsmål 2: Diskutere hvordan ulike egenskaper ved grunnstoffene kan lede til ulike sorteringer av periodesystemet og hvordan ulike former og fasonger kan representere periodiske trender på ulike måter.**

Flere elever nevnte i intervjuet at det å sortere Lego-klossene etter flere enn én egenskap var nyttig. Henny trakk også frem at sorteringen kan sees på som å sortere i en tabell. Dette tolker jeg som at Henny har sett meningen og sammenhengen mellom Lego-aktiviteten og periodesystemet, og at aktiviteten dermed oppfyller Ausubels krav til logisk meningsfull, og legger grunnlag for at historiegjennomgangen senere i økten er potensiell meningsfull (Ausubel, 1963). Jens beskrev hvordan hans gruppe sorterte Lego-klossene, og fortalte at det alltid vil være sortert etter en egenskap, uavhengig av hvilken vei en så på tabellen. Senere i intervjuet forklarte også Jens at de burde forsøke å sortere lappene i Mendelejevs periodesystem etter flere egenskaper, som for eksempel antall partikler eller elektronskall. Her har ikke Jens fått med seg at disse opplysningene ikke er gitt på lappene, eller at de subatomære partiklene ikke var oppdaget enda.

Espen trakk også frem at han tenkte på Lego-aktiviteten da de skulle sortere grunnstoffene senere i økten. Da han beskrev at Lego-sorteringen påvirket en senere aktivitet, viser det at han klarer å anvende kunnskapen og prinsippene fra aktiviteten i andre sammenhenger, og dermed kan aktiviteten ansees som meningsfull og relevant for tema (Taber, 2013; Talanquer, 2005). Lego-sorteringen viser at elevene kan benytte seg av den nye kunnskapen i andre sammenhenger enn den de tilegnet seg i, som nettopp er målet og essensen i kontekstbasert undervisning som beskrevet av King (2012) og Gilbert (2006).

Camilla beskrev undervisningsøkten som svært lærerik for henne, mens Jens påstår at økten fungerte mer som repetisjon. På spørreskjemaet forklarte Jens periodesystemet som noe som bygger opp materialer, og som viser hvor mange elektronskall, elektroner, protoner og

nøytroner det er i et stabilt atom av et grunnstoff, som uttrykker at læringsutbyttet til Jens fra året før hovedsakelig eksisterte på et mikronivå (Gilbert & Treagust, 2009, s. 3-4; Ringnes & Hannisdal, 2014, s. 23). Når Jens i intervjuet oppsummerte hva de har lært om i år, trakk han ikke inn nye momenter, men oppsummerte heller det samme som han beskrev på spørreskjemaet. Tidligere i intervjuet beskrev Jens at han synes det nyttig å knytte periodesystemet sammen med historien, og at det var den kontekstbaserte Lego-aktiviteten som spesielt utmerket seg til å bidra til å se sammenhenger. Skildringen av Lego-aktiviteten viser derfor at Jens har lært vitenskapshistorie denne timen, selv om han selv ikke beskrev økten som lærerik. Gjennom Camilla og Jens beskrivelser tyder det på at undervisningen var lærerik og hensiktsmessig både for elever med lite eller mye læringspotensiale.

### **5.1.3 Læringsmål 3: Sortere objekter og grunnstoffer på en systematisk måte**

Da elevene sorterte lapper med grunnstoffer i intervjuene startet alle elevene med atomvektene som utgangspunkt for sortering. Elevene argumenterte at de valgte å sortere etter vekt fordi det var denne egenskapen forskerne sorterte etter tidligere da periodesystemet ble utviklet. Lappene med grunnstoff inneholdt ikke spesielle egenskaper, men inkluderte en beskrivelse av hvordan grunnstoffet ville binde seg til oksygen. Det kan virke som at denne aktiviteten var litt for komplisert for elevene, ettersom de ikke beskrev denne aktiviteten stort senere i intervjuet. En faktor som kan sees på som utslagsgivende for manglende diskusjonsmoment rundt aktiviteten er at elevene ikke fikk tid til å gjennomføre den med god tid i undervisningsøkten, og måtte ta igjen aktiviteten under intervjuet. Dermed har ikke elevene fått tid til å la innholdet synke inn, og samle tankene slik som Osborne og kolleger (2003) beskriver er hensiktsmessig for å legge til rette for en dypere forståelse.

Allerede i forkant av økten, beskrev Anders periodesystemet som et «kart» over grunnstoffene i spørreskjemaet sitt. Det kan derfor virke som at Anders så nytteverdien og hensikten bak at grunnstoffene er sortert i periodesystemet fra undervisningen året før, og ikke er et nytt læringsutbytte som kommer direkte fra årets undervisningsopplegg.



## 5.2 Resultatene sett ut fra de tre teoretiske perspektivene

I dette delkapittelet vil jeg se på resultatene med et teoretisk blikk, og diskutere på tvers av temaene fra resultatene. Jeg vil dele inn kapitlene etter de tre teoretiske blikkene som er satt som rammeverk for studien, nemlig *meningsfull læring*, *kontekstbasert læring* og *kjemiens tre dimensjoner*.

### 5.2.1 Meningsfull læring

Både Jens og Camilla fortalte at de ønsket mer fordypning i temaet periodesystemet, som stemmer overens med det de svarte generelt om naturfag innledningsvis. Camilla og Jens beskriver seg selv henholdsvis som akademisk svake og sterke elever. Det virker derfor som at uavhengig av hvor faglig sterke elevene er, at det finnes et ønske om mer kunnskap, og en interesse for faget. Denne samme trenden kan sees i ROSE(S) undersøkelsene, at selv om elevene synes at naturfag er vanskelig, finnes det fortsatt en interesse for å lære (Sjøberg, 2022, s. 478). Elevenes interesse for periodesystemet står i motsetning til det Osborne et al. (2003) beskriver i sine studier som er basert på hvordan undervisningen tradisjonelt blir gjennomført. I Osborne og kollegers studie så elevene ikke meningen bak hvorfor de skulle lære om periodesystemet og var dermed heller ikke motivert for undervisning om temaet. Elevene i denne studien virker derimot motiverte for temaet periodesystemet gjennom denne kontekstbasert undervisningstilnærmingen.

Da Casper i intervjugruppe 1 beskrev hva et grunnstoff er og begrepets betydning, virket det som om Eva fikk en åpenbaring om at periodesystemet faktisk er en oversikt over alt i verden. Det kan derfor virke om at elevenes forståelse for periodesystemets betydning for verden rundt dem har utviklet seg gjennom undervisningen, og at elevene har innsett at periodesystemet faktisk henger sammen med mer enn det de trodde i forkant. Elevenes beskrivelser skildret at de så nytteverdien og meningen bak hvorfor de må lære om periodesystemet.

Ut ifra elevens beskrivelser, kan det virke som at elevene har innsett meningen bak hvorfor de skal lære om periodesystemet og hvorfor det ansees som et nyttig verktøy i naturvitenskapen. Elevene beskrev blant annet at periodesystemet var viktig for jorda, at

grunnstoff bygger opp verden og at verden rundt dem henger sammen med periodesystemet. Gjennom elevenes skildringer kan det virke som at elevene forstår periodesystemets rolle i hverdagen deres, og verdsetter naturvitenskapens rolle, slik som Roberts (2011) beskriver som sentrale elementer i scientific literacy. Eva beskrev også samarbeid som et læringsutbytte i undervisningen. Samarbeid i naturfag kan sees i lys av kjerneelementet «naturvitenskapelige praksiser og tenkemåter» fra LK20, som baserer seg på at elevene skal forstå verden rundt seg i et naturvitenskapelig perspektiv, slik som scientific literacy også tar utgangspunkt i (Kunnskapsdepartementet, 2019; Roberts, 2011; Roberts & Bybee, 2014). Det kan derfor virke som at elevene behersker det nivået av scientific literacy som er ønsket etter ti års skolegang, nemlig at de kan orientere seg fra et naturvitenskapelig perspektiv i hverdagen, gjennom deres egne refleksjoner (Roberts, 2011; Roberts & Bybee, 2014).

Det som derimot kommer frem er at de samme elevene som forklarte hvorfor periodesystemet er nyttig, og at alt i verden bygges opp av grunnstoffer, også forklarte at kjemi kun er viktig dersom man skal bli vitenskapsmann eller jobbe som kjemiker. Elevens beskrivelser av kjemiens bruksområder og nytteverdi ligner heller på visjon 1 av scientific literacy, der ideen er at naturvitenskap er forbeholdt de som skal gå videre studier innen naturvitenskapen (Roberts & Bybee, 2014). Det kan heller virke som at elevenes oppfatninger av kjemifaget indikerer at de *ikke* har sett meningen bak å lære om periodesystemet, og heller ikke betrakter periodesystemet som noe som overlapper eller som kan sees i sammenheng med hverdagslivet deres (Roberts, 2011; Roberts & Bybee, 2014).

### **5.2.2 Kontekstbasert læring**

Elevene fikk mulighet til å beskrive økten som en helhet under intervjuene, og Per benyttet muligheten til å trekke frem av han syntes det var interessant at det var mye variasjon i arbeidsmåtene i økten. Camilla mente at siden det var mye som skjedde, at det derfor ble lettere å holde fokus. En medvirkende faktor til at økten foregikk i et høyt tempo var at jeg måtte endre opplegget underveis for å få gjennomføre alle aktivitetene. Til tross for tempoet, gav elevene inntrykk av at de hadde lært en del i årets økt. Læringsutbyttet til elevene kan diskuteres og forsvares med at de hadde relevant kunnskap fra før av, og at dette er årsaken til at de lærte til tross for det høye tempoet. Argumentet stemmer også overens med Tabers (2013) beskrivelser av effektiv læring. Taber beskriver en effektiv elev som en elev som har

relevante forkunnskaper, og som setter ny kunnskap i sammenheng med denne (2013). Elevene i min studie hadde noe relevant kunnskap fra tidligere undervisning om periodesystemet, som de kunne bruke som utgangspunkt for den nye kunnskapen som de tilegnet seg årets undervisningsopplegg.

Lego-sorteringen var en av aktivitetene i studien som bunnet i kontekstbasert læring, sammen med grunnstoffprøvene og historiegjennomgangen (Lykknes et al., 2023). Som diskutert tidligere fungerte aktiviteten som en aktivitet som elevene diskuterte og omtalte ved flere anledninger i intervjuet. Lego-klossene fungerte som en sosial kontekst i pensum (Rose, 2012), og fra elevenes beskrivelser kan det virke om klossene var behjelpelig med å fange elevenes interesse for sorteringen. Anders tenkte tilbake på Lego-sorteringen da elevene sorterte lapper, og reflekterte over sorteringen ved å inkludere atomvekt i sorteringskriteriene i aktiviteten. Prinsippet sortering har dermed blitt det samme i den sosiale forstanden med Lego-klossene, og faglig forstand med sortering av lapper med grunnstoff, slik som Vygotsky (1978) poengterer er hensiktsmessig for utviklingen av forståelse (s. 130).

Som lærere i Ültay og Çalık (2012) studie beskriver, er det bekymring knyttet til nytteverdien til kontekstbasert undervisning for elever med mindre læringspotensiale. I intervjuene kom det frem at noen av elevene valgte å bygge bil med Lego-klossene, og kastet vektskivene på medelever. Espen var en av elevene som forklarte at han bygde bil med Lego-klossene, men han kom også med tydelige refleksjoner om at han hadde utviklet forståelse i løpet av undervisningsøkten. Camilla var en elev som beskrev seg selv som faglig svak, men ytret også økt kunnskap gjennom undervisningsøkten. Det kan tyde på at elevene lærte ved bruk av kontekstbasert undervisning, men det følger også at læreren må ha kontroll i klasserommet og utøve mer klasseledelse for at flere elever skal ha et økt læringsutbytte. Vallori (2014) poengterer at læreren får mer tid i klasserommet til å hjelpe med oppgaven med motiverte elever, noe som kunne vært svært fordelaktig under en så praktisk og aktiv time. Det kan derfor implisere at kan være fordelaktig med motiverte elever under gjennomføringen av praktiske, kontekstbaserte aktiviteter, slik at læreren kan bruke tid på å hjelpe elevene og at kasting av vektskiver kunne blitt unngått.

I delkapittelet som omtaler elevenes skildringer knyttet opp til læringsmålene som er satt for timen, ytrer elevene at historien var en sentral faktor for utviklingen deres for forståelse. Historie som kontekst var en av nøkkelprikkene i den kontekstbaserte delen av undervisningsøkten (Lykknes et al., 2023). Det blir derfor fremtredende at elevene beskriver læringsutbyttet sitt som et resultat av den historiske gjennomgangen som var til stede i undervisningen.

Undervisningsøkten besto også av flere kontekstbaserte aktiviteter, ikke bare én spesiell. Variasjonen i aktiviteter og dermed også ulike kontekster kan være en medvirkende faktor for hvorfor flere av elevene beskrev at de lærte noe i økten. Uavhengig av elevenes bakgrunn ble det tilrettelagt for at hver og en hadde en aktivitet som de kunne knytte opp til sin egen hverdag. Dermed ble det skapt et utgangspunkt til å danne læring, og utvikle kunnskap. Elevenes beskrivelser av denne varierte undervisningsøkten støtter opp under argumentene over. Flere elever innledningsvis i intervjuet forklarte at de synes at det er morsomt dersom de forstår hva de arbeider med, og at det er vanskelig dersom de ikke synes at aktiviteten er morsom. Ved å skape ulike innfallsvinkel på elevenes hverdag, dannes muligheten å treffe noe i hver enkelt elev, uavhengig av elevenes bakgrunn. Hvis en elev ikke lekte med Lego da de var små, kan det hende at de er interessert i historie, eller noe så enkelt som at har sett diamantringer eller kull før. Kontekstbasert undervisning stopper kun ved lærerens fantasier, da det finnes utallige kontekster som elevene kan kjenne seg igjen i.

### **5.2.3 Kjemiens tre dimensjoner**

Jeg vil her diskutere hvordan makronivået i den kjemiske trekanten kommer til syne i elevenes beskrivelser i intervjuene om hva de lærte i undervisningsøkten. Deretter vil jeg gå nærmere inn på elevenes beskrivelser av øktens tematikk, og hvordan kjemiens tre dimensjoner kan gjenspeiles i elevenes beskrivelser.

#### **5.2.3.1 Makronivået i økten**

Aktiviteten der elevene kjente på grunnstoffprøvene besto som beskrevet i detaljene i undervisningsopplegget av tydelige momenter av makrodimensjonen, i motsetning til fjorårets undervisning som i hovedsak besto av momenter på mikronivå. Gjennom intervjuet beskriver elevene hvordan de opplevde de ulike aktivitetene, og det blir tydelig at Martine

ikke behersker alle tre nivåene i den kjemiske trekanten fra undervingen året før, da hun forklarte at hun ikke hadde tenkt over at grunnstoffer også eksisterte på et fysisk nivå. Hun forklarte sine forkunnskaper med å forklare atomets oppbygning og bokstavforkortelser, altså henholdsvis mikro og representasjonsnivået i den kjemiske trekanten. Martine beskrev ikke tidligere kunnskaper som kan kategoriseres på makronivå. Også Casper og Pers beskrivelser av aktiviteten der elevene fikk se og føle på grunnstoffprøvene støtter opp med at undervisning som starter på mikronivået ekskluderer makroforståelse. Casper og Per beskrev grunnstoffprøvene som noe annerledes og forskjellig fra grunnstoffene og symbolene i periodesystemet, og påpekte at det var nyttig og se dem «skikkelig». Innledningsvis i intervjuet virket det som at elevene hadde forstått at grunnstoff er det samme på mikronivået med atomets oppbygning og representasjonsnivået med bokstavforkortelsene, og som fysisk stoff på makronivå. Gjennom å tolke det elevene sier, innser jeg at de ikke viser forståelse, og det er først når de blir introdusert for de fysiske grunnstoffprøvene at elevene virket som å forstå at grunnstoffenes fysiske aspekt og bokstavforkortelser var to sider av samme sak. Elevenes beskrivelser tyder derfor på at undervisning som starter på mikronivå ikke gir elevene innsikt i alle tre av kjemiens nivåer, selv om de arbeider med temaet over en lengre tidsperiode. I tillegg viser elevenes oppfatning av grunnstoffene den samme tendensen som Gabel beskriver, at det er hensiktsmessig å ufarliggjøre kjemien for elevene, slik at det dannes sammenhenger mellom hverdagen og kjemiske prinsipper. Dersom kjemien ufarliggjøres vil en naturlig konsekvens være at elevene kan utvikle et hverdagslig forhold til kjemi, som også er fordelaktig etter Vygotskys definisjon av forståelse (Gabel, 1999; Vygotsky, 1978, s. 130)

Martine, Casper, og Pers beskrivelser av grunnstoffenes fysiske form kan være en motiverende faktor til å starte undervisning på makronivå, slik som Sarıtaş et al. (2021) også argumenterer for. Dersom man introduserer temaet på makronivå, og deretter fortsetter på mikro- og representasjonsnivået kan det være en mulighet til å hjelpe elevene å se sammenheng mellom nivåene. Det kan derfor virke som at grunnstoffprøvene gav både et motiverende og akademisk utbytte, og knyttet sammen kunnskaper på ulike nivåer i den kjemiske trekanten.

Et poeng som Gilbert og Treagust (2009, s. 6) fremhever når de forklarer hvorfor elevene kan ha utfordringer med å bevege seg mellom mikro- og makronivået i kjemi, er elevene har for

lite praktisk erfaring i faget. For lite aktiviteter og eksemplifisering av teoretiske prinsipper vil tydeliggjøre den logiske sammenhengen mellom nivåene, og tilrettelegge for at elevene kan se sammenhenger mellom dem (Gilbert & Treagust, 2009, s. 6). Grunnstoffprøvene i undervisningsøkten er et eksempel på hvordan en praktisk aktivitet og en konkret tilnærming til pensum på makronivå kan hjelpe elevene med å se sammenhenger (Gilbert & Treagust, 2009, s. 6; Saritaş et al., 2021). I tråd med Saritaş og kolleger (2021) kan det også virke som om makronivået med grunnstoffprøvene som visuelle hjelpemidler kan bidra til forståelse og forklaringer av prinsipp på mikronivå (2021).

### **5.3.2.2 Elevenes beskrivelser av øktens tematikk**

Casper forklarte at tematikken i undervisningen i år var lik fjorårets, men også ganske forskjellig, siden innholdet i årets økt var mindre omfattende, med et snevret fokus. Jeg tolker skildringene som at Casper prøvde å beskrive at økten omhandlet bare periodesystemet, og ikke grunnstoffatomets oppbygning i tillegg. Fra Caspers beskrivelser kan det tolkes som at makronivået hadde en større betydning i årets i økt, enn i fjoråret. Caspers beskrivelser rundt økten kan tolkes som at han oppfatter at noe er annerledes, uten at han helt klarer å ordlegge seg om hva. Etter Ringnes og Hannisdals (2014, s.24) beskrivelser kan Casper betraktes som en novise innen kjemien. Elever med lite erfaring innen kjemi har utfordringer med å bevege seg mellom kjemiens tre dimensjoner, og kan se på de ulike nivåene som ulike deler (Talanquer, 2018). Caspers beskrivelser tyder på at han ikke har nok kjemikunnskaper til å formulere seg rundt den følelsen han har rundt økten, bortsett fra at øktene føles forskjellige.

Jens fra intervjugruppe 3 kommenterte også på hvordan han oppfattet årets undervisning sammenlignet med fjorårets, og beskrev at årets økt følte ut som et steg tilbake i hvor dypt man gikk i faget. Beskrivelsen til Jens er korrekt, siden økten i år hovedsakelig tok utgangspunkt i et makroperspektiv, i motsetning til mikroperspektivet som ble gjennomført forrige gang elevene lærte om periodesystemet. I tillegg beskrev Jens økten som repeterende, da han ikke følte at han lærte mye nytt. Camilla forklarte derimot at hun lærte mye i økten, og at hun så på økten som en fordypning i periodesystemet. Innledningsvis i intervjuet beskrev hun at hun ikke husket noe fra året før, og at hun nå følte at det var nyttig å gjennomgå temaet en gang til. Når Camilla ikke hadde noen forkunnskaper, er det naturlig at økten føles som fordypende, ettersom hun sier at hun ikke kan noe fra før. Hun beskriver at hun har lært hva

periodesystemet er i årets økt, og det kan dermed argumenteres for at Camilla nå ble introdusert for periodesystemet på makronivå. Disse utsagnene fra elevene tyder på at elevene selv opplever forskjellene mellom kjemiens tre dimensjoner i undervisningen, selv om de ikke bruker de ordene.

### 5.3 Kritikk av studien

Som jeg beskrev i metodedelen, er jeg en uerfaren forsker da denne studien er mitt første store forskningsprosjekt. Min mangel på erfaring vil derfor prege studiens kvalitet, og kunne betraktes som en svakhet. Et punkt som understreker mangelen på erfaring, er at jeg ikke stilte gode nok oppfølgingsspørsmål under intervjuene. Selv om jeg hadde forberedt noen mulige oppfølgingsspørsmål på forhånd, opplevde jeg senere i studien at jeg ikke fikk svar på det jeg ville ha svar på (Brottveit, 2018a, s. 92; Robson & McCartan, 2016, s. 291). Elevene ble spurt om hvordan forholdet deres til naturfag var generelt, men jeg kom ikke på å følge opp med spørsmål om hvorvidt undervisningsøkten hadde endret på hvordan de så på faget eller hvordan de ulike aktivitetene kunne spille inn på motivasjonen deres.

En svakhet ved studien kan være at det var jeg som gjennomførte undervisningen om atomer og periodesystemet i klassen året før, og jeg vil følgelig medbringe et bias inn i studien. I tillegg vil studiens kvalitet preges av at jeg som forsker også gjennomførte undervisningsopplegget som elevene skulle reflektere over i intervjuene. En forbedring som kunne ha blitt gjort er dersom kunne være annen som gjennomførte undervisningsopplegget, og at jeg som forsker kun deltok i de delene der datainnsamling fant sted, eller som observatør i undervisningen. Det kan imidlertid også sees på som en fordel at det var jeg som gjennomførte undervisningen forrige gang, siden det vil minimere antall personer som elevene må forholde seg til.

En svakhet i studien var at gruppedynamikken i intervjugruppe 3 var preget av motsetninger i større grad enn de andre gruppene, der elevene virket være i harmoni med hverandre. Jens var ganske bestemt på at undervisningen var repeterende, og at han synes at det kunne vært artigere dersom man gikk mer i dybden. Jens beskriver seg selv som en elev med stort læringspotensiale i naturfag, noe som står i kontrast til hvordan Camilla skildrer egne kunnskaper. Forskjellen og disharmonien blir tydelig når Camilla skal beskrive hva de lærte i

fjor. Camilla beskriver at det var forskjellige sirkler rundt atomet, og før hun rekker å fullføre setningen skyter Jens inn med at det var elektronskall. Camilla fullfører resonnementet og forklarer at det kan være to elektroner i innerste skall, og åtte i det andre. Hun viser at hun har kontroll på det hun snakker om, men Jens prøver å fremme det han kan og det kan virke som han forsøkte å hevde seg i forhold til Camilla. Det kan tenkes at læreren som plukket ut intervjugruppene for meg tenkte at det var en fordel med elever i begge enden av karakterskalaen, slik som han beskrev til meg at intensjonen var. Også Robson og McCartan (2016, s. 301) støtter bruken av heterogene grupper, da de danner grunnlag for gode diskusjoner og kan minimere gruppetenking, slik som det faktisk utfoldet seg i de andre intervjugruppene. I intervjugruppe 3 vil jeg si at gruppen var for heterogen, noe som påvirket samspillet og selvtilliten til Camilla med å komme med utsagn og informasjon (Robson & McCartan, 2016, s. 301). Camillas usikkerhet rundt egen kunnskap kunne vært unngått dersom det var andre elever i hennes intervjugruppe, og dermed åpnet for flere utsagn fra henne i intervjusituasjon (s.301).

Undervisningsøktens kvalitet ble svekket av at jeg ble tvunget til å endre opplegget underveis i gjennomføringen. Ikke bare ble økten av lavere kvalitet med at jeg måtte kutte ut noen aktiviteter, men det førte også til stress hos meg som underviser og som forsker. I tillegg ble det innført et tidspress på aktivitetene, der jeg vil argumentere for at elevene ikke fikk nok tid til å utvikle dype refleksjoner om hvorfor aktivitetene ble gjennomført, og hvorfor de skulle lære om de. I tillegg vil tidspresset hos elevene føre til at de heller ikke så de sammenhengene som jeg trodde de skulle se i forkant av undervisningsøkten.

En svakhet som bunner i endringer i økten er at tidsbruken spesielt på slutten av økten ble kortere enn ønsket, og gjenspeiles også i intervjuene når ingen av elevene kommenterer på avslutningen av økten. Osborne et al. (2003) beskriver at en oppsummering på slutten av en økt eller et tema vil være nyttig for elevene siden det skaper rom for refleksjon og tid til å samle tankene. Det kan tenkes at det ble gitt for lite tid for refleksjon, og at elevene også var lystne på friminutt siden økten allerede hadde beveget seg uten for tidsrammen som var satt for økten. Som elevene beskriver i intervjuene, satt de fleste pris på at det var variasjon i aktivitetene, og at det økten ble gjennomført i et henholdsvis raskt tempo. Elevene beskrev tempoet som verdifullt ettersom de ikke rakk å kjede seg mellom aktivitetene slik at de mistet



interessen for økten. Dermed kan det raske tempoet også ha bidratt til å opprettholde interessen og motivasjonen for økten, men at læringsutbyttet til elevene kunne vært av bedre kvalitet og en lenger varighet dersom elevene hadde hatt mer tid i slutten av undervisningsøkten (Gilbert, 2006; Osborne et al., 2003).



# 6 Konklusjon og implikasjoner

I dette kapittelet vil jeg presentere svar på problemstillingen og hvilke implikasjoner dette gir, samt muligheter for videre forskning.

## 6.1 Svar på problemstillingen

I denne studien har jeg tilpasset et undervisningsopplegg fra STEMkey, der målet var å besvare problemstillingen «*Hva og hvordan opplever elever at de har lært og blitt motivert av et undervisningsopplegg om periodesystemet med en historisk vri og et makroperspektiv?*» Problemstillingen besvares med blikket rettet mot kontekstbasert undervisning, meningsfull læring og kjemiens tre dimensjoner. Jeg valgte å inkludere tre ulike blikk i å se problemstillingen i lys av, da dette vil inkludere flere aspekter med undervisningen enn bare det kjemifaglige læringsutbytte. For å besvare problemstillingen gjennomførte jeg som tidligere beskrevet et forskningsintervju med lydopptak av tre elevgrupper i etterkant av gjennomført undervisningsopplegg samt et spørreskjema for å kartlegge elevenes forkunnskaper.

Det er først da elevene ble introdusert for grunnstoffenes fysiske aspekt at det virket som det ble forstått at grunnstoffenes fysiske nivå, bokstavforkortelser og modeller av subpartikler er to sider av samme sak. Elevenes beskrivelser tyder på at undervisning som starter på mikronivå ikke gir elevene innsikt i alle tre av kjemiens nivåer, selv om de arbeider med temaet over en lengre tidsperiode. Grunnstoffaktiviteten var en medvirkende faktor til utvikling av elevenes makroforståelse av periodesystemet, som understreker at undervisning som starter på mikronivået, kan ekskludere makroforståelse, slik som undervisningen året før kan eksemplifisere. Dette kom spesielt tydelig frem gjennom Martine, Casper og Pers beskrivelser at de ikke hadde tenkt gjennom grunnstoffenes fysiske eksistens i forkant av årets undervisning. Elevene utvidet makroforståelsen sin først når de fikk muligheten til å kjenne på grunnstoffene selv. Å føle og se på grunnstoffprøvene utmerket seg derfor både som en lærerik og en positivt motiverende aktivitet for elevene, det kan derfor virke som at denne tilnærmingen til periodesystemet er hensiktsmessig fra et elevperspektiv (Osborne et al., 2003).

Elevenes beskrivelser av Lego-sorteringen gjør at undervisningsøkten kan kategoriseres som meningsfull. Aktiviteten oppfylte kravene til logisk meningsfull, og la grunnlag for at aktiviteter i økten kunne kategoriseres som potensiell meningsfull, gjennom forklaringer som støttet at elevene forsto meningen bak hvorfor de gjennomførte aktiviteten (Ausubel, 1978; Ausubel & Robinson, 1969). Derimot kan ikke elevenes beskrivelser indikere at de har utviklet en komplett forståelse for periodesystemets nytteverdi, selv om noen sitater indikerte forståelse av prinsippet. Som Anders skrev i spørreskjema, som jeg har valgt som tittel for oppgaven, at «periodesystemet er et «kart» over materialer» satt elevene allerede i forkant av undervisningen med et snev av makroforståelse av periodesystemet.

Lego-sorteringen var en av aktivitetene med stort fokus på kontekstbasert læring (Lykknes et al., 2023). Espen beskrev at han brukte det han lærte i Lego-aktiviteten senere i økten, og at forståelsen her tilrettela forståelse for senere prinsipper. Elevene beskrev at denne kontekstbaserte aktiviteten bidro til læring, selv om tidligere forskning har betvilt dette (Ilhan et al., 2016; Podschuweit & Bernholt, 2018; Sadi-Yilmaz et al., 2022). Lego-aktiviteten var også en av flere aktiviteter på makronivået. Det at Espen og Anders brukte prinsipper som de lærte senere i undervisningen i diskusjonen med Lego-sortering, viser at de klarer å anvende kunnskap i andre situasjoner enn det som de lærte i, og dette kjennetegner dypere læring enn kun gjengivelse (Ausubel, 1978; Bloom et al., 1956).

Eva trakk frem grunnstoffaktiviteten som spesielt motiverende, noe som bygger på at Eva forsto prinsippet bak aktiviteten fra hennes tidligere beskrivelser at «naturfag er gøy, hvis jeg forstår det». Elevene kommenterte også på at det var morsomt med variasjon i aktivitetene, og at variasjonen var en motiverende faktor i undervisningen. Dette kan knyttes opp til det som diskuteres over, at variasjonen i aktivitetene la grunnlag for en kontekst som kunne passe flere elever, slik at de utviklet forståelse i en kontekst som var kjent for dem. Ulike kontekster for elevene å kjenne seg igjen i kan være årsaken til at de fleste elevene beskrev økten som morsom.

Det blir tydelig at elevene i denne klassen, uavhengig av faglig styrke i forkant har lært om periodesystemet gjennom både kontekstbasert læring, og fra et makroperspektiv. I tillegg beskrev elevene økten som både « morsom », « artig », og « kul ». Elevenes forklaringer er noe annet enn det Gilbert forklarer, at elevene ikke nødvendig lærer selv om de opplever en aktivitet som motiverende (Gilbert, 2006). Det er ikke sikkert at elevene lærte *fordi* de var motiverte, men som Johnson (2017) og Adetya Dewi et al. (2020) beskriver, lærer motiverte elever bedre enn demotiverte elever. Selv om elevene fant glede i undervisningsøkten, er det ikke sikkert at effekten vil farge av på naturfaget generelt videre (Bierenstiel & Snow, 2019).

## 6.2 Implikasjoner

Mangel på relevante forkunnskaper kan være en utfordring når elever skal lære om periodesystemet og atomer for første gang i ungdomsskolen, siden temaet er helt nytt for elevene. Fra barneskolen er det beskrevet at elevene skal ha kunnskap om faseoverganger og partikkelmodellen, men periodesystemet og grunnstoffer først blir introdusert i læreplanen i ungdomsskolen (Kunnskapsdepartementet, 2019). Dermed blir det nødvendig å sette temaet i sammenheng med tidligere kunnskaper for å stimulere for læring slik at elevene ikke starter med fullstendig blanke ark, uten noen form for hjelpemidler til å skape relevante sammenhenger mellom forkunnskap og nye temaet som introduseres (Gabel, 1999; Osborne et al., 2003; Taber, 2013). Et naturlig valg vil her være å bruke atomet som en fortsettelse av partikkelmodellen fra barneskolen og videre inn på periodesystemet og grunnstoffer i ungdomsskolen (Kunnskapsdepartementet, 2019). Hvis man derimot starter undervisningen med atomet for å skape en kontekst for elevene, kan dette kategoriseres som mikronivå i kjemien, som nettopp står i kontrast med anbefalinger fra faglitteraturen som heller anbefaler å starte undervisning på makronivå (Saritaş et al., 2021). I lys av manglende relevante forkunnskaper uten å måtte starte undervisningen på mikronivå, kan det derfor være fordelaktig å introdusere periodesystemet i et historisk perspektiv for å skape kontekst for elevene (Scheffel et al., 2009, s. 216-217). En annen måte å introdusere temaet i et makroperspektiv på er å basere undervisningen på periodesystemets sorteringskriterier, og vektlegge grunnstoffenes egenskaper. En logisk fortsettelse etter å introdusere egenskaper på makronivå kan være å fortsette med å forklare hvorfor grunnstoffene har disse egenskapene på mikronivå, som igjen kan forklare makronivået.

### **6.3 Videre forskning**

Studien som jeg har gjennomført er en kvalitativ studie, der et sentralt poeng er at funnene ikke kan generaliseres (Robson & McCartan, 2016, s. 20). Siden min studie baserte seg på kun en skoleklasse, kunne det ha vært interessant å gjennomføre et større forskningsprosjekt der flere klasser deltok. Om flere skoleklasser kunne observeres over en lengre tidsperiode der de anvender ulike tilnæringsmåter til kjemiens tre dimensjoner i naturfagundervisningen, kan det bli mer tydelig og konkret om en metode utmerker seg som spesielt bedre enn andre. Et eksempel kunne ha vært der noen klasser introduserte temaet i et mikroperspektiv og bygde videre med atomideen fra partikkelmodellen fra barneskolen, mens andre startet undervisningen på makronivå, med innfallsvinkel periodesystemet. Dermed kunne elevenes kunnskaper sammenlignes og diskuteres på tvers av kjemiens tre nivåer, og sees i lys av hverandre.

# Referanser

- Adetya Dewi, W., Imam, G., Desi Eri, K., Djum Djum Noor, B., Raden Bambang, S., Ahmad, N., & Lestari, H. (2020, 2020/11/12). Student Learning Motivation: A Conceptual Paper. Proceedings of the 2nd Early Childhood and Primary Childhood Education (ECPE 2020),
- Aikenhead, G. (2007). Expanding the research agenda for scientific literacy. *Promoting scientific literacy: Science education research in transaction*, 64.
- Askling, B., Dahl, T., Heggen, K., Kulbrandstad, L. I., Lauvdal, T., Mausethagen, S., Qvortrup, L., Salvanes, K. G., Skagen, K., Skrøvset, S., & Thue, F. W. (2016). *Om lærerrollen - et kunnskapsgrunnlag*. Fagbokforlaget.
- Ausubel, D. (1963). *The psychology of meaningful verbal learning*. Grune & Stratton.
- Ausubel, D. (1978). *Educational Psychology: A cognitive view*. 2. utg. New York, Holt, Rinehart & Winston.
- Ausubel, D. P., & Robinson, F. G. (1969). *School learning; an introduction to educational psychology*. New York, Holt, Rinehart and Winston.
- Ball, P. (2016). In retrospect: A New System of Chemical Philosophy. *Nature*, 537(7618), 32-33. <https://doi.org/10.1038/537032a>
- Ben-Zvi, N., & Genut, S. (1998). Uses and limitations of scientific models: the Periodic Table as an inductive tool. *International Journal of Science Education*, 20(3), 351-360. <https://doi.org/10.1080/0950069980200307>
- Bennett, J. (2003). *Teaching and Learning Science*. continuum. [https://books.google.no/books?hl=en&lr=&id=2k3UAwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&ots=PGH44DUwJA&sig=7PcfOFhPB7olqFVBYSiNavCMJoE&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.no/books?hl=en&lr=&id=2k3UAwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&ots=PGH44DUwJA&sig=7PcfOFhPB7olqFVBYSiNavCMJoE&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false)
- Bennett, J., & Lubben, F. (2006). Context-based Chemistry: The Salters approach. *International Journal of Science Education*, 28(9), 999-1015. <https://doi.org/10.1080/09500690600702496>
- Bennett, J., Lubben, F., & Hogarth, S. (2007). Bringing science to life: A synthesis of the research evidence on the effects of context-based and STS approaches to science teaching. *Science Education*, 91, 347-370. <https://doi.org/10.1002/sce.20186>
- Bierenstiel, M., & Snow, K. (2019). Periodic Universe: A Teaching Model for Understanding the Periodic Table of the Elements. *Journal of Chemical Education*, 96(7), 1367-1376. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.8b00740>
- Bloom, B. S., Englehart, M. D., First, E. J., Hill, W. H., & Krathwohl, D. R. (1956). Handbook 1: Cognitive domain. I B. S. Bloom (Red.), *Taxonomy of Educational Objectives: the classification of educational goals*. Addison-Wesley Longman Ltd.
- Brock, W. H. (1992). *The Fontana History of Chemistry*. Fontana Press. <https://books.google.no/books?id=h8JIQgAACAAJ>
- Broman, K., Bernholt, S., & Christensson, C. (2022). Relevant or interesting according to upper secondary students? Affective aspects of context-based chemistry problems. *Research in Science & Technological Education*, 40(4), 478-498. <https://doi.org/10.1080/02635143.2020.1824177>
- Brottveit, G. (2018a). Den kvalitative forskningsprosessen og kvalitative forskningsmetoder. I G. Brottveit (Red.), *Vitenskapsteori og kvalitative forskningsmetoder - Om å arbeide forskningsrelatert* (s. 84-106). Gyldendal.

- Brottveit, G. (2018b). Om forskningsdesign. I G. Brottveit (Red.), *Vitenskapsteori og kvalitative forskningsmetoder - om å arbeide forskningsrelatert* (s. 62-73). Gyldendal.
- Bulte, A. M. W., Westbroek, H. B., Jong, O., & Pilot, A. (2006). A Research Approach to Designing Chemistry Education using Authentic Practices as Contexts. *International Journal of Science Education*, 28, 1063-1086. <https://doi.org/10.1080/09500690600702520>
- Dalton, J. (1808). *A New System of Chemical Philosophy* (1. Utg). S. Russell.
- Del Busso, L. (2018). Å bli en etisk forsker. I G. Brottveit (Red.), *Vitenskapsteori og kvalitative forskningsmetoder - Om å arbeide forskningsrelatert* (s. 118-128). Gyldendal.
- Ebenezer, J. V., & Zoller, U. (1993). Grade 10 Students' perceptions of and attitudes toward science teaching and school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(2), 175-186. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/tea.3660300205>
- Eccles, J. S. (1987). Gender Roles and Women's Achievement-Related Decisions. *Psychology of Women Quarterly*, 11(2), 135-172. <https://doi.org/10.1111/j.1471-6402.1987.tb00781.x>
- Franco-Mariscal, A.-J., Oliva, J., & Gil, M. L. A. (2015). Understanding the Idea of Chemical Elements and Their Periodic Classification in Spanish Students Aged 16–18 Years. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 14. <https://doi.org/10.1007/s10763-014-9614-1>
- Gabel, D. (1999). Improving Teaching and Learning through Chemistry Education Research: A Look to the Future. *Journal of Chemical Education*, 76(4), 548. <https://doi.org/10.1021/ed076p548>
- Gilbert, J. (2010). The role of visual representations in the learning and teaching of science: An introduction. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 11.
- Gilbert, J. K. (2006). On the Nature of “Context” in Chemical Education. *International Journal of Science Education*, 28(9), 957-976. <https://doi.org/10.1080/09500690600702470>
- Gilbert, J. K., & Treagust, D. F. (2009). Introduction: Macro, Submicro and Symbolic Representations and the Relationship Between Them: Key Models in Chemical Education. I J. K. Gilbert & D. F. Treagust (Red.), *Multiple representations in chemical education* (4 utg., Vol. 4, s. 1-8). Springer science.
- Grossman, M. I. (2017). John Dalton and the origin of the atomic theory: reassessing the influence of Bryan Higgins. *Br J Hist Sci*, 50(4), 657-676. <https://doi.org/10.1017/s0007087417000851>
- Gulacar, O., Milkey, A., & Eilks, I. (2020). Exploring Cluster Changes in Students' Knowledge Structures Throughout General Chemistry. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 16, em1850. <https://doi.org/10.29333/ejmste/7860>
- Gungor, B. A., Saracoglu, S., & Metin, M. (2023). Perspective of Teachers to Context-Based Learning and Its Use in Science Education. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*. <https://doi.org/10.1007/s42330-023-00266-1>
- Habig, S., Blankenburg, J., van Vorst, H., Fechner, S., Parchmann, I., & Sumfleth, E. (2018). Context characteristics and their effects on students' situational interest in chemistry. *International Journal of Science Education*, 40(10), 1154-1175. <https://doi.org/10.1080/09500693.2018.1470349>
- Hannisdal, M., Haugan, J., & Munkvik, M. (2007). *Eureka! 9*. Gyldendal undervisning.
- Hartley, H. (1947). Antoine Laurent Lavoisier 26 August 1743-8 May 1794. *Proceedings of the Royal Society of London. Series A, Mathematical and Physical Sciences*, 189(1019), 427-456. <http://www.jstor.org/stable/97851>



- Hendry, R. F. (2005). Lavoisier and Mendeleev on the Elements. *Foundations of Chemistry*, 7(1), 31-48. <https://doi.org/10.1023/B:FOCH.0000042886.65679.4e>
- Howe, E., & Rudge, D. (2005). Recapitulating the History of Sickle-Cell Anemia Research: Improving Students' NOS Views Explicitly and Reflectively. *Science & Education - SCI EDUCATION*, 14, 423-441. <https://doi.org/10.1007/s11191-004-1996-y>
- Huie, E., Sathe, R., Wadhwa, A., Vasquez Santos, E., & Gulacar, O. (2022). Facilitating Concept Map Analysis: Generating and Evaluating Representative General Chemistry Concept Maps with a Novel Use of Image J, Gephi, JPathfinder, and R. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 18, em2063. <https://doi.org/10.29333/ejmste/11484>
- ICSE. (2020). *STEMkey*. International Centre for STEM Education. Retrieved 05.06.2023 from Ilhan, N., Yildirim, A., & Sadi-Yilmaz, S. (2016). The Effect of Context-based Chemical Equilibrium on Grade 11 Students' Learning, Motivation and Constructivist Learning Environment. *International Journal of Environmental and Science Education*, 11, 3117-3137.
- Jegstad, K. M., Höper, J., & Remmen, K. B. (2022). Using the Schoolyard as a Setting for Learning Chemistry: A Sociocultural Analysis of Pre-service Teachers' Talk about Redox Chemistry. *Journal of Chemical Education*, 99(2), 629-638. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.1c00581>
- Johnson, D. (2017). The Role of Teachers in Motivating Students to Learn. *Journal of Graduate Studies in Education*, 9(1), 46-49.
- Johnstone, A. (1982). Macro- and microchemistry. *School Science Review*, 64, 377-379.
- Johnstone, A. (2000a). Chemical Education Research: Where from Here? *PROCEEDINGS. Chem. Educ. Res. Practice Univ. Chem. Educ*, 4.
- Johnstone, A. (2000b). Teaching of Chemistry-Logical or psychological? *Chem. Educ. Res. Pract.*, 1, 9-15. <https://doi.org/10.1039/A9RP90001B>
- King, D. (2007). Teacher beliefs and constraints in implementing a context-based approach in chemistry. *Teaching Science: Journal of the Australian Science Teachers Association*, 53.
- King, D. (2012). New perspectives on context-based chemistry education: using a dialectical sociocultural approach to view teaching and learning. *Studies in Science Education*, 48(1), 51-87. <https://doi.org/10.1080/03057267.2012.655037>
- King, D., & Henderson, S. (2018). Context-based learning in the middle years: achieving resonance between the real-world field and environmental science concepts. *International Journal of Science Education*, 40(10), 1221-1238. <https://doi.org/10.1080/09500693.2018.1470352>
- Kjærnsli, M., & Jensen, F. (2016). 2 Naturfag i PISA: definisjon og oppgaver. I *Stø kurs* (s. 32-48). Universitetsforlaget. <https://doi.org/doi:10.18261/9788215027463-2016-03>
- Kunnskapsdepartementet. (2017). *Overordnet del – verdier og prinsipper for grunnopplæringen.*: Fastsatt som forskrift vedkongelig resolusjon. Læreplanverket for Kunnskapsløftet 2020.
- Kunnskapsdepartementet. (2019). (NAT01-04). Fastsatt som forskrift av Utdanningsforbundet Retrieved from <https://www.udir.no/lk20/nat01-04/kompetansemaal-og-vurdering/kv78?lang=nob>
- Kvale, S., & Brinkmann, S. (2019). *Det kvalitative forskningsintervju* (3. Utg). Gyldendal.
- Lente, G. (2019). Welcome to the year of the periodic table. *Reaction Kinetics, Mechanisms and Catalysis*, 126(1), 1-2. <https://doi.org/10.1007/s11144-019-01532-w>

- Lykknes, A., Eikeseth, U., Kayima, F., Eggen, P.-O., & Persson, J. (2023). *STEMkey Module IO7 - The periodic system* [Upublisert lærerveiledning fra STEMkey].
- Lykknes, A., & Gusland, J. Z. (2015). En vitenskap blir til - Noen trekk ved kjemiens historie fram mot 1910. I *Akademi og industri - Kjemiutdanning og -forskning ved NTNU gjennom 100 år* (1 utg.). Fagbokforlaget.
- Mahartika, I., Afrianis, N., Okmarisa, H., Putra, N. D. P., Diniya, D., Ilhami, A., & Hermita, N. (2020). A Modification of UNO Games: "Chemuno Card Games (CCG)" Based on "Chemistry Triangle" to Enhance Memorization of the Periodic Table. *Universal Journal of Educational Research*, 8, 8411-8419.
- NESH. (2021). *Forskningsetiske retningslinjer for samfunnsvitenskap og humaniora*. Retrieved 27.03.2023 from <https://www.forskningsetikk.no/retningslinjer/hum-sam/forskningsetiske-retningslinjer-for-samfunnsvitenskap-og-humaniora/>
- Nilssen, V. (2012). *Analyse i kvalitative studier - Den skrivende forskeren*. Universitetsforlaget.
- Norman, R. (2021). *The Johnstone Triangle : The Key to Understanding Chemistry* [Book]. Royal Society of Chemistry. <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=nlebk&AN=2736480&site=ehost-live&scope=site>
- OECD. (2007). *PISA 2006*. <https://doi.org/doi:https://doi.org/10.1787/9789264040014-en>
- OECD. (2016). *PISA 2015 Assessment and analytical framework: Science, reading, mathematics and financial literacy*. . O. Publications.
- OECD. (2019). *PISA 2018 Results (Volume I): What Students Know and Can Do*. O. Publishing.
- Lov om grunnskolen og den vidaregåande opplæringa (opplæringslova), § 2-1 (1998). [https://lovdata.no/dokument/NL/lov/1998-07-17-61/KAPITTEL\\_2#%C2%A72-1](https://lovdata.no/dokument/NL/lov/1998-07-17-61/KAPITTEL_2#%C2%A72-1)
- Osborne, J., & Dillon, J. (2008). Science Education in Europe: Critical Reflections.
- Osborne, J., Simon, S., & Collins, S. (2003). Attitudes towards science: A review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1049-1079. <https://doi.org/10.1080/0950069032000032199>
- Podschuweit, S., & Bernholt, S. (2018). Composition-Effects of Context-based Learning Opportunities on Students' Understanding of Energy. *Research in Science Education*, 48(4), 717-752. <https://doi.org/10.1007/s11165-016-9585-z>
- Postholm, M.-B. (2005). *Kvalitativ metode - En innføring med fokus på fenomenologi, etnografi og kasusstudier*. Universitetsforlaget.
- Pratt, H. T. (2010). A Letter Signed: The Very Beginnings of Dalton's Atomic Theory. *Ambix*, 57(3), 301-310. <https://doi.org/10.1179/174582310X12849808295742>
- Reina, A., García-Ortega, H., Gracia-Mora, J., Marín-Becerra, A., & Reina, M. (2022). Compounds and Molecules: Learning How to Distinguish Them through an Educational Game. *Journal of Chemical Education*, 99(3), 1266-1271. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.1c00975>
- Ringnes, V., & Hannisdal, M. (2014). *Kjemi fagdidaktikk - Kjemi i skolen* 3.utg. Cappelen Damm Akademisk.
- Roberts, D. A. (2011). Competing Visions of Scientific Literacy - The influence of a Science Curriculum Policy Image. In L. Ö. Cedric Linder, Douglas A. Roberts, Per-Olaf Wickman, Gaalen Erickson, Allan MacKinnon (Ed.), *Exploring the Landscape of Scientific Literacy*. Taylor & Francis.

- Roberts, D. A., & Bybee, R. W. (2014). Scientific Literacy, Science Literacy, and Science Education IS. K. A. Norman G. Lederman (Red.), *Handbook of Research on Science Education, Volume II* (1 utg., Vol. 2, s. 545-558). Routledge.
- Robson, C., & McCartan, K. (2016). *Real world research: a resource for users of social research methods in applied settings* (4. Utg). Wiley.
- Rose, D. E. (2012). Context-Based Learning. I N. M. Seel (Red.), *Encyclopedia of the Sciences of Learning* (s. 799-802). Springer US. [https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1428-6\\_1872](https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1428-6_1872)
- Rudge, D., & Howe, E. (2004). Incorporating History into the Science Classroom. *Science Teacher*, 71.
- Sadi-Yilmaz, S., Yildirim, A., & Ilhan, N. (2022). Effects of the Context-Based Learning Approach on the Teaching of Chemical Changes Unit. *Journal of Turkish Science Education*, 19, 218-236. <https://doi.org/10.36681/tused.2022.119>
- Sarıtaş, D., Özcan, H., & Adúriz-Bravo, A. (2021). Observation and Inference in Chemistry Teaching: a Model-Based Approach to the Integration of the Macro and Submicro Levels. *Science & Education*, 30(5), 1289-1314. <https://doi.org/10.1007/s11191-021-00216-z>
- Scerri, E. (2008). The Role of Triads in the Evolution of the Periodic Table: Past and Present. *Journal of Chemical Education*, 85(4), 585. <https://doi.org/10.1021/ed085p585>
- Scerri, E. (2013). Cracks in the Periodic Table. *Scientific American*, 308(6), 68-73. <http://www.jstor.org/stable/26018269>
- Scheffel, L., Brockmeier, W., & Parchmann, I. (2009). Historical Material in Macro-Micro Thinking: Conceptual Change in Chemistry Education and the History of Chemistry. I J. K. Gilbert (Red.), *Multiple Representations in Chemical Education - Models and modeling in science education* (s. 215-250). Springer Science.
- Schmidt, S. J. (2021). Helping students connect the macroscopic level to the molecular level. *Journal of Food Science Education*, 20(4), 166-177. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/1541-4329.12232>
- Seel, N. M. (2012). Ausubel, David P. (1918–2008). I N. M. Seel (Red.), *Encyclopedia of the Sciences of Learning* (s. 387-388). Springer US. [https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1428-6\\_1149](https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1428-6_1149)
- Siegfried, R. (2002). From Elements to Atoms: A History of Chemical Composition. *Transactions of the American Philosophical Society*, 92, i. <https://doi.org/10.2307/4144909>
- Sjøberg, S. (2022). *Naturfag som allmenndannelse - en kritisk fagdidaktikk* 4.utg. Gyldendal.
- Solbu, E. (2016). Verden satt i system. *nrk.no*. <https://www.nrk.no/viten/xl/verden-satt-i-system-1.12737748>
- Sutman, F. X., & Bruce, M. H. (1992). Chemistry in the community—ChemCom. A five-year evaluation. *Journal of Chemical Education*, 69(7), 564. <https://doi.org/10.1021/ed069p564>
- Svendsen, B., Strømme, A., & Juel, L. A. (2022). Modeller og kommunikasjon i naturfag. I *Naturfag for lærere vg1*. Gyldendal Norsk Forlag AS.
- Taber, K. (2013). Revisiting the chemistry triplet: Drawing upon the nature of chemical knowledge and the psychology of learning to inform chemistry education. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 14. <https://doi.org/10.1039/C3RP00012E>
- Talanquer, V. (2005). Recreating a Periodic Table: A Tool for Deeloping Pedagogical Content Knowledge. *Chem. Educator*, 2005(10), 95-99.

- Talanquer, V. (2011). Macro, Submicro, and Symbolic: The many faces of the chemistry “triplet”. *International Journal of Science Education*, 33(2), 179-195.  
<https://doi.org/10.1080/09500690903386435>
- Talanquer, V. (2018). Chemical rationales: another triplet for chemical thinking. *International Journal of Science Education*, 40(15), 1874-1890.  
<https://doi.org/10.1080/09500693.2018.1513671>
- Timilsena, N. P., Maharjan, K. B., & Devkota, K. M. (2022). Teachers' And Students' Experiences In Chemistry Learning Difficulties. *Journal of Positive School Psychology*, 6(10), 2856-2867. <https://journalppw.com/index.php/jpsp/article/view/13764>
- Tjora, A. (2021). *Kvalitative forskningsmetoder i praksis*. Gyldendal.
- Treagust, D., Chittleborough, G., & Mamiala, T. (2003). The role of submicroscopic and symbolic representations in chemical explanations. *International Journal of Science Education*, 25(11), 1353-1368. <https://doi.org/10.1080/0950069032000070306>
- Tsaparlis, G. (2008). Learning at the Macro Level: The Role of Practical Work. I (s. 109-136).  
[https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8872-8\\_6](https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8872-8_6)
- Usselman, M. C., Leaist, D. G., & Watson, K. D. (2008). Dalton's Disputed Nitric Oxide Experiments and the Origins of his Atomic Theory. *ChemPhysChem*, 9(1), 106-110.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1002/cphc.200700707>
- Utdanningsdirektoratet. (2021). (KJE01-02). Fastsatt som forskrift av Utdanningsforbundet Retrieved from <https://www.udir.no/lk20/kje01-02/kompetansemaal-og-vurdering/kv533>
- Vallori, A. (2014). Meaningful Learning in Practice. *Journal of Education and Human Development*, 3. <https://doi.org/10.15640/jehd.v3n4a18>
- van Dinther, R., de Putter, L., & Pepin, B. (2023). Features of Immersive Virtual Reality to Support Meaningful Chemistry Education. *Journal of Chemical Education*, 100(4), 1537-1546. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.2c01069>
- Viana, H., & Porto, P. (2009). The Development of Dalton's Atomic Theory as a Case Study in the History of Science: Reflections for Educators in Chemistry. *Science and Education*, 19, 75-90. <https://doi.org/10.1007/s11191-008-9182-2>
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in Society - Development of Higher Psychological Processes*. Harvard University Press. <https://doi.org/10.2307/j.ctvjf9vz4>
- Ültay, N., & Çalık, M. (2012). A Thematic Review of Studies into the Effectiveness of Context-Based Chemistry Curricula. *Journal of Science Education and Technology*, 21(6), 686-701. <https://doi.org/10.1007/s10956-011-9357-5>
- Ødegaard, M., Kjærnsli, M., & Kersting, M. (2021). *Tettere på naturfag i klasserommet - resultater fra videostudien LISSI*. Fagbokforlaget.

# Vedlegg

**Vedlegg A: Intervjuguide**

**Vedlegg B: Godkjenning fra SIKT**

**Vedlegg C: Samtykkeskjema**

**Vedlegg D: Lysbilder og bildelisens**

**Vedlegg E: Spørreskjema**

**Vedlegg F: Perodesystemet inndelt i blokker**

## Vedlegg A: Intervjuguide

Først litt informasjon om studien og meg selv. Har med spørreskjema, utskrift av PowerPoint, intervjuguide, grunnstoffer, legoklosser og vektskiver på intervjuet.

Oppvarmingsspørsmål:

### Hva synes dere om naturfag?

- Hva liker dere med naturfag?
- Hva liker dere ikke med naturfag?
- Hvorfor/hvorfor ikke?

Spørsmål om timen:

### Kan dere beskrive timen som vi hadde i dag?

\*Vise frem grunnstoffene, Lego-klossene og vektskiver for å snakke om aktivitetene\*

- Snakke om hver del av opplegget (spørsmålene stilles under alle aktivitetene)
  - Hvordan opplevde dere aktivitetene?
  - Hva lærte dere?
  - I hvilken grad ble dere motivert?
  - Hva har de enkelte aktivitetene med periodesystemet å gjøre?
  - Interessant?
  - Hvordan likte dere aktiviteten?

### Hvordan sorterte dere lappene med grunnstoffene?

- Hvorfor gjorde dere det på denne måten?
- Hva tenkte dere når dere sorterte? Hva gikk dere ut ifra.

### Hvorfor tror dere at dere skal lære om periodesystemet?

### Hvordan lærte dere om periodesystemet i fjor?

- Hva var annerledes i år?
- Hvorfor skal dere lære om periodesystemet?

**Hvordan vil dere beskrive opplegget i dag?**

**Hvordan ser en vanlig naturfagstime ut?**

- Aktiviteter
- Hva liker dere?
- Hva liker dere ikke?
- Hva føler dere at dere lærer best av?

Avslutningsspørsmål: Hvis lite svar på prøv med prompts.

**Hva har dere lært i dag?**

- Når lærte dere dette?
- Hva forsto du under denne aktiviteten?
- Hvorfor var dette spesielt interessant?
- Var noe utfordrende?

**Er det noe dere føler dere ikke har fått sagt? Noe dere vil fortelle eller ønsker å dele?**

Ta opp igjen hvis noen spørsmål fra timen som dukker opp underveis.

# Vedlegg B: Godkjennelse fra SIKT



[Meldeskjema](#) / [Undervisningsopplegg om periodesystemet](#) / Vurdering

## Vurdering av behandling av personopplysninger

**Referansenummer**

114653

**Vurderingstype**

Standard

**Dato**

30.01.2023

**Prosjekttittel**

Undervisningsopplegg om periodesystemet

**Behandlingsansvarlig institusjon**

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

**Prosjektansvarlig**

Annette Lykknes

**Student**

Marte Gjerde Buset

**Prosjektperiode**

10.01.2023 - 01.06.2023

**Kategorier personopplysninger**

Alminnelige

**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 01.06.2023.

[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.

**FORELDRE SAMTYKKER FOR BARN**

Prosjektet vil innhente samtykke fra foresatte til behandlingen av personopplysninger om barna.

**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.)

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-endringer-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 C: Samtykkeskjema

### Vil du/ditt barn delta i forskningsprosjektet

#### Elever om periodesystemet?

Dette er et spørsmål til deg om ditt barn kan delta i et forskningsprosjekt hvor formålet er å kartlegge forståelsen til elever om periodesystemet gjennom ulike tilnæringsmetoder som kontekstbasert læring og meningsfull læring. I dette skrevet gir vi deg informasjon om målene for prosjektet og hva deltakelse vil innebære for deg. Det er deg som foresatt som må gi samtykke til dette siden eleven er under 16 år.

#### Formål

Jeg er student på lektorprogrammet i realfag hos NTNU. Masteroppgaven jeg skriver i vår handler om elevers forståelse av periodesystemet, og hvordan ulike undervisningstilnæringer oppfattes av elevene. Denne oppgaven innebærer at jeg ønsker å kartlegge kunnskapen til elevene i forkant av undervisningen, og undersøke hvordan dette har endret seg i etterkant av undervisningsøkten.

Elevens rolle vil være å svare på spørsmål under et intervju og gjennomføre et spørreskjema med ulike kartleggingsspørsmål om atomer og periodesystemet. For at dataene skal kunne dokumenteres på best mulig måte, ønsker jeg å bruke en lydopptaker når intervjuet gjennomføres. Opptakene vil kun høres på av meg etter intervjuet der relevante deler vil bli transkribert og anonymisert.

Jeg ber om din tillatelse til å kunne gjøre disse lydopptakene og samle inn spørreskjema. Forutsetningen for denne tillatelsen er at alt innsamlet materiale blir behandlet med respekt og blir anonymisert, samt at prosjektet følger gjeldende retningslinjer for etikk og personvern. Det er helt frivillig å delta og man kan til enhver tid trekke seg fra deltakelse uten å måtte oppgi noen grunn til det. Hvis du ikke ønsker å delta på dette prosjektet, så gir du beskjed til meg enten via telefon, e-post eller personlig.

Dette prosjektet skal resultere i en masteroppgave som skal markere slutten på min utdanning ved NTNU. Det jeg lærer fra denne forskningen vil være verdifullt for meg både for oppgaven min, men også videre i livet som ferdig utdannet lektor.

#### Hvem er ansvarlig for forskningsprosjektet?

Den ansvarlige institusjonen er institutt for samfunns- og utdanningsvitenskap ved NTNU.

#### Hvorfor får du spørsmål om å delta?

Du har blitt kontaktet fordi du er foresatt for en elev ved Rosenborg skole i klasse 9A. Eleven har tidligere gjennomført innledende undervisning om atomer og periodesystemet.

#### Hva innebærer det for deg å delta?

Hvis du velger at eleven skal delta i prosjektet, innebærer det et intervju med lydopptak, som et gruppeintervju sammen med andre elever, samt et spørreskjema om forkunnskaper. Intervjuet vil ta omtrent 45 minutter, varigheten til komme an på hvor mye elevgruppen vil dele. Her vil jeg stille spørsmål om hvilke tanker elevene har om opplegget, og knytte dette sammen med spørreskjema om forkunnskaper, og generelle tanker om opplegget som har blitt gjennomført.

#### Det er frivillig å delta

Det er frivillig å delta i prosjektet. Hvis du/ditt barn velger å delta, kan du når som helst trekke

samtykket tilbake uten å oppgi noen grunn. Alle dine personopplysninger vil da bli slettet. Det vil ikke ha noen negative konsekvenser for eleven hvis du ikke vil delta eller senere velger å trekke deg. Det er kun jeg som blir å høre på lydopptakene fra intervjuet. Det vil ikke påvirke ditt forhold til skolen å bli med i denne studien.

### **Ditt personvern – hvordan vi oppbevarer og bruker dine opplysninger**

Jeg vil bare bruke opplysningene om eleven til formålene jeg har fortalt om i dette skrevet. Vi behandler opplysningene konfidensielt og i samsvar med personvernregelverket. Det er jeg og min veileder som vil ha tilgang til denne informasjonen. For å sikre at ingen uvedkommende får tilgang til personopplysningene dine, vil alle navn bli anonymisert. Lydopptaket vil være på en leid lydopptaker som eies av institutt for samfunns- og utdanningsvitenskap på NTNU, og vil bli slettet før prosjektslutt. Deltagere vil ikke kunne gjenkjennes i publikasjon, og opplysninger som vil publiseres er hva som kommer frem under intervjuet.

### **Hva skjer med personopplysningene dine når forskningsprosjektet avsluttes?**

Prosjektet vil etter planen avsluttes 01.06.2023. Etter prosjektslutt vil datamaterialet med dine personopplysninger anonymiseres, ved kryptering. Anonymiserte opplysninger ikke vil slettes, men kunne gjenbrukes til eventuell videre forskning.

### **Hva gir oss rett til å behandle personopplysninger om deg?**

Vi behandler opplysninger om deg basert på ditt samtykke.

På oppdrag fra NTNU har Personverntjenester 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:

- Prosjektets forfatter er meg; Marte Gjerde Buset. epost: [martegb@live.no](mailto:martegb@live.no)
- Faglig ansvarlig og veileder for oppgaven er Annette Lykknes, tlf. [REDACTED] e-post: [annette.lykknes@ntnu.no](mailto:annette.lykknes@ntnu.no)
- NTNUs personvernombud, Thomas Helgesen, tlf.: 930 79 038; e-post: [thomas.helgesen@ntnu.no](mailto:thomas.helgesen@ntnu.no)

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

- Personverntjenester på epost ([personverntjenester@sikt.no](mailto:personverntjenester@sikt.no)) eller på telefon: 53 21 15 00.

Med vennlig hilsen

Marte Gjerde Buset (student)

---

Jeg har mottatt og forstått informasjon om prosjektet elever om periodesystemet og har fått anledning til å stille spørsmål. Jeg samtykker til:

- å delta i intervju
- å svare på spørreskjema
- at mine personopplysninger lagres etter prosjektslutt

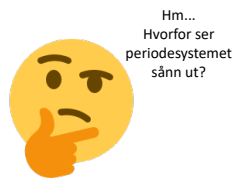
Jeg samtykker til at mine opplysninger behandles frem til prosjektet er avsluttet

---

(Signert av prosjektdeltaker, dato)

## Vedlegg D: Presentasjon og bildelisenser

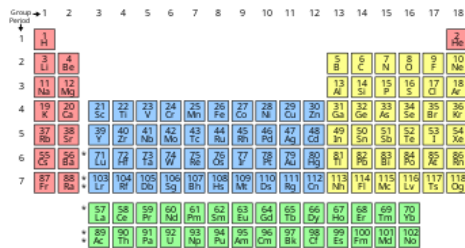
1.



Hm...  
Hvorfor ser  
periodesystemet  
sånn ut?

Periodesystemet

Sortering og  
systematisering av  
grunnstoffer.



Group	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Period 1	1	2																3
Period 2	3	4											5	6	7	8	9	10
Period 3	11	12											13	14	15	16	17	18
Period 4	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
Period 5	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
Period 6	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
Period 7	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104

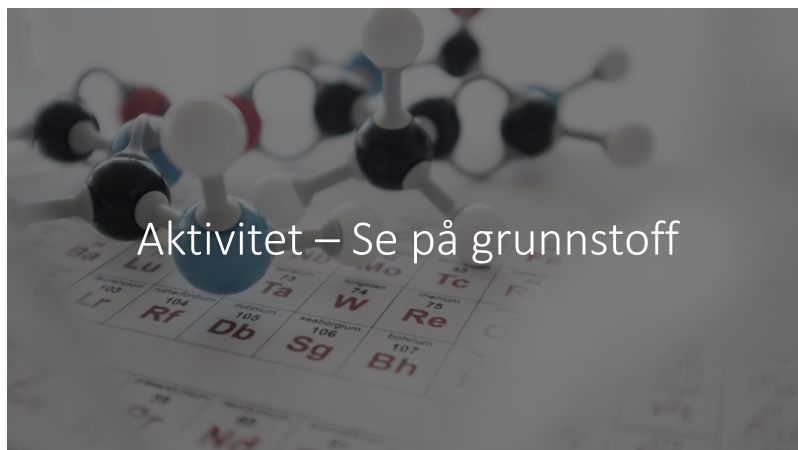
Dette skal du kunne:

2.

- Kunne forklare i enkle trekk hvordan de første periodesystemene ble utviklet.
- Diskutere hvordan ulike egenskaper kan lede til ulike sorteringer av periodesystemet og hvordan ulike former og fasonger kan representere periodiske trender på ulike måter.
- Sortere objekter og grunnstoffer på en systematisk måte



3.



## Aktivitet – Sortere legoklosser

4.

- Gruppen din har fått utdelt 20 Lego-klosser!
- Sorter klossene!



5.

Hvordan sortere dere klossene?

Hvilken kategori eller egenskap sorterte dere etter?

Kan dere komme på mer enn én måte å sortere på?

Vanskelig når man ikke vet hva man skal sortere etter! Datidens naturvitere prøvde seg frem og feilet mye før de kom frem til sine teorier om periodesystemet.

6.

Tenk sammen i grupper!

Hva vet dere om tettheten (tyngden) til jern, aluminium, kobber og titan?

7.

## Aktivitet - Metallvekker

- Kjenn på forskjellen i vekt av metallskivene og sorter dem etter vekt.
- Var det noen som sorterte Legoklossene etter vekt istedet?



8.



## Historisk perspektiv

- På 1900-tallet ble vekten til atomene det viktigste for å sortere dem!
- Lavoisier listet 33 grunnstoffer i 1789.
- Dalton tok ideen til Lavoisier om grunnstoffer, og koblet disse sammen med vekt. For første gang var atomer koblet med grunnstoff!



9.

## Daltons metoder

- Dalton analyserte stoffer, og fant hvilke grunnstoffer som de besto av. Derifra kunne han si noe om hva ulike grunnstoffer veide.
- Dalton sa at vann besto av en del oksygen og en del vann.
- OH, er dette vann?

År/Grunnstoff	1803	Revised 1808	Revised 1810
Hydrogen	1	1	1
Nitrogen	4.2	5	5
Karbon	4.3	5	5.4
Oksygen	5.5	7	7
Fosfor	7.2	9	9
Svovel	14.4	13	13
Jern		38	50
Sink		56	56
Kobber		56	56
Bly		95	95

10.

## Et grunnstoff

- Hva er et grunnstoff?
  - Så langt man kan bryte ned et stoff med kjemiske metoder. Rent stoff
- Er vann et grunnstoff?
- NEI
- Vann er ikke et grunnstoff siden det er satt sammen av to ulike stoffer, nemlig hydrogen og oksygen



11.

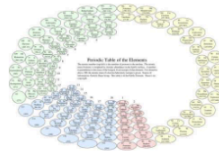
## Endelig periodesystem!

- Først på 1860-tallet at periodesystemer begynte å utvikle seg uavhengig av hverandre.
- England, Frankrike, USA, Tyskland og Russland.
- Alle brukte atomvekt som utgangspunkt for sorteringen, men de valgte å legge vekt på ulike egenskaper for å systematisere dem.
- Mendelejev fra Russland var en av de som prøvde å lage et periodesystem.

12.

## Måter å prøve seg frem på

- Ulike periodesystem som ble laget før nåtidens tok form.
- Brukte vekt som hovedegenskap for sortering, men hva annet?
- Vanskelig å vite hva man skal gå ut i fra!



		O		N		H		
F	Cl	Br	I			Li	Na	K
S	Se	Te				Mg	Ca	Sr
P	As	Sb				Be	Ce	La
C	B	Bi				Zr	Th	Al
Ti	Ta	W				Sn	Cd	Zn
Mo	V	Cr				U	Mn	Ni
	Bi	Pb				Ag	Hg	Cu
	Os	Ir				Rh	Pt	Au

13.



## Aktivitet – Sortere grunnstoff som Mendeleev!

---

- Det øverste tallet er atomvekten til grunnstoffet som de gikk ut i fra på 1800-tallet.
- Den andre informasjonsbiten er hvor mange av atomet av grunnstoffet (R) som kombineres med et gitt antall oksygenatomer.
- EKSEMPEL: 1 (Hydrogen)  
 $R^2O$  ( $H_2O$ )
- Dere må pusle sammen informasjonen dere har fått til å lage deres eget periodesystem.

## Oppsummering

---

14.

- Hva har vi gjort i dag?
  - Grunnstoff
  - Legoklosser
  - Vektskiver
  - Sortert grunnstoff

Vanskelig når de som skal sortere ikke har noe å gå ut i fra!





## Bildelisenser

Lysbilde	Motiv	Kilde
Lysbilde 1	Periodesystemet Tenkende emoji	Laget av: Offnfopt Hentet fra: <a href="https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Simple_Periodic_Table_Chart-en.svg">https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Simple_Periodic_Table_Chart-en.svg</a>
Lysbilde 2	Grønn hake	Laget av: KyraVixen Hentet fra: <a href="https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Symbol_confirmed.svg">https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Symbol_confirmed.svg</a>
Lysbilde 4	Lego-klosser	Lisens: Creative Commons Fotograf: Benjamin D. Esham Hentet fra: <a href="https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Lego_bricks.jpg">https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Lego_bricks.jpg</a>
Lysbilde 7	Vektskiver	Tatt av: STEMkey Hentet fra: IO7 The Periodic system - Module Outline STEMkey – Teaching module
Lysbilde 8	John Dalton	Laget av: Joseph Allen Hentet fra: <a href="https://commons.wikimedia.org/wiki/File:John_Dalton.jpeg">https://commons.wikimedia.org/wiki/File:John_Dalton.jpeg</a>
Lysbilde 9	Tabell av Daltons atomvekter	Hentet fra: (Brock, 1992, s.138)
Lysbilde 12	Triader	Scerri 44-48
Lysbilde 12	Sirkulært periodesystem	Laget av: Singinglemon Hentet fra: <a href="https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Circular_periodic_table.png">https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Circular_periodic_table.png</a>
Vedlegg F	Periodesystemet delt inn i blokker	Lisens: Creative Commons Laget av: Sandbh Hentet fra: <a href="https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Chemical_PT.png">https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Chemical_PT.png</a>

## Vedlegg E: Samtykkeskjema

Navn:

1. Hvordan vil du forklare hva periodesystemet er til et småsøskjen?
2. Hva kan du om periodesystemet? Skriv ned det du kommer på.
3. Hva tror du bestemmer hvor grunnstoffene er plassert i periodesystemet?
4. Hva synes du er vanskelig med periodesystemet?

Group	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Period ↓																		
1	1 H																	2 He
2	3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
3	11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
4	19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
5	37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
6	55 Cs	56 Ba	* 71 Lu	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
7	87 Fr	88 Ra	* 103 Lr	* 104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Cn	113 Nh	114 Fl	115 Mc	116 Lv	117 Ts	118 Og
			* 57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb		
			* 89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No		



