

Innhold i kjemifaget

Hovedområdenes omfang i læreplan,
lærebøker og på skriftlig eksamen i kjemi 2

**Margrete Marine
Baardsgaard**

Lektorutdanning med master i realfag
Innlevert: april 2014
Hovedveileder: Annette Lykknes, IKJ

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet
Institutt for kjemi

Forord

Denne masteroppgaven er gjennomført ved institutt for kjemi ved Norges teknisk – naturvitenskapelige universitet (NTNU). Arbeidet med masteroppgaven har vært lærerikt og interessant. Jeg har fått innsikt i kjemihistorien og fått mulighet til å studere tre viktige faktorer i skolen: læreplan, lærebøker og eksamen i programfaget kjemi 2 i videregående skole.

Jeg vil først og fremst rette en stor takk til min veileder, Annette Lykknes, for grundige tilbakemeldinger, god oppfølging og nyttige innspill underveis i prosessen.

Videre vil jeg takke kjemilærere og lærebokforfattere, ressurspersoner i forlag, læreplangruppa og eksamensnemda, som alle har bidratt med informasjon og innsikt i kjemifaget.

Jeg er utrolig takknemlig for støtten fra den enestående familien min. En spesiell takk til min samboer, Tom André, og min sønn, Petter, for at dere har vært tålmodige, hjelpsomme og positive.

Trondheim, april 2014.

Margrete Baardsgaard.

Sammendrag

I denne oppgaven undersøkes det hvordan ulike fagområder i programfaget kjemi 2 er representert i tre viktige dokumenter i faget: læreplan, lærebøker og vurdering (eksamensoppgaver).

De faghistoriske kunnskapene er sentrale for å forstå fagets stilling i dagens skole. Læreplan, lærebøker og eksamen settes derfor i et historisk perspektiv i kontekstuelle analyser. Kjemi som skolefag har gjennomgått mange endringer siden det var en del av faget «naturvidenskap» i undervisningsplanen av 1869. Strukturen i lærebøkene har endret seg fra å være organisert etter grunnstoffer til å bli organisert i kapitler som tar for seg prinsipper og teorier. I dag vurderes elevens måloppnåelse i de kompetansemålene som er gitt av gjeldende læreplan. På 1800-tallet skulle derimot eksamen også måle elevens «modenhet» i tillegg til fagkunnskapene.

I dokumentanalyser studeres omfanget av fagets hovedområder i læreplan, lærebøker og eksamensoppgaver. Antall verb i kompetansemålene telles og hvert kompetansemål klassifiseres i et egenutviklet taksonomisk verktøy som peker på det kognitive nivået som kreves av eleven for å få måloppnåelse. Struktur og omfanget av de ulike hovedområder i dagens tre læreverk studeres. Alle sidene i læreverkene knyttes til hvilket hovedområde de beskriver og telles. Eksamensoppgavene gitt i programfaget kjemi 2 (i perioden 2009–2013) kobles mot hovedområdene, det vil si hvilket hovedområde oppgavene er formulert med utgangspunkt i. I henhold til hvordan sensor skal vekte kandidatens besvarelse, viser jeg hvordan de ulike hovedområdene er representert på eksamen.

Dokumentanalysene samsvarer når det gjelder omfanget av hovedområder i læreplan, lærebøker og på eksamen. Hovedområdene Organisk kjemi 2, Analyse og Redoksreaksjoner har flest verb i læreplanen, flest sider i lærebøkene og vurderes i størst grad på eksamen. Forskning og Materialer er de hovedområdene som har færrest verb i læreplanen, samtidig beskrives disse i minst grad i læreverkene. Materialer prøves i liten grad på eksamen og Forskning i svært liten grad. I lys av uttalelser fra fem kjemilærere og deres periodeplaner diskuteres funnene i analysen.

Jeg reflekterer over innholdet i kjemifaget ved å ta et blikk på faget som produkt, prosess, som samfunnsmessig institusjon og i lys av de fire læringstrådene. Det pekes på hvordan alle

fem av fagets hovedområder er en del av kjemifaget og at de til sammen utgjør en helhetlig kompetanse.

Abstract

This paper explores how different disciplines of the school subject «kjemi 2» (chemistry) is expressed in three important documents of the subject: the curriculum, textbooks and assessment (exam papers).

To understand the place of the subject in Norwegian schools, it is important to know the historical background of the subject. The curriculum, textbooks and exams are therefore placed in a historical perspective in contextual analyses. Chemistry as a school subject have undergone many changes since it was a part of the subject «naturvidenskap» (natural science) in the curriculum from 1869. The structure in the textbooks has changed from being organized according to the elements to becoming organized in chapters according to principles and theories. Today the pupils achievement is evaluated in the learning objectives as given by the curriculum. In the 19th century the exams measured the pupils «maturity» in addition to measuring their knowledge.

The extent of the subject's main areas («hovedområder») is studied in the curriculum, textbooks and exam papers, respectively in document analyses. The number of verbs in the objectives is counted and each objective is classified in a self-developed taxonomical tool. By using the tool, the learning objectives are categorized according to the cognitive level which is required by the student to achieve the learning objective. The structure and the emphasis of the different main areas in the three current textbooks are studied. All of the pages in the textbooks are connected to the main areas and are counted. The exam papers in «kjemi 2» (in the period 2009–2013) are related to the main areas, that is; what main areas are assessed. According to how the examiners are supposed to grade the exam papers, I am going to show how the various main areas are represented in the exams.

The document analyses correlate in terms of the extent of the main areas in the curriculum, textbooks and in exams. The main areas «Organisk kjemi 2» (organic chemistry), «Analyse» (analysis) and «Redoksreaksjoner» (redox reactions) have the largest amount of verbs in the curriculum, the largest amount of textbook pages, and in addition they are also assessed to a bigger extent. «Forskning» (Research) and «Materialer» (Materials) are the main areas that has the smallest amount of verbs in the curriculum, additionally these main areas has the least amount of textbook pages. «Materialer» is assessed to a small extent in exams and

«Forskning» to a *very* small extent. Based on the statements from five chemistry teachers and their year plans I discuss the results.

I reflect over the content of the subject in terms of the subject as a product, process and as a social institution and in light of the four strands of scientific proficiency. I point to how all the five main areas of the subject is a part of the chemistry subject, and that they together create a broad competence.

Innholdsfortegnelse

INNLEDNING	1
PROBLEMSTILLING OG METODE	2
KONTEKSTUELL ANALYSE.....	4
KVALITATIVE DOKUMENTANALYSER.....	4
KVALITATIVT INTERVJU	5
RELIABILITET OG VALIDITET I KVALITATIVE METODE.....	7
OPPBYGGING AV OPPGAVEN	9
DEL 1 – LÆREPLAN	
1.1 Fra ideene bak til realisering	12
FLERE TYPER AV LÆREPLANEN	13
SKREVEN OG USKREVEN LÆREPLAN	14
1.2. Kontekstuell analyse: et historisk blikk på kjemifaget	15
DE FØRSTE SKOLENE	16
DE FØRSTE LÆREPLANENE	17
SKOLEN PÅ 1900-TALLET.....	20
REFORM 94 (R94).....	24
KUNNSKAPSLØFTET (LK06).....	27
DEN VIDEREGÅENDE SKOLE VIL ALDRI FINNE SIN ENDELIGE FORM	30
1.3 Analyse av læreplanen i kjemi 2	31
TRINN 1 AV LÆREPLANANALYSEN: ANTALL VERB.....	33
BAKGRUNN FOR TRINN 2: MODELLER FOR LÆREPLANANALYSE.....	37
TRINN 2 AV LÆREPLANANALYSEN: KOGNITIVE PROSESSER.....	41
1.4 Refleksjoner – hvordan styres undervisningen	48
UTVALGET AV KJEMILÆRERE.....	49
<i>De utvalgte lærerne om hovedområdenes rolle i undervisningen</i>	49
DOKUMENTANALYSE AV DE UTVALGTE KJEMILÆRERNES PERIODEPLANER.....	51
DEL 2 – LÆREBOK	
2.1 Kontekstuell analyse: lærebøker i kjemi fra 1800 – tallet og frem til i dag	57
ET HISTORISK BLIKK PÅ STRUKTUREN I LÆREBØKER I KJEMI.....	58
DAGENS TRE LÆREBØKER I KJEMI 2	64
I SISTE REKKE ER DET OPP TIL LÆREREN	72

2.2 Lærebøkene i kjemi 2 og hovedområdene	73
LÆREBOKANALYSE: ANTALL SIDER	73
2.3 Refleksjoner – hvordan styrer læreboka undervisningen i utvalgte klasserom?	81
DEL 3 – VURDERING	
KRAV TIL EKSAMEN	85
3.1 Kontekstuell analyse: eksamen i kjemi i et historisk perspektiv	86
ET TILBAKEBLIKK PÅ VURDERING GJENNOM LOVER OG UNDERVISNINGSPLEANER.....	87
SKRIFTLIGE EKSAMEN I R94.....	89
DAGENS SKRIFTLIG EKSAMEN.....	90
3.2 Eksamensoppgaver i kjemi 2 og hovedområdene.....	94
ANALYSE AV PROSENTVIS FORDELING AV HOVEDOMRÅDENE I EKSAMENSOPPGAVER	95
3.3 Refleksjoner – hvor viktig er eksamen i noen utvalgte klasserom?.....	108
SAMMENFATNING OG REFLEKSJONER	112
LITTERATUR	119

VEDLEGG 1: SAMTYKKEERKLÆRING

VEDLEGG 2: INTERVJUGUIDE

VEDLEGG 3: UTDRAG FRA UNDERVISNINGSPLEANEN AV 1885

VEDLEGG 4: UTDRAG FRA UNDERVISNINGSPLEANEN AV 1899

VEDLEGG 5: UTDRAG FRA UNDERVISNINGSPLEANEN AV 1911

VEDLEGG 6: UTDRAG FRA UNDERVISNINGSPLEANEN AV 1950

VEDLEGG 7: UTDRAG AV LÆREPLANEN AV 1976

VEDLEGG 8: UTDRAG FRA LÆREPLANEN AV 1994

VEDLEGG 9: UTDRAG FRA LÆREPLANEN AV 2006

VEDLEGG 10: TRINN 1 AV LÆREPLANANALYSE – TELLING AV VERB

VEDLEGG 11: TRINN 2 AV LÆREPLANANALYSE – TAKSONOMISK BESTEMMELSE

VEDLEGG 12: ANALYSE AV PERIODEPLANER

VEDLEGG 13: ANALYSE AV EKSAMENSOPPGAVER

Innledning

Jeg tror dagens læreplan er godt kjent for alle kjemilærere og at det er vilje til å bruke læreplanen som et styringsverktøy. Men utforming av eksamen har fortsatt stor betydning for undervisningen, noe som er dokumentert i flere arbeider. – Anne-Britt Andersen (2011).¹

Når underliggende faktorer blir avgjørende for undervisningen, snakker man gjerne om en *skjult læreplan*. Anne-Britt Andersen hevder at ikke alle læreplanens hovedområder har blitt prøvd til avsluttende eksamen i programfaget kjemi 2 i årene 2009–2011.² Dette er interessant ettersom flere forskere peker på at det ikke er den sentrale læreplanen som styrer innholdet i undervisningen, men at det som faktisk testes ved avsluttende eksamen er utslagsgivende.³ Dersom det er tilfelle at enkelte hovedområder nedprioriteres i den avsluttende eksamen i kjemi 2, kan konsekvensen være at ikke hele læreplanen undervises i alle klasserom.

I henhold til opplæringsloven er læreplanen det dokumentet læreren skal jobbe etter. Læreplanen angir kompetansemål strukturert under hovedområder og spesifiserer hvilke kunnskaper som er sentrale i faget. Likevel er det ikke slik at læreplanen alene bestemmer innholdet i et skolefag, også andre faktorer kan tenkes å påvirke hva som vektlegges i undervisningen. Som nevnt kan eksamen være en slik faktor, lærebøker kan være en annen. Ofte brukes lærebøker som et verktøy for at målene i faget skal nås. All erfaring tilsier at mange kjemilærere lar lærebøker være ganske bestemmende for hva som vektlegges i undervisningen i Norge i dag. Ettersom både eksamen og lærebøker skal følge læreplanen i faget, trenger det ikke være noen motsetning mellom å følge læreplan eller la seg styre av eksamen eller lærebok. Men dekkes alle hovedområdene i læreplanen like godt i lærebøker og på eksamen?

¹ *ibid.*

² Andersen (2011). I en eksamensbesvarelse i faget *Kjemi som vitenskap og undervisningsfag* (KJ6007) ved NTNU talte Andersen eksamensoppgaver og så på hvilke kompetansemål som ble prøvd i eksamenssett i kjemi 2 i perioden våren 2009 – våren 2011.

³ Valdermo (1995), side 80; Ringnes (1993), side 209; Engelsen (2012), side 153; Thune og Brøndum (2003), side 21; Alseth *et. al* (2003), side 41, hevder at eksamen også er styrende for matematikkundervisning i skolen; Busengdal Strand (1995) viser at eksamensoppgaver er viktige i det kjemilærere utformer prøver.

Problemstilling og metode

Grunnlag for studien var å undersøke nettopp hvilke fagområder som studeres i programfaget kjemi 2 og i hvilket omfang. For å studere dette har jeg tatt utgangspunkt i de nevnte tre viktige dokumentene: læreplan, lærebøkene og eksamen. Læreplanen definerer fra sentralt hold hva som skal undervises og læres i faget. Lærebøkene tolker kompetansemålene i læreplanen og definerer et pensum med utgangspunkt i disse. Eksamen skal vurdere i hvilken grad elevene har nådd målene for opplæringen, som gitt av læreplanen. Jeg vil derfor påstå at disse tre dokumentene, på hver sin måte, styrer undervisningen i norsk skole.

Med dette som utgangspunkt vil jeg derfor analysere:

1. Hvilket omfang og taksonomiske nivå de ulike hovedområdene i læreplanen utgjør?
2. Hvordan de ulike hovedområdene i læreplanen reflekteres i lærebøker i kjemi 2?
3. I hvilken grad de ulike hovedområdene vurderes til sentralgitt skriftlig eksamen i kjemi 2?

For å svare på problemstillingen har jeg i hovedsak valgt kvalitative metoder, med noen kvantitative innslag. Kvalitativ forskning går i dybden og målet er å forstå og forklare funn ut i fra en spesifikk kontekst. Redegjørelser og funn presenteres typisk verbalt, numeriske verdier er ikke statistisk signifikante, og generaliserbarhet av funnene er ikke av stor betydning. Dette står i motsetning til kvantitative undersøkelser hvor målinger og kvantifiseringer står sentralt. Funn presenteres typisk ved hjelp av statistikk og generaliserbarhet av funnene ses på som en viktig faktor.⁴

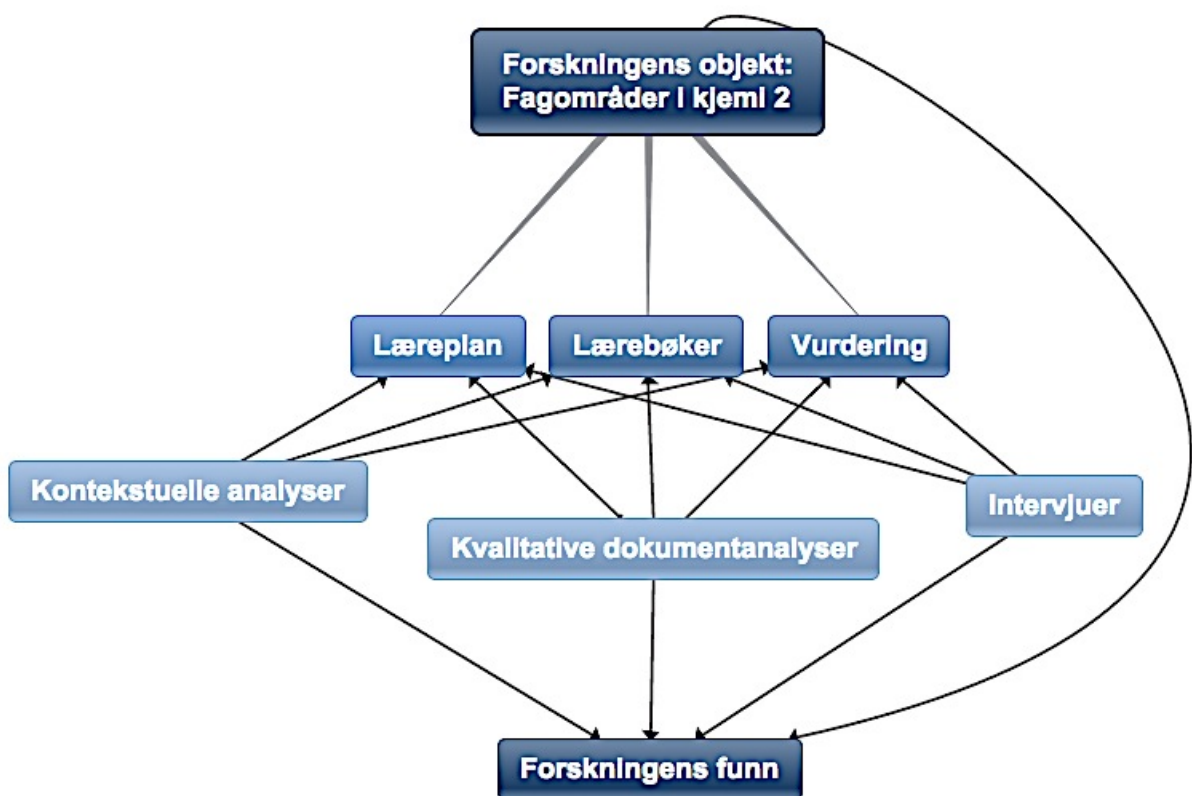
Hovedområdenes rolle i læreplan, lærebøker og i vurdering (eksamen) blir i denne oppgaven belyst ved bruk av dokumentanalyser. Dokumentanalyser, også kalt innholdsanalyser, kan benyttes for å tolke innholdet i tekstdata. Tekstdata kan være i verbal- (for eksempel transkripter fra intervjuer), publisert- (som artikler, dokumenter, bøker) eller i elektronisk form (eksempelvis internettsider).⁵ Læreplanens, lærebøkene og eksamens betydning for undervisningen ble undersøkt ved hjelp av kvalitative intervjuer av noen utvalgte kjemilærere. Selv om kvalitative intervjuer ikke kan brukes til å generalisere, ønsket jeg gjennom intervjuene å fange opp enkeltlæreres erfaringer og tanker omkring sin undervisningspraksis,

⁴ Robson (2011), side 18–19.

⁵ Hsieh og Shannon (2005).

bruke funnene som rammer for eventuelt videre arbeid og for å reflektere over funnene i dokumentanalysene.

Oppgaven er tredelt, læreplan, lærebok og vurdering (eksamen) behandles i hver sin del av oppgaven. Alle tre deler starter med en kontekstuell analyse. Kontekstuelle analyser søker en forståelse for teksten innen rammene av sin historiske og kulturelle setting.⁶ De tre dokumentene er ikke nye sider ved skolen, men har lange tradisjoner i skolefagene. Å se læreplan, lærebøker og vurdering i et historisk perspektiv gjør at jeg bedre kan analysere og drøfte dagens situasjon, de gir en kontekst og tydeliggjør dagens struktur og rammer. Designet av oppgaven illustreres i figur 1.



Figur 1. Design av oppgaven. Tema for oppgaven er fagområdene i kjemi 2 og hvordan de reflekteres i dokumentene læreplan, lærebøker og i vurdering (eksamen). For å gi en kontekst til dagens situasjon beskrives alle tre dokumenter i kontekstuelle analyser (historiske gjennomganger). Dagens læreplan, lærebøker og eksamensoppgaver i kjemi 2 studeres i kvalitative dokumentanalyser. Noen utvalgte kjemilæreres syn på hvordan de tre dokumentene styrer deres undervisning og hvilke prioriteringer de gjør i sin praksis belyses gjennom intervjuer. Funnene presenteres for hvert dokument og til slutt i oppgaven.

⁶ Behrendt (2008). Kontekstuelle analyser kan også benyttes for å belyse andre aspekter, definisjonen er gitt etter hva analysen brukes til i denne oppgaven.

Kontekstuell analyse

I de kontekstuelle analyser søker jeg å beskrive henholdsvis læreplan, lærebok og vurdering ut fra et teoretisk og historisk perspektiv. For å forstå hvilken stilling disse tre dokumentene har i dagens skole, viser jeg hvordan læreplaner, lærebøker og vurderingspraksis har endret seg gjennom de siste drøye 100 år.

Undervisning i skolen og de dokumenter som definerer skolens praksis er i stadig utvikling. Gjennom den historiske gjennomgangen får vi innsyn i ulike perioders praksis og begrunnelser og et mer nyansert syn på hvilke valg som danner utgangspunkt for dagens ordning. Ikke alle ideene er så nye som man kanskje kunne tro.

Som vi skal se har for eksempel eksperimenter hatt en enda større plass i kjemiundervisningen i tidligere tider enn de har i dag, noe som kanskje vil overraske mange. Det kan også være interessant å merke seg hvor sent ny viten har ført til endringer i lærebøkene. Med knappe undervisningsplaner og lærebøker fulle av fagstoff som skulle pugges, er det all grunn til å tro at «moderne» elementer i kjemiundervisningen, som periodesystemet og mikronivået i kjemi, ikke ble undervist selv om vitenskap (og undervisning på universitetsnivå) for lengst hadde anerkjent dette.

De kontekstuelle analysene bidrar slikt sett til å utfylle bildet av det produktet som dagens undervisningspraksis er.

Kvalitative dokumentanalyser

Kvalitativ dokumentanalyse kan defineres som en forskningsmetode for subjektiv tolkning av innholdet i tekstdata hvor systematiske klassifiseringsprosesser og koding brukes for å identifisere trender eller mønstre.⁷

Inspirert av andre forskningsprosjekter som har brukt dokumentanalyser ble denne metoden valgt. Som et eksempel ble prosjektet *Kunnskap og læringsambisjoner for ungdom i seks land*

⁷ Hsieh og Shannon (2005).

utført i regi av Utdanningsdirektoratet og dokumentanalyser ble brukt på læreplanen i naturfag.⁸ Dokumentene i mine analyser er læreplaner, lærebøker og eksamensoppgaver.

Dokumentanalysene jeg har gjort i denne oppgaven kvalifiserer som summative dokumentanalyser. Summativ dokumentanalyse omfatter tellinger og sammenligninger av nøkkelord eller innhold, fulgt av en tolkning av den underliggende konteksten.⁹ I læreplanens hovedområder er verbene i hvert kompetansemål talt. Kompetansemålene er også plassert i klasser etter hvilket nivå av kunnskap de reflekterer etter et egenutviklet taksonomisk verktøy (kap. 1.3). Sidene i lærebøkene er knyttet til hvert hovedområde og talt (kap. 2.2).

Deloppgaver gitt til eksamen er også knyttet til hvilket hovedområde de prøver eleven i og jeg har tatt sensorveiledninger i betraktning i forhold til hvordan de ulike oppgavene skal vektas (kap. 3.2). Resultatene er diskutert og fortolket for å gi et bilde av den prosentvise fordelingen av hovedområdene i henholdsvis læreplanen, lærebøker og eksamensoppgaver.

Som en del av analysene har jeg også besøkt noen skoler for å få et innblikk i kjemilæreres undervisningspraksis.

Kvalitativt intervju

For å se nærmere på undervisningspraksisen i noen utvalgte klasserom i programfaget kjemi 2 ble fem kjemilærere intervjuet. Lærerne hadde på forhånd fått informasjon om hensikten med studien og underskrevet en samtykkeerklæring (vedlegg 1).

⁸ Udir (2011a), side 6, side 32. Formålet var å sammenligne norske kompetansemål og læringsambisjoner etter 10. trinn med tilsvarende mål fra andre land (Sverige, Danmark, Finland, Skottland og New Zealand). Et annet eksempel er Andreas Wahls masteroppgave i fysikk av 2009. Wahl studerte blant annet hvordan fagdisiplinene biologi, kjemi, fysikk, geofag og teknologi ble behandlet i læreplan og lærebøker i naturfag (på ungdomstrinnet og første året på videregående skole).

⁹ Hsieh og Shannon (2005). I litteratur pekes det på at dokumentanalyse som metode har tre distinkte tilnæringer: konvensjonell– («conventional»), styrt– («directed») og summativ dokumentanalyse («summative»). I konvensjonell dokumentanalyse er ikke kategoriene bestemt på forhånd, men oppstår som et resultat av funnene i analysen. Denne metoden brukes gjerne når teori eller forskningslitteratur for studien er begrenset. Dette står i motsetning til styrt dokumentanalyse hvor kodekategoriene utledes med bakgrunn i eksisterende teorier eller relevant forskning.

Selve intervjuet kan betegnes som et halvplanlagt formelt intervju eller et *semistrukturert intervju*.¹⁰ I det semistrukturerte intervjuet har forskeren på forhånd utviklet en intervjuguide (vedlegg 2). Denne fungerer som en «sjekklister» over punkter som forskeren ønsker å dekke i intervjusituasjonen. Selv om intervjuguiden inneholder en viss ordlyd og spesifikke spørsmål, blir dette ofte endret i intervjusituasjonen. Forskeren trenger ikke følge en fast rekkefølge i det spørsmål stilles, oppfølgingsspørsmål kan stilles underveis og andre endringer kan gjøres kontinuerlig ut i fra flyten i intervjuet.¹¹

Kvalitative intervjuer som metode medfører naturligvis noen begrensninger. Alternative metoder som jeg kunne ha brukt er spørreskjema, observasjoner eller et kvantitativt (mer strukturert) intervju. Kvantitative intervjuer kan være mer tidsbesparende enn kvalitative intervjuer og med et spørreskjema hadde det nok vært mulig å nå ut til flere kjemilærere. Men det kvalitative intervjuet gir en større innsikt i enkeltlærernes valg og prioriteringer.

Observasjon som metode hadde kanskje avdekket hva som skjer i klasserommet uten farging av kjemilærerens synspunkt om undervisningen. Med observasjon som metode hadde det nok vært mulig å få et bilde av hvor stor del av undervisningen som ble brukt til hvert hovedområde, men i så fall måtte jeg ha observert undervisningen i løpet av et helt skoleår. Med tanke på ressurser ble observasjon som metode for tidkrevende og det kvalitative intervjuet ble vurdert som best egnet for denne masteroppgaven.

Kvalitative metoder fokuserer ofte på relativt små utvalg hvor informantene er valgt etter bestemte prinsipper. Informantene anses som gode kilder på informasjon og er valgt på bakgrunn av relevansen for studien. Deltagerne i utvalget skal belyse temaer som er sentrale for studien og gi forskeren mulighet til å gå i dybden av temaet.¹² Informantene i denne studien ble valgt med prinsippet at de underviste i kjemi 2 samme skoleår som innhenting av informasjonen fant sted. Lærerne har ulik erfaring i yrket og jobber på skoler av ulik størrelse, de anses som relevante for studien og som gode kilder for å utdype undervisningspraksisen i sine klasserom. Utvelgelsen kan sies å være et «bekvemmelighetsutvalg» («convenience sampling»)¹³ På grunn av hva som var praktisk gjennomførbart ble informanter i noenlunde nærhet til forskeren valgt. Samtlige lærere i utvalget er anonymisert og presenteres i kap. 1.4.

¹⁰ Postholm (2005), side 72; Robson (2011), side 284.

¹¹ Postholm (2005), side 72; Robson (2011), side 284–286.

¹² Patton (1990), side 169.

¹³ Robson (2011), side 275, Patton (1990), side 180–181.

I tillegg til å intervjuere lærere har jeg sett på deres periodeplaner. Med periodeplaner menes den planen som lærere setter opp for tenkt progresjon i faget i løpet av skoleåret. Periode- og arbeidsplaner skulle gi en oversikt over hvilke temaer de fem lærerne underviste i løpet av året og ble studert i en dokumentanalyse. Samtidig ga de informasjon om hvor inngående de ulike temaene ble undervist. Periodeplanene var utformet av lærerne ved skoleårets begynnelse, altså allerede før den første kontakten mellom forskeren og informantene.

Robson skriver at slike studier er «unobtrusive measures» – studier av allerede eksisterende materiale. Slike studier innebærer ikke risikoen at fenomenet som studeres endres som følge av studien. For eksempel kan et intervju gi noe feilaktig informasjon fordi informanten gir svar som en føler er mer «riktig» i intervjusituasjonen.¹⁴ Men det kan nevnes at informantene kan ha gjort endringer i planene sine fordi de visste jeg skulle komme.

Periodeplanene ble analysert som supplement til hovedanalysene og behandles derfor i alle tre delene i oppgaven (se kap. 1.4 for beskrivelse av analysen).

Reliabilitet og validitet i kvalitative metode

Reliabilitet er knyttet til hvor konsistente resultatene er, for eksempel om samme funn kan gjøres på et senere tidspunkt. For at reliabiliteten skal være ivaretatt må resultatene kunne reproduseres og gjentas. Utførlige beskrivelser av metoder som blir brukt styrker en studies reliabilitet.¹⁵ Kapitlene 1.3, 2.2 og 3.2, samt vedlegg som det henvises til i disse kapitlene, styrker dermed denne studiens reliabilitet. Når det gjelder de mer kvantitative sidene ved dokumentanalysene (som telling av verb, telling av sider) er det stor sannsynlighet for at de samme trendene ville blitt oppdaget dersom andre skulle gjennomført tilsvarende metode med samme kategorier. Opptellingene av verb i læreplanmålene, sidetall i lærebøkene og deloppgaver i eksamenssettene ble kontrollert og utført (minst) to ganger. Når det gjelder den taksonomiske bestemmelsen av læreplanens kompetansemål (kap. 1.3) kan metoden ses på som et eksempel på hvordan verktøyet kan anvendes. Funnene kan variere avhengig av forskerens problemsstilling og analysekategorier.

¹⁴ Robson (2011), side 345.

¹⁵ Robson (2011), side 77, side 155–158; Postholm (2005), side 132, side 169–170; Kvale og Brinkmann (2009), side 164–167.

Validitet handler om man undersøker det man tror man undersøker, hvor nøyaktige, presise eller sanne funnene er. Validiteten i kvalitative studier har blitt problematisert, alternativt kan begrepet *troverdighet* (eller gyldighet) brukes. Validiteten (eller troverdigheten) til en studie kan styrkes eller svekkes gjennom faktorer og faser i forskningen.¹⁶ Hvordan hovedområdene i programfaget kjemi 2 vektlegges har i min oppgave blitt belyst fra flere vinkler og ved bruk av flere metoder, hvilket styrker validiteten. Hovedområdenes omfang er studert i både læreplan (kap. 1.3), lærebøker (kap. 2.2) og eksamensoppgaver (3.2). Samtidig er det brukt flere metoder i arbeidet, både kontekstuelle analyser og kvalitative dokumentanalyser er gjennomført, det er også brukt to metoder for analyse av læreplanen (kap. 1.3). Forskerens tolkninger må dokumenteres og begrunnes ut i fra datamaterialet for å styrke en studies validitet. Kapitlene 1.3, 2.2 og 3.2 styrker denne studiens validitet i tillegg til reliabilitet.

Validiteten knyttet til intervjuene av kjemilærere styrkes ved opptak av intervjuer og nøyaktige transkripsjoner av relevant informasjon. Postholm skriver at det er vanskelig å oppnå reliabilitet i kvalitative intervjuer.¹⁷ Dette fordi det for eksempel er vanskelig å gjenta et semistrukturert intervju på eksakt samme måte kan ikke kravet om reliabilitet oppnås. Informantene kan ikke huske nøyaktig ordlyd på det som er sagt tidligere, det er også mulig at informantene har fått større innsikt i temaet gjennom det første intervjuet. I stedet for reliabilitet kan man bruke *pålitelighet*.

Da stilles det spørsmål om undersøkelsen er metodisk og konsekvent gjennomført og om den er relativt stabil over tid. Det å være systematisk i arbeidet kan bidra til styrket reliabilitet. Dette kan oppnås ved å føre en full oversikt over alle aktiviteter gjennom studien. En slik oversikt inkluderer all rådata, transkripter av intervjuer, notater, dataanalyse osv.¹⁸ I oppstarten av arbeidet med oppgaven ble det ført en logg over all kontakt med informanter. Denne inkluderte dato for kontakt mellom forsker og informant og hovedinnhold i all kommunikasjon. Senere har denne loggen blitt arkivert med alle notater, transkripter og andre dokumenter som er av relevans for studien.

¹⁶ Robson (2011), side 77, side 155–158; Postholm (2005), side 132, side 169–170; Kvale og Brinkmann (2009), side 164–167.

¹⁷ Postholm (2005), side 132.

¹⁸ Postholm (2005), side 132; Robson (2011), side 159.

Oppbygging av oppgaven

Som nevnt består oppgaven av tre hoveddeler som hver skal besvare deler av problemstillingen.

Del 1 tar for seg læreplanen. Trekk ved læreplanen som dokument og læreplanens ulike sider presenteres. Læreplanen settes i et historisk perspektiv i kontekstuelle analyser og dagens læreplan i kjemi 2 analyseres i to kvalitative dokumentanalyser. Jeg reflekterer over funnene i lys av de utvalgte kjemilærernes uttalelser og periodeplaner.

Del 2 omhandler lærebøker. Lærebøker i kjemi settes i en historisk kontekst og oppbyggingen av de tre læreverkene som finnes på markedet i dag beskrives. I dokumentanalyse av de tre lærebøkene studeres hovedområdenes omfang nærmere. Resultatene av den kvalitative dokumentanalysen ses i sammenheng med tre kjemilæreres periodeplaner. Disse tre lærerne sier at læreboka er viktig for deres undervisningspraksis.

Del 3 beskriver vurdering, nærmere bestemt summative vurderingen i form av eksamen. I den kontekstuelle analysen beskriver jeg hvordan eksamens rolle i skolen og innhold har endret seg i lys av de læreplanene og skolelovene som ble presentert i del 1 av oppgaven.

Eksamenssettene gitt etter innføring av LK06 (i perioden 2009–2013) analyseres med tanke på hovedområdenes representasjon. Funnene sammenholdes med to av lærernes periodeplaner, to lærere som beskrives som motsetninger når det gjelder eksamens styring for undervisningen.

Avslutningsvis i oppgaven sammenfatter jeg funnene og reflekterer over innholdet i kjemifaget.

Del 1 – Læreplan

Læreplanteorien beskjeftiger seg med mye mer enn det ferdige plandokumentet. Den omfatter både de ideene og prinsippene som ligger til grunn for den formelle læreplanen, og realiseringen av læreplanen i undervisnings- og læringsarbeid. – Britt Ulstrup Engelsen (2012).¹⁹

I skolehverdagen er det nok først og fremst selve læreplandokumentet som lærere og elever har i tankene når det er snakk om læreplan. Men læreplanteori omfatter mange flere aspekter.

Det formelle læreplandokumentet som utdanningssystemet skal forholde seg til er en av de viktigste styringsfaktorene i skolen.²⁰ Gjeldende læreplan skal utgjøre en ramme for lærerens arbeid og er et dokument som læreren må tilpasse sin lokale kontekst. Læreplanen må tolkes av læreren og undervisningen må planlegges og utføres slik at læreplanen kan realiseres i klasserommet.²¹ Men mellom lærer og elev, eller mellom elever, kan det oppstå ulike oppfatninger av læreplanen som utspiller seg i undervisningen. Utdanningsforskere peker ofte på flere sider og typer av en læreplan ved at en og samme læreplan kan oppfattes ulikt i ett og samme klasserom.

I tillegg til selve dokumentet, omfatter læreplanteori ideene bak og prosessen som førte til selve læreplandokumentet.²² Fordi læreplaner ikke skapes uavhengig av tid og rom må en også se på planens historiske utvikling fra tidligere planer for å forstå situasjonen i dagens skole.²³ På bakgrunn av dette og for å gi et innblikk i hvordan kjemifaget har endret seg belyses den historiske utviklingen av skolen og læreplanene i kap. 1.2 i en kontekstuell analyse.

Som vi skal se er det tradisjoner for studier av og forskning på læreplaner, både her i Norge og internasjonalt. Forskning knyttet til læreplanen kan dreie seg om den historiske utviklingen, forskjeller mellom ulike lands læreplaner eller inkludere dokumentanalyser. To metoder som kan brukes i forbindelse med dokumentanalyse av læreplaner er Blooms taksonomi og Webbs Depth-of-Knowledge-nivåer. Disse presenteres i dette kapittelet og brukes for å konstruere et eget verktøy som anvendes på læreplanen i kjemi 2. Denne delen av

¹⁹ *ibid*, side 10.

²⁰ Imsen (2009), side 191. Med *utdanningssystem* mener jeg skoleeiere og de som jobber med utdanning – skoleledere, lærere, ledelse og ansatte i lærebedrifter.

²¹ Engelsen (2012), side 15.

²² Engelsen (2012), side 15.

²³ Inglar (2011), side 61.

oppgaven handler om hvilket omfang og taksonomiske nivå de ulike hovedområdene i læreplanen utgjør. Fordi læreplanens hovedområder er utgangspunkt for alle tre analyser utgjør dette kapittelet en større del av oppgaven.

1.1 Fra ideene bak til realisering

Det finnes ingen enkel definisjon på hva en læreplan er. Begrepet *læreplan* kan ses fra flere sider, noe som kan gi opphav til ulike definisjoner: hvordan den er blitt til, innholdet, hvilke rammer den skaper for skolen og lærerens virksomhet, læreren og elevens virksomhet og elevens læring og sosialisering.²⁴ Betydningen av begrepet læreplan er ofte avhengig av læreplantradisjonene i de enkelte land. I de nordiske landene bruker vi betegnelsen læreplan om det formelle plandokumentet som beskriver opplæringen slik den er tenkt å foregå.²⁵ Gunn Imsen, professor i pedagogikk, definerer læreplan i denne sammenhengen slik: «Læreplaner forteller hva som skal gjøres i ulike fag og på ulike klassetrinn, og hvor mange timer de forskjellige fagene skal ha av skolens totale undervisningstid».²⁶

Mens det nordiske begrepet kun omfatter den intenderte læringen, bruker engelsktalende land det videre begrepet *curriculum*, som også omfatter den realiserte læringen, filosofien og forestillingene som ligger bak en skrevet læreplan.²⁷ Den realiserte læringen er det som faktisk skjer av læring gjennom undervisningen, noe som kan være knyttet til erfaringer, opplevelser og konkrete kunnskaper.²⁸

Begrepet læreplan kan omfatte begge disse forståelsene, men også mange flere, noe som tydeliggjøres ved et blikk på ulike typer av læreplaner.

²⁴ Engelsen (2012), side 28.

²⁵ Imsen (2009), side 191; Gundem (2008), side 16–17; Karseth og Sivesind (2009), side 22. Begrepet læreplan betyr det samme i de nordiske landene; i Norge bruker vi læreplan, på svensk läroplan, i Danmark anvendes læseplan. Tradisjonene for utforming av læreplaner er også lik i de nordiske landene; de formelle læreplanene utformes på initiativ fra myndighetene gjennom et samarbeid mellom fageksperter, lærere og representanter fra ulike organisasjoner og samfunnsfelt.

²⁶ Imsen (2009), side 191.

²⁷ Imsen (2009), side 191–193; Lundgren (1989), side 21. Fordi begrepene *læreplan* og *curriculum* har noe ulik betydning skiller jeg på begrepene i teksten der jeg mener dette er hensiktsmessig.

²⁸ Gundem (2008), side 16–17.

Flere typer av læreplanen

Utdanningsforskeren John I. Goodlad har utviklet et verktøy som kan brukes for å belyse ulike typer av læreplaner. Dette gir innsikt i hvordan samme læreplan kan oppfattes og gjennomføres ulikt i undervisningen.²⁹ Gjennom sitt virke som lærer, professor og utdanningsforsker har Goodlad gitt ut over 30 bøker om utdanning og høstet flere priser for sitt arbeid innen feltet.³⁰

Goodlad viser til læreplanvirkelighets kompleksitet gjennom tre sider ved læreplanen: *den substansielle siden*, *den sosiopolitiske siden* og *den teknisk–profesjonelle siden*. *Den substansielle siden* er læreplanens *hva* og omhandler undervisningsmål, lærestoff, materialer, evaluering osv. *Den sosiopolitiske siden* ved læreplanen konsentrerer seg om *hva* som anses som viktig i samfunnet og er undervisningens *hvorfor*. *Den teknisk–profesjonelle side* er knyttet til læreplanen i praksis, logistikk, planlegging og evaluering av læreplaner, denne siden er knyttet til læreplanen i praksis, undervisningens *hvordan*.³¹

For å skille de ulike formene for læreplaner har Goodlad laget et begrepsapparat bestående av fem typer av læreplaner som beskriver læreplanens ulike fremstillingsmåter: *den ideologiske*, *den formelle*, *den oppfattede*, *den gjennomførte* og *den erfarte*. *Den ideologiske* læreplanen reflekterer holdninger og interesser som ses på ideelle i samfunnet. Disse ideene kommer sjeldent til syne i det ferdige læreplandokumentet da de undertrykkes gjennom de sosiopolitiske og teknisk–profesjonelle prosessene. *Den formelle* læreplanen er det dokumentet som får offentlig godkjenning av myndighetene. Dette er (nesten alltid) et skriftlig dokument fremsatt av en læreplankomité.³² I Norge er dette for eksempel læreplaner og gjeldende lov- og avtaleverk for videregående opplæring. Læreplanarbeidet i Norge er styrt fra sentralt hold og det formelle læreplandokumentet har forskriftstatus. Dette betyr at læreplanen er forpliktende og fungerer dermed som et statlig styringsdokument som gir direktiver for skolen og lærerne.³³ *Den oppfattede* læreplanen er læreplanen slik den oppfattes av leseren gjennom tolkninger og forståelse. Dette trenger ikke nødvendigvis å være det samme som den formelle læreplanen. *Den gjennomførte* læreplanen er det som i praksis skjer

²⁹ Goodlad (1979), side 44–45.

³⁰ Ohles *et. al* (1997), side 136–137.

³¹ Goodlad (1979), side 17–18; Gundem (2008), side 22–27.

³² Goodlad (1979), side 60–64.

³³ Gundem (2008), side 22–27; Rønning (2008), side 19, side 25.

i klasserommet. Den *erfarte* læreplanen er det som oppleves av elevene, foreldrene og andre samfunnsaktører.³⁴

I tillegg viser Goodlad til at det kan oppstå en konflikt mellom disse fem typer av læreplaner.

Skreven og uskreven læreplan

Goodlad peker på at eleven responderer både på lærerens planlagte og ikke-planlagte curriculum og det oppstår et curriculum som er unikt for hver enkelt elev. Dette kan være i tråd med, forsterke eller stå i motsetning til den formelle læreplanen. Begrepet *skjult læreplan* brukes om læring som skjer som følge av undervisningsvirkeligheten og som ikke er tilsiktet gjennom det formelle læreplandokumentet. Med begrepet understrekes det at det ved siden av den offisielle læreplanen finnes en uskreven læreplan.³⁵

En skjult læreplan kan oppstå som følge av innprenting av visse verdier, holdninger, en gitt oppførsel eller være knyttet til lærerens fremtreden og føre til at jenter og gutter behandles ulikt i undervisningen.³⁶ En uskreven læreplan kan være en konsekvens av læreres kunnskapssyn, holdninger, elevsyn eller læringssyn, tidsfaktorer eller andre rammefaktorer. Også av elevens interesser og forutsetninger, evaluering, karaktersetning eller eksamen.³⁷ Valdermo skriver for eksempel i sin doktoravhandling fra 1995 at sluttvurdering i form av eksamen er mer styrende for innholdet i undervisningen enn gjeldende læreplan: «Det ser ut

³⁴ Det finnes flere varianter av Goodlads nivådeling av læreplanen. For eksempel Cuban (1995); Angell *et. al* (1999), side 9–10; Lundgren (1989), side 21–23. Cuban deler læreplanen i fire nivåer: *Offisiell læreplan* er det «curriculum» som myndighetene har vedtatt (Goodlads andre nivå); *Den underviste læreplanen* er hva læreren underviser. Lærere velger selv hva de lærer bort innenfor rammene av gjeldene curriculum og hvordan det presenteres (Goodlads tredje og fjerde nivå); *Den lærte læreplanen* er det som elevene lærer, det vil si, både det som er intensjonen fra læreren, men også det som ikke er intensjonelt (Goodlads femte nivå); *Den testede læreplanen* er det som testes. Dette trenger ikke nødvendigvis å reflektere det som elevene faktisk lærer (Cubans siste nivå er ikke med i Goodlads fremstillingsmåte). Angell *et. al* beskriver et annet eksempel på nivådeling av læreplanen gjennom TIMMS (Trends in International Mathematics and Science Study). Her deles det i de tre nivåene: intendert læreplan, implementert læreplan og resultert læreplan. Også Lundgren definerer tre nivåer av en læreplan: det første nivået omhandler prinsipper som ligger til grunn for læreplandokumentet, det andre nivået er knyttet til beslutnings- og kontrollprosesser i utviklingen av læreplanen, tredje nivå behandler hvordan en konkret læreplan styrer undervisningsprosessen.

³⁵ Engelsen (2012), side 31–32; Gudem (2008), side 16.

³⁶ Hafferty og Franks (1994), Garmannslund (1983), side 75.

³⁷ Valdermo (1995), side 9.

til å være et utbredt fenomen at tradisjoner og eksamen bestemmer det faktiske innholdet i skolefaget mer enn nye fagplaner.»³⁸

Imsen mener at antagelsen om at læreplaner i praksis blir fulgt til punkt og prikke er en alvorlig misforståelse. Læreplanene dekker ikke alt som skjer i klasserommet, samspillet mellom lærer og elever preges av at elevene er aktive deltagere. En læreplan gir dessuten tolkningsrom for læreren og lærere kan tolke samme dokument ulikt. Læreplanen er et uttrykk for skaperens intensjoner, og når det presenteres for leseren er det åpent for tolkninger og analyse. Slike tolkninger kan få tilskudd fra lærerens erfaringer, kunnskaper, ferdigheter med mer.³⁹

Det er altså ikke likefremt å definere en læreplan, og flere faktorer er medvirkende for hvordan læreplanen realiseres i klasserommet. Det kan kanskje være vanskelig å forestille seg hvordan en læreplan skal se ut for å romme disse begrepene. Det finnes ingen standarder for hva en læreplan skal inneholde eller hvordan den skal bygges opp.⁴⁰ Gjennom neste delkapittel ser vi på hvordan læreplanen har endret seg i Norge, fra de første læreplanene på slutten av 1800-tallet, og til dagens læreplan, Kunnskapsløftet (LK06).

1.2. Kontekstuell analyse: Et historisk blikk på kjemifaget i norsk videregående skole

Utviklingen av den norske læreplanen har vært beskrevet i flere studier. Bjørg Brantzæg Gudem har blant annet gitt ut en introduksjon til læreplanhistorie som forskningsfelt i sin rapport *Læreplanhistorie – historien om skolens innhold – som forskningsfelt*. Andre forfattere som har skrevet om skolehistorie og læreplaner er blant annet Ivar Bjørndal, Rolf Grankvist og Reidar Myhre.

Læreplaner viser ikke bare fagets innhold, men er samtidig knyttet til utvikling av skolen som institusjon og er preget av idemessige påvirkninger.⁴¹ Derfor belyser jeg ikke bare innholdet i læreplanene (i det som i dag er programfagene kjemi 1 og kjemi 2), men også hvordan

³⁸ Valdermo (1995), side 80. Fagplaner ble tidligere brukt om læreplaner i fag.

³⁹ Imsen (2009), side 193–194; Ben-Peretz (1975).

⁴⁰ Imsen (2009), side 202.

⁴¹ Gudem (1997), side 9.

organiseringen av den norske videregående skolen har utviklet seg gjennom tidene og bakgrunnen for innføring av nye reformer. Dette presenteres mer inngående her og vil også være av relevans for de senere kontekstuelle analysene (kap. 2.1 og kap. 3.1). For å få en forståelse av skolens utvikling har jeg valgt å starte min historiske gjennomgang med katedralskolene. Det som startet som katedralskoler på 1100-tallet har siden utviklet seg til skoleslagene lærde skoler, borgerlige realskoler, høiere skoler, gymnas og til slutt til dagens videregående opplæring.⁴²

Læreplanene som omtales i dette kapittelet finnes i vedleggene 3–9.

De første skolene

Katedralskolene regnes som de eldste skolene i Norge og var opprinnelig presteskoler som skulle gi elevene en kirkelig yrkesopplæring. Fagkretsen bestod av *trivium* (de tre veier): den latinske grammatikk, retorikk og dialektikk og *quadrivium* (de fire veier): aritmetikk, geometri, astronomi og musikk.⁴³

Reformasjonen nådde Norge i 1537. Den katolske kirkens posisjon ble videreført, men noe av undervisningen skulle foregå på morsmålet.⁴⁴ I Norge ble den første norske «skolelov» innført, den danske kirkeordinans, og skolen fikk en egen lærebok, Luthers lille katekisme, som ble brukt i norsk skole i over 400 år.⁴⁵ Rundt 1539 ble katedralskolene offentlige skoler, *lærde skoler*, som skulle utdanne både prester og embetsmenn. Innholdet ble i hovedsak uforandret med teologi og latin som sentrale emner.⁴⁶

⁴² Det kan være vanskelig å skille på disse begrepene, forfattere på feltet er dessuten noe uenig om når de ulike navnene på skoleslaget ble innført. Likevel prøver jeg å bruke riktig navn på skoleslaget ut i fra hvilken tidsepoke det er snakk om.

⁴³ Bjørndal (2005), side 17. Selv om katedralskolene regnes som de første skolene, i den forstand vi bruker begrepet skole, foregikk det også undervisning før dette ved klostrene.

⁴⁴ Bjørndal (2005), side 19; Tønnesen (1995), side 19. Dette var et resultat av Luthers innflytelse i Europa. Luther (og humanistene) vektla morsmålets betydning, og ønsket også at det hellige språk skulle studeres på grunnspråket, dvs. gresk og hebraisk. Men selv om noe undervisning foregikk på morsmål var latin fortsatt viktig.

⁴⁵ Grankvist (2000), side 25–27. I 1607 fikk Norge en egen kirkeordinans tilpasset norske forhold.

⁴⁶ Bjørndal (2005), side 19; Grankvist (2000), side 31. Selv om navnet ble *lærde skoler*, ble de også kalt katedralskoler eller latinskoler.

Rundt 1700 fikk pietismen⁴⁷ sitt rotfeste i Norge. En rekke nye fag ble innført: geografi, historie, morsmål, filosofi, matematikk og fysikk. Fagkretsen ble senere (i 1775) redusert, matematikk, filosofi og fysikk ble trukket ut. Grankvist skriver: «Noe realskole skulle altså den lærde skole ikke være».⁴⁸

I 1797 startet en reformprosess av de lærde skolene og en ny forordning ble gjennomført i 1809.⁴⁹ Resultatet ble at vitenskapelige fag (som vi i dag kaller realfag) igjen kom inn i fagkretsen i tillegg til klassiske språk og litteratur.⁵⁰ På slutten av 1700-tallet ble det opprettet borgerskoler, eller realskoler, som en følge av den nye forordningen og av at borgerskapet vokste frem i byene.⁵¹ Den første realskolen i Norge, og i Norden, var Trondhjems borgerlige Realskole, som ble stiftet i 1778. I kjølvannet av denne skolen ble det bygd ut borgerlige realskoler i flere av de største byene i Norge.⁵²

De første læreplanene

Realfagene hadde ingen sterk stilling i den norske skolen på 1800-tallet, i stedet vokste nyhumanismen med fokus på «klassiske» fag frem. Hartvig Nissen fikk i oppgave av Kirkedepartementet å styrke realfagene ved strukturendringer i den lærde skolen. Nissen var en skolemann som sammen med Ole Jacob Broch startet *Broch og Nissens latin- og realskole*, en privatskole i Christiania i 1843. Nissen ønsket at latinens posisjon skulle revurderes og at det skulle utarbeides et felles skolesystem med en høyere skole (tidligere lærde skoler) som bygget på en allmueskole (allmueskole var en form for grunnskole, i 1837 gikk 94 % av de unge i en slik skole, allmueskole ble senere avløst av folkeskolen).⁵³ Departementet innførte en omstrukturering av den høyere skolen i 1848, med Nissen som

⁴⁷ Molland og Flottorp (2009). Pietismen var en kristen bevegelse som ønsket å gjøre kristendommen mer personlig og «flytte interessen fra læren til livet».

⁴⁸ Grankvist (2000), side 35, side 43–44.

⁴⁹ Grankvist (2000), side 46. En kommisjon ble nedsatt i 1707, ledet av hertug Fredrik Kristian av huset Augustenborg, og skulle se på fagkretsen i universitetet og de lærde skolene. Deres forslag dannet grunnlaget for forordningen av 1809, men hertugens ideer ble ikke realisert før 1896 med Lov om høyere allmennskoler.

⁵⁰ Skarpenes (2004), side 89.

⁵¹ Tønnesen (1995), side 23; Grankvist (2000), side 50.

⁵² Grankvist (2000), side 50, side 53. Grankvist skriver også at fagkretsen til denne skolen bestod av flere fag, hvor realfag var representert gjennom fagene geografi, matematikk, naturlære, bergverksvitenskap og kjemi.

⁵³ Grankvist (2000), side 61.

initiativtaker. En fireårig reallinje ble, i teorien, sidestilt med en seksårig latinlinje. Men dette ga ingen gode resultater for realfagene, da studier ved reallinja ikke ga mulighet til videre studier og heller ikke ga kvalifikasjoner til å gå inn i arbeidslivet. Nissen foreslo innføring av et nytt skoleslag, middelskolen, og at den høyere skolen skulle deles i to slag: latinymnas og realgymnas (den høyere skolen fikk i 1865 navnet gymnas, likevel brukes ofte begrepet «høyere skole» om skoleslaget). Nissens forslag dannet grunnlaget for skolekommisjonen som arbeidet med å utbedre ny lov for den høyere skolen, lov av 1869.⁵⁴

Ved lov om offentlig skoler for den «høiere Almendannelsen», vedtatt 17. juni 1869, ble realdannelse og klassisk dannelse likestilt.⁵⁵ Gjennom forordningen ble også middelskolen innført. Dette var en seksårig skole og skulle være et bindeledd mellom allmue-/folkeskole og gymnas. Middelskolen ble delt i to linjer, latinlinja og reallinja, også gymnaset ble linjedelt i latin- og reallinje.⁵⁶ Med lovendringen ble det dessuten vedtatt en undervisningsplan som kan minne om dagens læreplaner (planen ble vedtatt i 1885). I planen var timetall for de ulike fagene ført og for flere av fagene var det dessuten utdypet hvilke tema som skulle gjennomgås. Kjemi var en del av faget «naturvidenskab» som elevene i realgymnaset skulle lese i alle tre årsklasser (med timefordelingen seks, fem, fire). Som eneste beskrivelse av fagfeltet kjemi stod det i planen at: «Disciplene bør derhos besidde Kjendskap til det væsentligste af den anorganiske Kemi...» (vedlegg 3).⁵⁷ Det ble ikke beskrevet hvilke emner som skulle inngå i kjemiundervisningen, derimot var det vedlagt en relativt detaljert utstyrsliste: «Fortegnelse over Apparater og Brugsgjenstande for Realgymnasiets kemiske Undervisning». Denne utstyrlisten førte 52 gjenstander, et utdrag av listen gjengis under:

Fortegnelse over Apparater og Brugsgjenstande for Realgymnasiets kemiske Undervisning.

1. Et Sæt Glasflasker med Glassproppe til flydende kemiske Reagentier.
2. Et Sæt Glasskrukker med Glassproppe til faste Stoffer.
3. Kogeflasker af forskjellig Størrelse.
4. Retorter ad tungsmelteligt Glas.
5. En retorte med Tubulus og Glasprop.
6. Retorteholdere med Jernfod
7. Et Sæt Gasudviklingsflasker, til dels med Tragter.

⁵⁴ Grankvist (2000), side 92; Myhre (1998), side 58–59.

⁵⁵ Skarpenes (2004), side 90.

⁵⁶ Grankvist (2000), side 92–93; Tønnesen (1995), side 54.

⁵⁷ KUD (1885), side 52.

8. En Woulfisk Flaske.
9. Letsmeltelige og tungtsmeltelige Glassrør af forskjellig Vidde.
10. Kautschunkrør af forskjellig Vidde.⁵⁸

Rundt 1880 ble det det reist krav om reformering av den høyere skolen. Skoledebatten hadde rot i særlig tre områder: latinens fortsatt noe sterke stilling i skolen, forbindelsen mellom folkeskolen og den høyere skole og fellesundervisning for jenter og gutter.⁵⁹ Ny reform for den høyere skolen ble utslagsgivende med «Lov om høiere almenskoler skoler av 1896».⁶⁰ Gjennom lovendringen ble det vedtatt at gymnaset skulle ha tre linjer: latin-, engelsk- og reallinje (engelsklinjen het opprinnelig språklig–historisk linje uten latin).⁶¹ Gymnaset skulle nå ha to klare formål: forberede elever for studier ved universitet og gi en avsluttende allmennutdannelse for dem som ikke skulle videre til universitetet, men ut i arbeidslivet.⁶² Nye undervisningsplaner ble utarbeidet i henhold til den nye loven og en midlertidig læreplan ble vedtatt av Kirke- og undervisningsdepartementet i 1899. I denne planen skulle kjemi være en del av «naturfag» og leses på alle tre linjer. Reallinjen hadde fire timer naturfag det første året og fem timer de to siste, kjemidelen av faget skulle gjennomgås med fire timer første halvår og to timer andre halvår (vedlegg 4). I beskrivelsen av naturfaget presiseres det blant annet at elevene skulle få kjennskap til de viktigste kjemiske lover, en endring fra den foregående planen og faget «naturvidenskap». Planen fra 1899 beskrev dessuten hvordan undervisningens burde foregå og i hvilken rekkefølge. Planen presiserte at læreren burde åpne med eksperimenter og forklaringer for å vise hvordan forskjellen mellom mekaniske blandinger og kjemiske forbindelser kunne påvises. Deretter ble det anbefalt gjennomgåelse av blant annet begrepene atom, molekyl, affinitet, kjemisk formel og kjemisk ligning. Videre anga planen det utvalget av grunnstoffene som skulle undervises: «Af ikke–metaller: surstof, vandstof, kvælstof, svovl, klor, jod, kulstof, fosfor, silicium.» og «Af metaller omhandles kalium, natrium, calcium, aluminium, magnesium, zink, jern, tin, bly, kobber, kviksølv, sølv og guld (platina nævnes).»⁶³ Planen førte at elevene burde vite at flere grunnstoffer eksisterte og at flere av grunnstoffene måtte anses som representanter for hele grupper. Også metallers egenskaper, forekomst, utvinning og forbindelser, salter og syrer ble nevnt som emner i

⁵⁸ KUD (1885), side 69–70.

⁵⁹ Myhre (1998), side 61. Likevel konsentrerer jeg meg om endringene av 1896-loven som var av betydning for kjemifaget.

⁶⁰ Skarpenes (2004), side 90.

⁶¹ Tønnesen (1995), side 55.

⁶² Bjørndal (2005), side 29.

⁶³ KUD (1899), side 61.

planen. Videre stod det at den teoretiske kjemi skulle behandles etter at pensum var gjennomgått eksperimentelt. Også her ga planen føringer for hvilke teorier som skulle gjennomgås: «Varmeudviklingen ved kemiske forbindelsers dannelse», «Temperaturens, oppløselighedsforholdenes og flyktighedsforholdenes innflydelse på affiniteten», «Loven om faste og multiple forhold i forbindelsen», «Atomteorien», «De kemiske formler og ligninger» (med lette beregningsoppgaver) og «Grunnstoffernes valens».⁶⁴

En ny undervisningsplan ble vedtatt av Kirke- og undervisningsdepartementet 23. februar 1911 (vedlegg 5). Kjemi skulle fortsatt være en del av naturfaget og leses på alle tre linjer. Selv om timetallet til naturfag ble endret (på reallinjen skulle nå naturfag leses fire timer første år, fem timer andre år og syv timer tredje år) ble ikke kjemidelen av faget utvidet med flere timer. Også denne undervisningsplanen vektla eksperimentenes plass i undervisningen og det ble gitt samme beskrivelse av innholdet i det praktiske arbeidet som i planen av 1899. De samme grunnstoffene som i foregående plan ble skrevet, men bekrivelsen av den teoretiske delen av faget ble noe omskrevet fra den forrige planen. I tillegg ble det oppgitt tema som: «Avogadros lov», «dissociationen» og «syre, base, salt».⁶⁵

Skolen på 1900-tallet

I 1935 ble en ny lov om de høyere allmennskolene vedtatt etter ønske om å omskape de to skoleslagene middelskole og gymnas til et felles gymnas på fem sammenhengende år. Arbeidet hadde pågått i lengre tid, men stoppet opp da 2. verdenskrig brøt ut. Først etter 1945 begynte arbeidet med å innføre endringer i skolen som følge av loven.⁶⁶ Likhet, demokrati og toleranse er stikkord som beskriver etterkrigstidens politikk. De politiske føringene var rettet mot et inkluderende samfunn hvor alle skulle ha like rettigheter. Det var et ønske om å «realisere de like muligheters skole» og at all barn og ungdom skulle ha samme rett til utdanning.⁶⁷ Strukturen i skolen endret seg: middelskole skiftet navn til realskole og de to

⁶⁴ KUD (1899), side 63.

⁶⁵ KUD (1911).

⁶⁶ Andersen (1999), side 42.

⁶⁷ Telhaug (1997), side 17; Bjørndal (2005), side 32, side 95; Andersen (1999), side 30–31. Enhetsskoletankegangen, det at alle barn skulle gå i samme skole og få samme undervisning, hadde vært drøftet og utredet i mange år og sto i fokus på begynnelsen av 1900-tallet. Denne tankegangen førte til en obligatorisk sjuårig skoletid for alle barn i folkeskolen (vedtatt i 1920) og at videre relevant utdanning skulle sikres gjennom at kun middelskoler som bygget

første årene i realskolen og gymnaset var identiske.⁶⁸ Det ble bestemt at gymnaset skulle være fire-, fem- eller seksårig og tilby real-, naturfag-, engelsk-, latin og norrønligne.⁶⁹ Utforming av nye undervisningsplaner stoppet også på grunnnet krigens utbrudd. Nye planer forelå derfor i 1950 og ble også gjeldene etter ny lov for realskolen og gymnaset av 12. juni 1964. Bjørndal omtaler planen som en detaljert leseplan som skulle være veiledende for læreren i arbeidet, men som likevel ble bestemmende for læreren i praksis. I tillegg til timefordeling for de ulike fagene beskrev undervisningsplanen mål, pensum samt krav til eksamen, undervisningsrom/undervisningsmateriell og til undervisningen for hvert fag (vedlegg 6).⁷⁰

Kjemi skulle ikke lenger være underlagt naturfag, men ble et eget fag (faget inkluderte også fysiologi). Kjemi ble lest i realskolens tredje klasse med fire uketimer, og på gymnaset alle linjer i første klasse med fire uketimer (kjemifaget skulle ha tre fjerdedeler av undervisningstiden). Mål for faget var kjennskap til de viktigste kjemiske teorier og lover, kjemiske stoffer (særlig de uorganiske) og viktige kjemiske reaksjoner. Pensum ble beskrevet mer detaljert under overskriftene «Uorganisk kjemi» og «Organisk kjemi». Under uorganisk kjemi ble det ført flere grunnstoffer enn i planene fra 1899 og 1911, også flere teoretiske prinsipper ble oppgitt, som for eksempel: «Kjemisk forandring», «Kjemisk sammenbinding», «Ekvivalentvekt», «Joneteori», «Katalyse», «Kjemisk likevekt», «Radioaktivitet» og «Slektskapet mellom grunnstoffene». Pensum for den organiske kjemien ble beskrevet mer utførlig enn i tidligere planer, og med innslag av nye stoffgrupper (som estere). Hovedsakelig oppga planen en rekke stoffgrupper og forbindelser som skulle gjennomgås i undervisningen. Eksempelvis skulle følgende syrer læres: maursyre, eddiksyre, melkesyre med melkesyre-gjæring, palmitinsyre, stearinsyre og oljesyre. I tillegg førte planen at kretsløp til en del grunnstoffer også var et naturlig tema i undervisningen.⁷¹

1950- og 1960-tallet var preget av sterk økonomisk vekst og sysselsetting i Norge. Utbygging av den moderne velferdsstaten ble virkemiddelet i et felles politisk mål: sosial rettferdighet og like muligheter for alle. Litteratur beskriver årene etter 2. verdenskrig og fram

på folkeskole skulle få statsstøtte. Dette resulterte videre i en omorganisering av den høyere skolen.

⁶⁸ Andersen (1999), side 72–73. Andersen skriver at det på denne tiden var et svært uoversiktlig system av skoleordninger, likevel håper og tror jeg at bildet jeg har skissert her er riktig da jeg har basert redegjørelsen på flere kilder.

⁶⁹ Ringnes og Hannisdal (2006), side 18. Fra 1948 ble også naturfaglinjen tilbudt.

⁷⁰ Skarpenes (2004), side 92; Bjørndal (2005), side 100.

⁷¹ KUD (1950).

mot 1975–1980 som «det sosialdemokratiske forlik». Den politiske kulturen skiftet fra harde klassekamper under mellomkrigstiden, til en konsensus mellom sosiale og politiske grupper som tidligere hadde kjempet mot hverandre. For å få en økonomisk vekst var det en bred oppfatning om at et høyt utdanningsnivå blant folket var viktig.⁷²

På denne tiden oppstod det et behov for reformering av skoleslaget og det ble det startet et arbeid med å organisere de skoleslagene som utgjorde de høyere skolene.⁷³ Skoleslaget måtte gjennomgå en endring for å imøtekomme elever med en lengere skolegang og med en annen faglig bakgrunn.⁷⁴ Gjelsvik-komiteen (etter lederen, rektor Agvald Gjelsvik) ble utnevnt i 1962 for å ta hånd om spørsmål knyttet til indre oppbygging av og faglig innhold i gymnaset på grunnlag av en niårig grunnskole.⁷⁵ Det ble fremmet et forslag om et felles første år for alle elever og en linjedeling de to siste årene hvor elevene kunne velge fag friere. Kjemi kunne velges de to siste årene (med tre timer andre skoleår og fem siste skoleår).⁷⁶ I 1965 ble Steen-komiteen (etter sin formann, Reidulf Steen, som var nestleder i Arbeiderpartiet fra 1965 og partiets leder fra 1975–1981) utnevnt. Mål for komiteens arbeid var å vurdere behovet for opplæringen av ungdom i aldersgrupper 16–19 år. Dette skulle gjøres på bakgrunn av den nye situasjonen med niårigrunnskole ved å legge fram en plan for utviklingen av skolesystemet.⁷⁷ Gjennom tre innstillinger (i årene 1967–1970) ble det blant annet fremmet at det faglige innholdet skulle deles i obligatoriske fag, fordypningsfag (studieretningsfag) og valgfag. Det ble også tatt stilling til faglig innhold i skolen, timetall og arbeidsmåter.⁷⁸

I årene 1968–1976 ble flere av Gjeldsvik-utvalgets og Steen-komiteens forslag utprøvd på gymnas rundt om i landet.⁷⁹ Samtidig arbeidet grupper av fagkyndige kontinuerlig med å utarbeide planer for opplæringen (fra 1969), dette ble gjort i regi av Forsøksrådet og under ledelse av «Hovedkomiteen for læreplanutvikling». De ønsket å konstruere fagplaner for hvert

⁷² Bjørndal (1995), side 96–97; Telhaug (1997), side 27–28; Telhaug (2007), side 47.

⁷³ Ved siden av realskole og gymnas hadde det blomstret frem en rekke yrkesskoler som landbruksskoler, teknisk fagskole, sjømannsskoler, husmorskoler yrkesskoler for håndverk og industri (og mange flere).

⁷⁴ St. melding nr. 16 (2006–2007). I 1960-årene ble det innført forsøk med niårig grunnskole, noe som også påvirket den videregående opplæringen.

⁷⁵ NOU (2007: 6).

⁷⁶ Ringnes og Hannisdal (2006), side 18–19.

⁷⁷ Bjørndal (1995), side 131; Telhaug (1997), side 36–37.

⁷⁸ Bjørndal (1995), side 124, 133. Modellen hadde også Gjeldsvikutvalget foreslått, de to komiteene hadde jobbet parallelt fra 1965, Hjalmar Seim var dessuten en sentral person i begge utvalg.

⁷⁹ Bjørndal (1995), side 137, side 140.

enkelt fag ut i fra en felles mal. Hver plan skulle ha en innledning med generell informasjon om fagets egenart, kunnskapsmål, emner i faget, arbeidsmåte, evaluering og hjelpemidler i faget. I 1973 ble det også lagt frem en *Generell del av læreplan for gymnaset* (endelig utgave kom i 1976).⁸⁰ Lov om videregående opplæring ble vedtatt i 1974 og trådte i kraft 1. januar 1976. Læreplaner kom samme år og videregående opplæring ble offisiell fellesbetegnelse for gymnas, yrkes- og fagskoler.⁸¹

Med «Læreplan for videregående skole» fra mars 1976 (vedlegg 7) kunne kjemi leses på naturfaglinja i andre og tredje skoleår. Kurset som ble holdt andre skoleår hadde tre uketimer. Det bygget på kjemidelen i naturfag (som ble lest første skoleår) og ga grunnlag for å ta kjemikurset tredje skoleår, som hadde fem uketimer. Nytt i disse læreplanene var en relativt detaljert liste av punkter som skulle gjennomgås, organisert i temaer.

Målene for 3-timerskurset la vekt på eksperimenter, det periodiske system, kjemiske lover og teorier, vanlige grunnstoffers egenskaper, kjemiske forbindelser og kjemiske reaksjoner. Disse målene ble videre utdypet gjennom emnelisten i faget. Under temaet «Utvidet behandling av atom- og bindingslæren» ble det for eksempel oppgitt en rekke emner som skulle gjennomgås: kovalent binding og enkle molekylers romlige bygning, polaritet og dipol, ioniseringsenergi, elektronaffinitet, elektronegativitet, ionebinding, krefter mellom molekyler og metallbinding. Andre temaer i planen for dette kurset var «Litt om aggregattilstander», «Energiforhold ved kjemiske reaksjoner», «Reaksjonshastighet og katalyse», «Kjemisk likevekt», «Reduksjon og oksydasjon», «Organisk kjemi» og «Uorganisk kjemi».

Hensikten med 5-timerskurset var at elevene skulle få en dypere innsikt i og forståelse for de kjemifaglige temaene som ble gjennomgått i naturfag og 3-timerskurset. Faget skulle gi mer trening i laboratoriearbeid og kvalitative og kvantitative analyser og synteser ble inkludert i læreplanen. Læreplanen ble delt i «kjernestoff», som skulle gjennomgås, og «tilvalgsstoff», som skulle gi eleven anledning til å fordype seg i et tema. Under «kjernestoff» førte læreplanen temaene kvalitativ- og kvantitative uorganiske analyser, kvalitativ organisk analyse, organiske synteser, radioaktivitet og elektrokjemi. Samtidig spesifiserte læreplanen hvilke ioner, salter, organiske forbindelser og tester som kunne være gjenstand for analysene og syntesene. For hvert av temaene oppga også læreplanen hvilke teorier som skulle gjennomgås. For organisk syntese står det for eksempel:

⁸⁰ Bjørndal (1995), side 146.

⁸¹ St. melding nr. 16 (2006–2007); NOU 2007: 6

Teori: omtale av de viktigste organiske reaksjonstyper:

addisjon
substitusjon
eliminasjon
fri radikalreaksjon
oksydasjon⁸²

Reform 94 (R94)

På slutten av 1970-tallet tok de store skoledebattene en pause i lang tid, Telhaug skriver at skolepolitikken gikk inn i en ny fase «dominert av besinnelse og passivitet».⁸³ Det demokratiske forliket nærmet seg slutten, Arbeiderpartiet mistet oppslutning og Høyre fikk en fremgang. Kåre Willoch dannet Høyre-regjering i 1981 uten å dramatisk endre utdanningspolitikken som hadde rådd i Norge i mange år. Prinsippet om at alle skulle få videregående opplæring hvis de ønsket, ble videreført. Men de private skolene fikk bedre vilkår og det ble satt tydeligere krav til effektivitet og kvalitet i skolen. I vurderingene skulle det legges større vekt på faglige prestasjoner og egeninnsats.⁸⁴

Samfunnsforholdene endret seg på slutten av 1980-tallet. Med rot i teknologisering og internasjonalisering av arbeidslivet, tilstramming av offentlige budsjetter, økt arbeidsledighet og endringer i familiestrukturer oppstod en ny debatt om utdanningen. Skolen ble sett på som et virkemiddel for å fremme nasjonal økonomisk vekst gjennom utvikling av kompetanse for arbeidslivet. Perioden som fulgte kjennetegnes av reformering av skolen.⁸⁵ Gro Harlem Brundtland dannet Arbeiderparti-regjering i 1986 og Gudmund Hernes kom inn som Kirke- og utdannings- og forskningsminister i regjeringens tredje epoke i 1990 (og satt i ministerstillingen til 1995). Hernes var en innflytelsesrik samfunnsforsker med doktorgrad i sosiologi og sterke meninger om utdanningspolitikken. Han var en viktig frontfigur i

⁸² KUD (1976), side 39.

⁸³ Telhaug (1997), side 65.

⁸⁴ Telhaug (1997), side 41–44.

⁸⁵ I første omgang fikk grunnskolen ny mønsterplan (M-87). Arbeidet var initiert av Kirke- og undervisningsminister Kjell Magne Bondevik i Willochs borgerlige samlingsregjering, og videreført da av Arbeiderparti-regjeringen.

reformarbeidet på 1990-tallet, hans mål var å reformere hele det norske utdanningsverket, fra barnehage til doktorgrad.⁸⁶

Hernes ønsket å heve befolkningens kompetanse og han satte i gang sitt arbeid på grunnlag av utredninger og stortingsmeldinger. For den videregående opplæringen ble Stortingsmeldingen *Kunnskap og kyndighet. Om visse sider ved videregående opplæring* ferdigstilt i 1992 og framlagt for stortinget. Målsettingen var at omstruktureringen av den videregående opplæringen skulle starte høsten to år senere og forslaget ble derfor kalt Reform 94 (R94).⁸⁷

Reformen ga alle elever i alderen 16–19 år rett til videregående opplæring, strukturen i videregående opplæring ble endret og antall grunnkurs ble redusert. Med R94 skulle det være et felles grunnkurs for mange av linjene med spesialisering innen de ulike linjetilbudene i det andre året av opplæringen.⁸⁸

Før R94 var læreplanverkene en samling av flere sett med planer. Opplæringen i videregående skole var nedfelt gjennom en generell del og nasjonale fagplaner for hvert fag. I tillegg var det flere lokale planer for ulike kurs.⁸⁹ Med R94 ble fagplanene mer fagrettet og betegnelsen *fagplan* ble erstattet av *læreplan*.⁹⁰ Oppbyggingen av læreplanen ble også endret slik at den inneholdt en generell del som overordnet måldokument for den videregående opplæringen. Utgangspunktet for den generelle delen var formålsparagrafene i lovene for grunnskole, videregående opplæring, fagopplæring i arbeidslivet og voksenopplæringen, som ble gjengitt. I tillegg skildret den nye generelle delen seks egenskaper som kjennetegner *det integrerende mennesket: det meningssøkende, det skapende, det arbeidende, det allmenndannende, det samarbeidende og det miljøbevisste mennesket*. Disse egenskapene var det skolesystemets oppgave å bidra til å fostre for å ruste eleven til «livets oppgaver» slik at eleven kunne mestre utfordringer i samhandling med andre. Den generelle delen av læreplanen ble også gjeldende for grunnskolen med L97.⁹¹ I tillegg til den generelle delen av læreplanen skulle det kun være én læreplan i hvert fag som beskrev kompetansen som elevene skulle oppnå i faget.⁹² «Felles mål for faget» formulerte mål for elevens kompetanse og skulle danne sammenhengen mellom generell del og læreplan for faget. Læreplanene i R94 har blitt omtalt som

⁸⁶ Telhaug (1997), side 65–68, side 70, side 76–77; Bjørndal (1995), side 295.

⁸⁷ Bjørndal (1995), side 295–296.

⁸⁸ NOU 1995: 18.

⁸⁹ St. melding nr. 32 (1998–1999).

⁹⁰ Ringnes og Hannisdal (2006), side 20.

⁹¹ Bjørndal (1995), side 303; Udir (2011b).

⁹² St. melding nr. 32 (1998–1999).

«innholdsorienterte» da de var svært detaljert utformet og krav til elevens kompetanse ble beskrevet inngående i mål og hovedmomenter.⁹³

Læreplanen for kjemi (vedlegg 8) spesifiserte at faget skulle deles i modulene «Kjemi 2KJ» og «Kjemi 3KJ», hvor 2KJ gjennomsnittlig skulle ha tre uketimer og 3KJ fem uketimer. Et felles sett med 16 punkter anga mål og hovedmomenter for de to studieretningsfagene, eksempel på et slikt punkt er: «[Elevene skal] kjenne kjemifagets terminologi og grunnleggende teorier og modeller og kunne bruke disse på eksempler fra natur, hverdag og kjemisk produksjon».⁹⁴ I påfølgende delkapitler av læreplanen ble det ført mål for hvert de to linjefagene. Målene hadde navnene «Mål 1», «Mål 2» osv. og hvert mål anga et spesifikt tema. Tabell 1.2.1 illustrerer innholdet i de ulike målene i linjefagene 2KJ og 3KJ.

Tabell 1.2.1. Oversikt over innhold i målene i 2KJ og 3KJ som uttrykt i R94.⁹⁵

	Mål 1	Mål 2	Mål 3	Mål 4	Mål 5	Mål 6	Mål 7
2KJ	Forsøk	Symboler og modeller	Stoffers egenskaper	Kjemiske reaksjoner og likevekt	Syrer og baser, redoksreaksjoner, beregninger	Hydrokarboner, løsemidler og petrokjemi	Kjemiens historie
3KJ	Forsøk	Organisk kjemi	Syrer og baser, redoksreaksjoner, beregninger	Materialer	Naturlige stoffers kretsløp	Analyse i uorganisk kjemi	

For hvert mål var det skrevet en rekke hovedmomenter med punkter som elevene skulle kunne etter endt opplæring. I mål 6 (3KJ) er det for eksempel ført at elevene skal kunne utføre titreranalyser, enkel kolorimetrisk analyse, analyse av uorganiske forbindelser, analysere enkeltsalter, saltblandinger, metaller og enkle legeringer ved påvisningsreaksjoner.⁹⁶

Læreplanen introduserte flere nye temaer og begreper sammenlignet med de foregående planene. Temaer i 2KJ som kan anses som nye i skolefaget var blant annet syntetiske stoffer, nomenklaturregler, eksoterme og endoterme reaksjoner, korrosjon, pH-begrepet og petrokjemi. Innen 3KJ ble det nevnt temaer som separasjonsmetoder og strukturbestemmelse i

⁹³ Udir (2011c).

⁹⁴ KUF (1996), side 2.

⁹⁵ KUF (1996).

⁹⁶ KUF (1996).

organisk kjemi, buffere, polymetaller, legeringer og spørsmål knyttet til miljø og bærekraftig utvikling.

Kunnskapsløftet (LK06)

Det er flere årsaker til en ny reform ble innført allerede i 2006. Evalueringer av R94 hadde vist at læreplanene var for detaljerte og omfattende og at det blant annet hadde blitt stilt for høye krav til konkrete kunnskaper og aktiviteter framfor elevens kompetanse og utbytte. En av drivkreftene for innføring av en ny reform var et ønske om en enklere læreplan, uten mange og omfattende detaljer. Også et ønske om en økt kvalitet på opplæringstilbudet var en viktig faktor.⁹⁷

Kvalitetsutvalget ble opprettet i 2001 av Stoltenberg 1-regjeringen og skulle fremme forslag for å styrke kvaliteten på opplæringen i skolen. Utvalget framsatte to utredninger (NOU 2002: 10 *Førsteklasses fra første klasse* og NOU 2003: 16 *I første rekke*). Gjennom utredningene ble det foreslått å styrke basiskompetansen gjennom ferdigheter i lesing og skriving, regneferdigheter og tallforståelse, i engelsk, digital kompetanse, læringsstrategier og motivasjon samt sosial kompetanse. Det ble også fremmet at antallet videregående kurs burde reduseres. Med bakgrunn i innstillinger ble Stortingsmelding nr. 30 (*Kultur for læring*) utarbeidet. Det ble vedtatt at en skoleplakat var nødvendig, denne skulle være rammeverket for opplæringen og definere visse prinsipper som skulle ligge til grunn for den daglige virksomheten i skolen. Stortinget sluttet seg i juni 2004 til meldingen og resultatet ble innføringen av Kunnskapsløftet (LK06) fra skoleåret 2006, i løpet av skoleåret 2008/2009 var LK06 innført i alle trinn av opplæringen.⁹⁸ Et sentralt trekk ved LK06 var at elevens *kompetanse*, og ikke *kunnskaper*, skulle utvikles. Ved å bruke begrepet kompetanse var tanken at eleven ikke bare skulle utvikle en forståelse for de faglige emnene, men samtidig bli i stand til å bruke fagkunnskapen i ulike situasjoner. Hovedområder erstattet de gamle Målene og kompetansemål erstattet hovedmomentene. Den nye læreplanen ble utformet som en tredelt læreplan og består av en generell del, prinsipper og retningslinjer for realisering av opplæringens mål og læreplaner for fag.⁹⁹

⁹⁷ Udir (2011d); Bjørndal (1995), side 322; St. melding nr. 20 (2012–2013).

⁹⁸ Bjørndal (1995), side 322, 328, 330; St. melding nr. 30 (2003–2004).

⁹⁹ St. melding nr. 30 (2003–2004); Udir (2011c).

Reformen omfattet både grunnopplæring og videregående skole og gjennomgående læreplaner ble for første gang introdusert for hele det 13-årige undervisningsløpet (til og med barnehagen kommer inn under LK06).¹⁰⁰ Gjennomgående læreplaner medførte en mer tydelig progresjon i fagene hvor det såkalte spiralprinsippet ble forlatt. Spiralprinsippet gikk ut på at de overordnede prinsippene i faget ble presentert på et tidlig utdanningstrinn og ny informasjon og flere detaljer ble tilknyttet prinsippene på høyere trinn.¹⁰¹ Den generelle delen av læreplanen ble videreført fra R94 (og L97: læreplanverk for den 10-årige grunnskolen) og er nøyaktig den samme som for R94.¹⁰²

Prinsippene for opplæringen oppsummerer og utdyper bestemmelser i opplæringsloven og innbefatter den såkalte læringsplakaten. Læringsplakaten skal fungere som en «bro» mellom den generelle delen av læreplanen og de ulike læreplanene for fag.¹⁰³

Læreplanene for de ulike fag er forankret i opplæringsloven og angir formål med faget, hovedområder, timetall, grunnleggende ferdigheter, kompetansemål og vurdering. Gjennom beskrivelse av formål med faget gis en forståelse for fagets betydning i samfunnet, i skolen og for eleven. Alle fag er strukturert gjennom hovedområder som utfyller hverandre og som skal ses i sammenheng. I LK06 ble grunnleggende ferdigheter introdusert i alle fag for å styrke elevens læring og utvikling, på bakgrunn av Kvalitetsutvalgets arbeid. Ferdighetene er integrert i hvert fags kompetansemål på de ulike fagenes premisser. Disse er definert som: *å kunne uttrykke seg muntlig, å kunne uttrykke seg skriftlig, å kunne lese, å kunne regne, å kunne bruke digitale verktøy.* (Selv om det hadde vært interessant å se på hvordan de grunnleggende ferdighetene uttrykkes i læreplanen i kjemi og hvordan kjemilærere vektlegger disse ferdighetene, ser jeg ikke på dette i oppgaven.) Fagenes kompetansemål uttrykker hva eleven skal mestre på ulike trinn og beskriver hvilken kompetanse eleven skal kunne oppnå. I læreplanene for fag er det nedfelt et eget punkt knyttet til vurdering som angir bestemmelser for sluttvurdering i faget.¹⁰⁴

I LK06 fikk kjemifagene nye navn, studieretningsfagene 2KJ og 3KJ ble til programfagene kjemi 1 og kjemi 2. Både kjemi 1 og kjemi 2 skal nå undervises med fem timer per uke

¹⁰⁰ St. melding 16 (2006–2007).

¹⁰¹ Ringnes (1993), side 213.

¹⁰² Udir (2011b).

¹⁰³ Udir (2011e); Engelsen (2009), side 81.

¹⁰⁴ St. melding nr. 30 (2003–2004); Udir (2011c); Rønning (2008), side 19; Bjørndal (1995), side 329.

(vedlegg 9).¹⁰⁵ Med LK06 ble det introdusert flere nye temaer i kjemifaget. Eksempler er massespektre, H–NMR–spektre og biokjemi. Også hovedområdene Materialer og Forskning anses som nye emner. Tabell 1.2.2. viser en oversikt over hovedområdene i de to programfagene. Fordi kjemi 2 er tema i denne oppgaven beskrives hovedområdene i dette faget i tabell 1.2.3. For å eksemplifiser hvordan kompetansemål i kjemifaget utformes i LK06 gjengis kompetansemålene for Forskning:

Forskning

Mål for opplæringen er at eleven skal kunne

- finne fram til og presentere eksempler på aktuell kjemirelatert forskning innen miljø og industri
- publisere rapporter fra egne forsøk, med og uten digitale verktøy
- drøfte hvordan forskere sikrer at forskningen er etisk forsvarlig
- gjøre rede for trekk ved vitenskapelig metode i kjemi, og gi eksempler på forklaringsmodeller som ikke er forenlige med kjemiens forklaringer¹⁰⁶

Tabell 1.2.2. Oversikt over hovedområder i programfagene kjemi 1 og kjemi 2 i LK06.

Hovedområder					
Kjemi1	Språk og modeller i kjemi	Metoder og forsøk	Vannkjemi	Syrer og baser	Organisk kjemi 1
Kjemi2	Forskning	Analyse	Organisk kjemi 2	Redoksreaksjoner	Materialer

¹⁰⁵ Udir (2006).

¹⁰⁶ Udir (2006), side 6

Tabell 1.2.3. Beskrivelse av hovedområdene i programfaget kjemi 2.¹⁰⁷

Hovedområde	Beskrivelse
Forskning	Handler om aktuell forskning i kjemi og hvilke krav som stilles til forskningsresultater for at de skal anses som pålitelige.
Analyse	Hovedområdet omfatter kjemiske analysemetoder som benyttes for å kontrollere kvalitet og kvantitet i mange sammenhenger. Dreier seg videre om åpne forsøk og instrumentelle analyser.
Organisk kjemi 2	Omhandler organiske stoffer, hvordan de reagerer, kartlegging og beskrivelse av oppbygging, samt funksjoner. Omfatter også biokjemi knyttet til energiomsetning i levende celler. Laboratoriearbeid er sentralt i hovedområdet.
Redoksreaksjoner	Handler om korrosjon, forbrenningsreaksjoner og elektrokjemi. Emnene skal knyttes til et stort utvalg av forsøk hvor beregninger skal inngå.
Materialer	Omhandler polymerer og nanomaterialer, samt miljøkonsekvenser ved produksjon og deponering av ulike materialer

Den videregående skole vil aldri finne sin endelige form

Opplæringstilbudet i den videregående skole har utviklet seg gjennom faser. Realfagene måtte vike for de klassiske fagene i de første skolene, men har fått styrket sin posisjon gjennom arbeidet til viktige skolemenn og utvalg. Den videregående opplæringen har måttet tilpasse seg samfunnet og reformene som har formet grunnskolen. I en Stortingsmelding sies det følgende om omorganisering av den videregående opplæringen:¹⁰⁸

¹⁰⁷ Udir (2006), side 3–4. Alle referanser til hovedområdene og kompetansemålene for kjemifaget i LK06 er hentet fra denne referansen (Udir(2006)). I det følgende vil jeg ikke referere.

¹⁰⁸ St. melding nr. 32 (1998–1999); St. melding nr. 16 (2006–2007): Folkeskolen utviklet seg gjennom reformer og lover til en niårig grunnskole for alle og senere til en obligatorisk tiårig skole, lovfestet og vedtatt i 1997.

Den videregående opplæringen vil aldri finne sin endelige form. Det skal den heller ikke. Den skal være nyskapende ved selv å lete etter de beste og mest tidsriktige arbeidsmåtene, den hensiktsmessige organiseringen og de fruktbare samarbeidsformene med næringsliv og andre samarbeidspartnere i det store prosjektet som skal gi ungdommen det beste vi kan by dem.

Kjemifaget har også vært i utvikling, både med hensyn på innhold og omfang. Kjemifaget var først en del av naturfaget (og «naturvidenskap») og den første læreplanen var vag med liten (eller tilnærmet ingen) beskrivelse av hvilke emner som var viktige i faget. Etter hvert fikk læreplanene mer innhold, det ble ført hvilke stoffer og teorier som skulle gjennomgås samt hvilke arbeidsformer som var betydningsfulle i faget. Etter lov om de høyere allmennskoler av 1935 (læreplanen forelå i 1950) ble kjemi et eget skolefag (da sammen med fysiologi) og i de følgende læreplaner fikk faget flere uketimer. I læreplanen av 1976 ble mål for faget formulert og pensum ble gjengitt i en emneliste med kulepunkter for hvert tema. I denne læreplanen kom flere nye tema inn i læreplanen, blant annet analyser og synteser i uorganisk og organisk kjemi. Med Reform 94 ble pensum i kjemikursene strukturert under mål og hovedmomenter. Syntese, korrosjon, buffere og polymetaller er noen av temaene som kom inn som nye under R94. I LK06 fikk kjemikursene ytterligere flere uketimer og R94s mål og hovedmomenter ble erstattet av hovedområder og kompetansemål. I kjemi 2 ble flere nye tema introdusert, som forskning i kjemi, materialer og biokjemi.

Som vi har sett i dette delkapittelet er dagens læreplan i kjemi delt i fem hovedområder med sine tilhørende kompetansemål. Hovedområdene dekker hvert sitt tema, men er det forskjell på dem når det gjelder størrelse og omfang? I neste delkapittel presenteres læreplaner som forskningsfelt før jeg tar fatt på dette spørsmålet.

1.3 Analyse av læreplanen i kjemi 2

Forskning på læreplaner kan dreie seg om sammenligninger av tradisjoner i ulike land. Et eksempel er prosjektet «Didaktik Meets Curriculum – Didactical and Curricular Theories and Patterns: An International Comparison» hvor Kurt Riquarts, Stefan Hopmann, Ian Westbury og Bjørn B. Gudem stod i spissen. Hensikten med prosjektet var å sammenligne læreplaner

(eller *curriculum*) i ulike land. Primært ble oppbygging av teori og forståelsesrammer innenfor læreplanfeltet studert, men forskerne så også på kontekst og historiske forhold.¹⁰⁹

Læreplanforskning kan også omfatte dagsaktuelle situasjoner og utfordringer. Et eksempel på dette finnes for den norske læreplanen i naturfag. Som nevnt (kap. 1.2) kom grunnleggende ferdighet inn i skolen med Kunnskapsløftet. De grunnleggende ferdighetene skulle vektlegges og integreres i kompetansemålene i alle fags læreplaner. Stein Dankert Kolstø har sett på hvordan den grunnleggende ferdigheten *lesing* uttrykkes i læreplanen for faget ved å telle antall verb i planen som relateres til denne ferdigheten.¹¹⁰ I Kolstøs læreplananalyse er kompetansemålene i naturfag gjenstand for analyse. I trinn 1 av læreplananalysen for kjemi 2 følger jeg Kolstøs metode, og bruker telling av verb som et verktøy for å studere hovedområdenes størrelse i læreplanen. Antall verb i kompetansemålene kan gi et bilde på hvor mye kunnskap (eller hvor mange ulike kunnskaper) som ligger i hovedområdene.

Verbene i kompetansemålene kan også studeres for å si noe om innholdet av kunnskap. Ellen Bjerknes tok for seg utformingen av kompetansemålene i programområdet Helse- og sosialfag i videregående opplæring. I sin studie brukte hun verb som et verktøy for å avdekke om målene vektlegger teorikunnskaper eller praktisk yrkeskompetanse.¹¹¹ Verb har også blitt brukt for å si noe om det kognitive nivået i opplæringsmålene. I denne sammenhengen plasseres målene i kategorier etter de tankeprosessene som eleven går gjennom for å erverve seg kunnskapen som målet fører, fra enkle til mer komplekse. Blooms taksonomi, Blooms reviderte taksonomi og Webbs Depth-of-Knowledge-nivåer er eksempler på slike klassifiseringssystemer. Disse allerede utarbeidede verktøyene bruker jeg for å konstruere mitt eget verktøy i trinn 2 av læreplananalysen. Jeg har definert tre kunnskapsklasser som anvendes på læreplanens kompetansemål. Men før jeg presenterer dette verktøyet nærmere ser jeg på antallet av verb i hovedområdene: Hva sier antall verb om hovedområdenes størrelse i læreplanen for kjemi 2?

¹⁰⁹ Karseth og Sivesind (2009), side 44–46, 48; Se Gudem og Hopmann (1998) for en nærmere beskrivelse av prosjektet.

¹¹⁰ Kolstø (2009).

¹¹¹ Bjerknes (2011).

Trinn 1 av læreplananalysen: Antall verb

Læreplanens kompetansemål består av verb som sier noe om hvordan kompetanse skal tilegnes i opplæringen.¹¹² Læreplanen for kjemi 2 sier blant annet at eleven skal *utføre* (for eksempel analyser) *forklare* (for eksempel prinsipper) og *beregne* (for eksempel cellepotensial). Kompetansemålene i kjemi beskriver dessuten ofte flere kompetanser i ett og samme mål. I hovedområdet Analyse er følgende mål gitt: «Mål for opplæringen er at eleven skal kunne *planlegge* og *gjennomføre* enkle vannanalyser og *vurdere* analyseresultatene i forhold til vannets bruksområde». I dette kompetansemålet beskrives tre ulike kompetanser. En sammenligning av antall verb i hovedområdene skal besvare hvilket omfang de ulike hovedområdene har i læreplanen.

Metode og resultater

Tabell 1.3.1 viser resultatene av opptellingen av antall verb i hovedområdene i læreplanen for kjemi 2 (vedlegg 10 viser opptellingen for hvert kompetansemål). Hvert kompetansemål er gjennomgått og verbene registrert. Opptellingsmetoden kan illustreres med et eksempel:

I hovedområdet Organisk kjemi 2 står følgende kompetansemål: «Mål for opplæringen er at eleven skal kunne forklare reaksjonsmekanismen ved addisjon og eliminering». I kompetansemålet er «forklare» det sentrale verbet og nevnes én gang eksplisitt. Med eksplisitt mener jeg verbet som brukes for å beskrive hvordan kunnskapen skal tilegnes i kompetansemålet. Men kompetansemålet lister enda en kompetanse implisitt. Med implisitt mener jeg her verb som er brukt i en opprømsing av kunnskaper, eller i sammenbinding («og») som lister andre kunnskaper. Dette er tatt med for å gi et mer riktig bilde av hvor mange kompetanser som føres. Målet fra Organisk kjemi 2 inkluderer både forklaring av reaksjonsmekanisme ved addisjon og forklaring av reaksjonsmekanisme ved eliminering, og resulterer i den totale verdien 2 for kompetansemålet (i tabellen er dette ført slik: «forklare (+1)»).

Noen kompetansemål sier at elevene skal gjøre et minimum (for eksempel gjøre forsøk med *minst* to av reaksjonstypene oksidasjon, substitusjon, addisjon, eliminering, kondensasjon og hydrolyse i Organisk 2), i slike tilfeller ble minimumsverdien bestemmende for den totale

¹¹² Udir (2011c).

verdien. Andre kompetansemål var mer utfordrende å gi en bestemt tallverdi på. Mål som formulerer kompetanser ved: *noen, eksempler*, eller *gjøre analyser*, presiserer ikke hvor mange *noen* er, hvor mange eksempler som skal kunnes eller hvor mange analyser som skal gjøres. At formuleringer av denne arten kan sikte til at flere kompetanser kan inkluderes ble ikke hensyntatt i min studie. Eksempelvis fikk kompetansemålet under Materialer som sier: «Mål for opplæringen er at eleven skal kunne gi eksempler på nanomaterialer ...» verdien 1.

Tabell 1.3.1 Antall verb i hovedområdene i læreplanen i kjemi 2 i Kunnskapsløftet.

Hovedområde	Sum	Verb
Forskning	7	Finne, presentere, publisere (+1), drøfte, gjøre rede for, gi eksempler
Analyse	13	Påvise (+1), gjøre rede for (+1), utføre, tolke (+1), planlegge, gjennomføre, vurdere, forklare, beregne (+1)
Organisk kjemi 2	33	Gjøre rede for (+18), gjøre (+4), forklare (+5), utføre (+2),
Redoksreaksjoner	16	Gjøre (+3), forklare (+2), balansere (+1), planlegge, utføre, gjøre rede for (+1), beregne (+2)
Materialer	9	Beskrive (+2), gi eksempler (+3), vurdere (+1)

Resultatene fra tellingen viser at Organisk kjemi 2 er det hovedområdet som har flest antall verb i denne analysen (tabell 1.3.1). Deretter følger Redoksreaksjoner, Analyse, Materialer og Forskning med færrest verb.

At hovedområdene har ulikt antall verb kan ha sammenheng med at hovedområdene har et ulikt antall kompetansemål (vedlegg 9 gjengir læreplanen i kjemi 2 i LK06). Organisk kjemi 2 er hovedområdet med flest kompetansemål (åtte) og kan dermed være naturlig at dette hovedområdet også har flest verb. Redoksreaksjoner har syv kompetansemål, noe som kan være en årsak til at dette hovedområdet også har mange verb.

Til tross for at Redoksreaksjoner kun har ett kompetansemål mindre enn Organisk kjemi 2, har det omtrent halvparten så mange verb (tabell 1.3.1). Dette kan komme av at flere av kompetansemålene i Organisk kjemi 2 beskriver flere kompetanser i ett og samme mål.

Eksempelvis er et kompetansemål i Organisk kjemi 2 formulert slik: «Mål for opplæringen er at eleven skal kunne gjøre rede for struktur og egenskaper til aminosyrer, proteiner, lipider, karbohydrater og ATP», noe som gir verdien 10 (5 for å gjøre rede for *struktur* til aminosyrer, proteiner, lipider, karbohydrater og ATP + 5 for å gjøre rede for *egenskaper* til stoffene). Mens flere av kompetansemålene i Organisk kjemi 2 har høye verdier (et kompetansemål har for eksempel 8 og et annet har 6, se vedlegg 10), har kompetansemålene i Redoksreaksjoner generelt verdiene 2 eller 3. Som vi skal se i neste kapittel har Organisk kjemi 2 et større omfang også i lærebøkene enn Redoksreaksjoner (kap. 2.2).

Selv om tellingen av verb (tabell 1.3.1) viste et mindre antall verb for hovedområdet Materialer er alle tre kompetansemål preget av vage formuleringer som *noen, eksempler og konsekvenser*, og det kan tenkes at hovedområdet i praksis er større enn det analysen viser. Men, som vi skal se utgjør Materialer kun 7 % av de utvalgte kjemilærernes periodeplaner (kap. 1.4).

Man kan spørre seg om det er en fare for at Forskning blir nedvurdert i undervisningen fordi det virker å være av et mindre omfang? Kolstøs resultater av gjennomgangen av læreplanen i naturfag viser at ferdigheten *lesing* uttrykkes svært lite i læreplanen for naturfag. Han hevder at fordi leseferdighetene ikke inngår i kompetanseformuleringene som ligger til grunn for testing og karaktersetning, er det en fare for nedprioritering av leseopplæringen.¹¹³ Dette skal jeg se nærmere på i kap. 1.4.

Kommentar og refleksjon

Antall kompetansemål under hovedområdene og antall verb kan kanskje si noe om størrelsen på hovedområdet. Per–Odd Eggen, som var leder for læreplankomiteen i kjemi 2, sier at det ble gjort vurderinger underveis i forhold til hvor de enkelte målene skulle ligge.¹¹⁴ Det ble for eksempel bestemt at buffere skulle tilhøre programfaget kjemi 2 og valget falt på Analyse. Det Eggen sier kan kanskje også overføres til tellingen av verb. Antall verb i hovedområdene kan si noe om hvor mange ulike kompetanser som skal læres i de ulike hovedområdene, men de sier kanskje lite om hvor viktige de ulike hovedområdene er.

¹¹³ Kolstø (2009).

¹¹⁴ Per–Odd Eggen, personlig meddelelse, 06.11.13.

Telling av verb i kompetansemålene er selvsagt en forenklet måte å måle kunnskaper på, hvis en kan si at antall kunnskaper kan telles. En enda enklere metode kunne vært å telle kun antall kompetansemål under hvert hovedområde eller antall ord. En annen metode kunne vært å kun telle verbene uten å se på hvor mange kompetanser de brukes på. Tallverdiene for hvert kompetansemål og hovedområde ville på denne måten blitt mye lavere enn i denne studien. Kompetansemålet fra Organisk kjemi 2, som omhandler ulike næringsstoffer og ATP kunne i teorien vært skrevet som syv-åtte ulike kompetansemål (et kunne vært: *gjøre rede for struktur til aminosyrer*, det neste kunne vært *gjøre rede for struktur til proteiner* osv.). Mange av målene i de andre hovedområdene er tilsvarende komprimert. Metoden som er brukt i denne analysen gir derimot et mer nyansert bilde og metoden som er brukt kan dermed sies å være mer valid enn alternativene.

En metode som kanskje ville gitt et enda bedre bilde, og dermed styrket denne studiens validitet, er å vurdere hvor mange kompetanser som menes med *noen, eksempler og analyser* (som nevnt i redegjørelsen for metoden). Det er mulig at disse målene er åpne fordi et av målene med Kunnskapsløftet var å gi mer handlefrihet til å velge innholdet i opplæringen.¹¹⁵ Praksis er helt sikkert ulik blant forskjellige kjemilærere når det gjelder hvor mange analyser som gjøres eller hvor mange eksempler på nanomaterialer som gjennomgås. Observasjon av undervisningen kunne nok gitt et svar på hvor mange kompetanser som gjennomgås for hovedområde, men dette anses som en for omfattende oppgave innenfor rammene av en masteroppgave.

Analysen kan sies å være valide i den betydning at resultatene gir en innsikt i forskjeller mellom antall kompetanser i hovedområde. Men resultatene sier lite om hvilke kjemikunnskaper som kreves for å tilegne seg kompetansen. For å finne et mål på antallet kjemikunnskaper kunne kanskje substantiver i kompetansemålene telles. Kompetansemålene fører ett eller flere substantiver (i tillegg til verb) som sier noe om den faglige kunnskapen.¹¹⁶ De ulike kompetansemålene i læreplanen for kjemi 2 angir et ulikt antall substantiver. Mens et kompetansemål fra Redoksreaksjoner omhandler substantivet korrosjon, omhandler et kompetansemål fra Organisk kjemi 2 substantivene kromatografi, destillasjon og omkrystallisering. Samtidig ville en slik telling fortalt lite om mengden av fagkunnskaper som kreves for å nå målene. Selv om dette målet fra Redoksreaksjoner kun angir et substantiv

¹¹⁵ Udir (2011c).

¹¹⁶ Udir (2011c).

(korrosjon) kreves det at eleven har grunnleggende forståelser for redoksreaksjoner for at målet kan nås. Eleven bør kunne begrepene oksidasjon og reduksjon, balansering av redoksreaksjoner, hvordan elektroner strømmer fra negativ til positiv pol og at en vanndråpe dermed kan ses på som et galvanisk element. Å vurdere alle fagkunnskaper som ligger i hvert kompetansemål er et utfordrende oppgave. Men lærebokanalysen (kap. 2.2) kan kanskje bidra til en økt forståelse for hvor omfattende kunnskapen som beskrives av verbene og substantivene i kompetansemålene er.

Resultatene sier lite om hvilke kognitive prosesser som kreves av eleven for å nå målene. En alternativ metode kan være å vurdere *innholdet* av kunnskap som verbene beskriver ved å vurdere de kognitive prosessene som elevene går gjennom for å lære seg kunnskapen. Dette gir nok et bedre bilde på kompetansemålenes størrelser, og kan dermed styrke studiens validitet. I neste del av analysen blir slike vurderinger i større grad ivaretatt.

Bakgrunn for trinn 2: Modeller for læreplananalyse

Studier av læreplaners innhold, mer presist læreplanens målformuleringer, er et område som har røtter tilbake til 1940-tallet.

På 1940- og 1950-tallet ble det satt søkelys på læringsprosesser og det oppstod et behov for metoder for å beskrive og analysere disse prosessene. Metodene ble også anvendt på læreplaner og kalt læreplananalyser. Ved bruk av taksonomiske skjemaer og klassifikasjonssystemer ble formuleringer av mål for undervisningen (det som vi i dag kjenner som kompetansemål i læreplaner) studert. Benjamin S. Bloom og hans medarbeidere (Bloom var redaktør, med i gruppen var også M. D. Engelhart, E. J. Furst, W. H. Hill og D. R. Krathwohl) var de første som publiserte et forsøk på en omfattende klassifisering forankret i pedagogisk teori.¹¹⁷

Arbeidsgruppens taksonomi, populært kalt Blooms taksonomi, ble først publisert i 1956 under navnet *The Taxonomy of Educational Objectives, The Classification of Educational Goal, Handbook 1: Cognitive Domain*. Målet med taksonomien var å lette kommunikasjon ved spørsmål om måloppnåelse gjennom å konstruere et felles rammeverk for klassifisering av undervisningsmål. Bloom-gruppen tenkte seg tre domener for målklassifisering: *det kognitive*

¹¹⁷ Engelsen (1973), side 40–51; Anderson og Krathwohl (2001), side XXI.

domenet (det å tenke, vite og løse problemer), *det affektive domenet* (holdninger, verdier og interesser) og *det psykisk-fysiske domenet* («manual and motor skills»). Under det kognitive domenet, som brukes i dokumentanalyse av læreplaner, ble det definert underkategorier hvor målformuleringer kunne plasseres fra enkelt til mer komplekst. De seks kategoriene er: *kunnskap* («knowledge»), *forståelse* («comprehension»), *anvendelse* («application»), *analyse* («analysis»), *syntese* («synthesis») og *evaluering* («evaluation»). Hver kategori fikk sin egen beskrivelse og det ble oppgitt opp kjennetegnende verb.¹¹⁸

På 1990-tallet ble en ny gruppe dannet for å igjen rette søkelyset mot taksonomien, oppdatere den og gjøre den mer relevant for dagens studenter og lærere. Gruppen ble ledet av en av Blooms tidligere studenter, Lorin Anderson. Deltagende i denne gruppen var også David R. Krathwohl, medforfatterne av den opprinnelige taksonomien. Den nye gruppen ønsket å inkludere det kognitive aspektet av barns læring i tabellen, det vil si de mentale prosessene som skjer hos eleven når kunnskap innlæres. Resultatet av arbeidet kalles ofte Blooms reviderte taksonomi, eller taksonomitabellen og ble utgitt i 2001 under tittelen *A Taxonomy for Learning, Teaching and Assessing : A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Goals*.¹¹⁹

I taksonomitabellen defineres fire generelle typer av kunnskap: *fakta-* («factual»), *begrepsmessig-* («conceptual»), *prosedyremessig-* («procedural») og *metakognitiv* («metacognitive») kunnskap. *Reell kunnskap* er kunnskap om terminologi og spesifikke detaljer. *Begrepsmessig kunnskap* handler om hvordan ulike deler av teorien kan settes sammen i et system. *Prosedyremessig kunnskap* innebærer ofte flere steg og er «kunnskap om hvordan man gjør ting». *Metakognitiv kunnskap* handler om den mentale prosessen hvor kunnskap tilegnes. I tillegg til de fire typene av kunnskaper ble seks kategorier angitt for å gi et sett av klassifikasjoner for de kognitive prosessene som inkluderes i målene.

Disse kategoriene minner om den originale Bloom-gruppens kategorier, men det ble gjort endringer, blant annet når det gjaldt terminologi.¹²⁰ Kategoriene i den reviderte taksonomien

¹¹⁸ Engelsen (1973), side 52–54; Krathwohl (2002); Anderson og Krathwohl (2001), side XXI.

¹¹⁹ Krathwohl (2002); Anderson og Krathwohl (2001), side XXI–XXII, side 27.

¹²⁰ De opprinnelige kategoriens navn var substantiver, men ble omgjort til verb. Noen kategorier fikk også nye navn: «knowledge» ble «remember», «comprehension» ble «understand» og «synthesis» ble «create». Det ble også byttet plass på «create» og «evaluation» slik at «create» ble det høyeste nivået. En årsak til endring i navn var at den nye arbeidsgruppa ønsket å bruke betegnelser som lærere bruker i sitt vurderingsarbeid.

fikk også beskrivelser og tilhørende verb som brukes når man skal klassifisere og plassere mål.¹²¹ Tabell 1.3.2 illustrerer de seks kategoriene (i den reviderte taksonomien) under *det kognitive domenet*, beskrivelse av kategoriene og tilknyttede verb.

Tabell 1.3.2. De seks kategoriene i Blooms reviderte taksonomi og beskrivelser av dem, rangert fra enklest til komplekst, fra konkret til abstrakt nivå.¹²²

Kategori	Beskrivelse	Verb
Huske («Remember»)	Gjenkalle, huske og gjenkjenne kunnskap fra langtidsminnet. Kunnskap om fakta, metoder, klassifisering, prinsipper, teorier.	Gjenkjenne, gjengi, referere, gjenta.
Forstå («Understand»)	Konstruere mening fra muntlig, skriftlig eller illustrerte beskjeder. Gjengi kunnskap ved bruk av eget språk. Forståelse uten å se et helhetlig bilde.	Klargjøre, skrive om, representere oversette, illustrere, eksemplifisere, kategorisere, generalisere, konkludere, konstruere modeller.
Bruke («Apply»)	Forståelse til å utføre eller bruke en prosedyre i en gitt situasjon.	Utføre, gjennomføre, bruke.
Analysere («Analyze»)	Bryte ned materialet til dets bestanddeler og avgjøre hvordan delene henger sammen, se en helhetlig struktur eller mening.	Bedømme, fokusere, velge, organisere, analysere.
Evaluere («Evaluate»)	Gjøre vurderinger basert på kriterier og standarder.	Koordinere, kritisere, bedømme, begrunne, vurdere.
Skape («Create»)	Trekke konklusjoner, foreslå planer, omorganisere elementer til et nytt mønster eller struktur.	Produsere, sette fram en hypotese, planlegge, designe, konstruere.

¹²¹ Krathwohl (2002); Anderson og Krathwohl (2001), side 27–31.

¹²² Kategoriene, beskrivelsene og verb er hentet fra Krathwohl (2002) og Anderson og Krathwohl (2001), side 67–68.

Inspirert av Blooms taksonomi har det blitt utarbeidet mange andre klassifiseringssystemer som kan brukes i dokumentanalyser av læreplaner. Et eksempel er Webbs Depth of Knowledge (DOK). Modellen har fått navn etter Norman Lott Webb som blant annet har jobbet med evaluering og utvikling av læreplaner i matematikk og naturfag. Hans modell består av fire DOK-nivåer hvor tanken er at læreplanmål kan plasseres under et av disse etter graden av dybde eller kompleksiteten av kunnskapen som målet har. Med dybde av kunnskap menes de kognitive prosessene hos eleven som skal til for å nå læreplanmålet.¹²³ Under gjengis de fire DOK-nivåene med beskrivelse og kjennetegnende verb.¹²⁴

Nivå 1 – gjenkjennelse og reproduksjon krever at elevene mottar og/eller gjengir fakta, eller kun bruker enkle ferdigheter. Dette er ofte knyttet til definisjoner, regler, til å bruke en bestemt formel eller til å utføre enkle prosedyrer. Verbene «identifisere», «gjenkjenne», «bruke», «måle» eller «beregne» svarer til utfordringer på dette nivået. *Nivå 2 – grunnleggende bruk av ferdigheter/begreper* krever forståelser og bruk av kunnskapen utover gjenkjennelse og reproduksjon. Dette kan være knyttet til at eleven må ta noen beslutninger om hvordan et problem skal tilnærmes, for eksempel hvilken formel som skal brukes i en gitt oppgave. Mål på nivå 2 dekker noen viktige begreper, men ikke på en kompleks måte. Verb som kjennetegner dette nivået er: «oppsummere», «estimere», «konkludere», «klassifisere», «observere», «samle og sammenligne data» – verb som antyder mer enn ett steg. *Nivå 3 – strategisk tenking* krever en dypere kunnskap gjennom argumentasjon og planlegging på et høyere nivå av tenking. Elevene kan oppmuntres til å forklare sin tenkning, generalisere eller koble sammen ideer. Aktiviteter som krever at elevene trekker konklusjoner fra observasjoner, forklarer fenomener ut i fra kunnskap og bruker kunnskap for å løse problemer gjenspeiler dette nivået. *Nivå 4 – utstakt tenking* krever kompleks argumentasjon, utvikling og tenking. Dette kan være knyttet til å hensynta flere variabler, se flere koblinger, relatere ideer innen et tema og på tvers av tema. Aktiviteter knyttet til nivå 4 kan være å designe og utføre eksperimenter, gjøre koblinger mellom temaer og fenomener, kombinere og skape ideer til et nytt konsept.

¹²³ Webb (1997).

¹²⁴ Webb (2002).

Trinn 2 av læreplananalysen: Kognitive prosesser

Det er ikke tilfredsstillende å utelukkende studere verbene når man skal se på nivået av kunnskap som beskrives i kompetansemålene. Selv om en kan hevde at «å vurdere» innebærer at eleven behersker et større kunnskapsområde enn verbet «å beskrive» må man også se på konteksten verbene står i. Konteksten indikerer en annen dybde for de kognitive prosessene som finner sted.¹²⁵

Læreplanmålet: «Eleven skal kunne forklare rollen til hydrogen som energibærer i fotosyntese og celleånding» forutsetter at eleven kan celleåndingens ulike prosesser, fotosyntesens reaksjoner og samtidig hvordan hydrogen fungerer som en hydrogenbærer i disse prosessene. På en annen side krever ikke kompetansemålet: «Eleven skal kunne forklare reaksjonsmekanismer ved addisjon og eliminasjon» samme dybde, til tross for at verbet *forklare* også brukes her. For å beherske dette kompetansemålet må eleven lese og lære seg de to reaksjonsmekanismene.

Blooms taksonomiske tabell og revideringen nivådeler først og fremst på grunnlag av verbet, på en annen side tar Webb i større grad på hensyn til nettopp kontekst og kompleksitet i formuleringene. Med utgangspunkt i kategoriene i Blooms reviderte taksonomi og Webbs fire nivåer har jeg definert tre kunnskapsklasser som er grunnlaget for analysens trinn 2.

Metode og resultater

Blooms seks kategorier (i den reviderte taksonomien) og Webbs fire nivåer ble plassert under tre kunnskapsklasser: lav, middels og høy. Mine tre klasser beskriver dybden av kunnskap (de kognitive prosessene) som ligger i kompetansemålene. For å plassere Blooms kategorier og Webbs nivåer i de tre klassene gikk jeg metodisk gjennom de to verktøyene for å se hvilke av kategoriene og nivåene jeg vurderer å beskrive samme type/mengde kunnskap. En oppsummering av mine klasser, beskrivelser og kjennetegnende verb er gjengitt i tabell 1.3.3.

¹²⁵ Holt og Øyehaug (2010).

Tabell 1.3.3. Egenutviklet verktøy som ble brukt på læreplanen i kjemi 2. Tabellen angir de tre klassene (lav, middels og høy) som beskriver innhold i læreplanens kompetansemål og karakteristikk for disse. Det angis hvilke av Blooms kategorier og Webbs nivåer som faller inn under klassene (B1 tilsvarer Blooms laveste kategori osv.). Verb som kjennetegner hver klasse er også oppført.

Klasse	Beskrivelse	Verb
Lav (B1, B2, W1, W2)	Faktakunnskaper, gjengivelse av kunnskap.	Gjengi, beskrive, referere, definere, liste opp, gjenta, forklare, oppsummere, klassifisere, observere, identifisere, bruke, måle, beregne
Middels (B3, B4, W2, W3)	Forståelse til å anvende kunnskap. Prosesser som omhandler mer enn ett steg. Se sammenhenger.	Utføre, bruke, organisere, analysere, gjøre rede for, tolke.
Høy (B5, B6, W4)	Bruke kunnskap i komplekse prosesser, trekke konklusjoner, foreslå framgangsmåter, se sammenhenger på tvers av tema.	Drøfte, bedømme, begrunne, vurdere, planlegge, foreslå.

Min laveste klasse representerer kompetansemål som krever at eleven pugger, husker, gjengir eller bruker faktakunnskaper. Dette kommer til uttrykk gjennom Blooms første og andre kategori, *huske* og *forstå* og Webbs første nivå, *gjenkjennelse* og *reproduksjon*. Disse kategoriene og nivået kjennetegnes ved at eleven skal gjenkjenne, gjenkalle, motta eller gjengi faktakunnskaper. Også deler av Webbs andre nivå, *grunnleggende bruk av ferdigheter/begreper*, passer inn i denne beskrivelsen. Dette nivået beskriver at eleven har kompetanse til å forstå kunnskapen og er i stand til å ta beslutninger. En kan argumentere for at beskrivelsen tilsier at nivået hører hjemme i en høyere klasse, men ettersom Webb bruker verb som *oppsummere*, *observere* og *klassifisere* som kjennetegnende verb, har jeg plassert dette nivået i den lavest klassen. Kompetansemål som har verbene *forklare*, *gjøre*, *beregne* eller tilsvarende ble plassert i min laveste klasse. For eksempel ble kompetansemålet fra Organisk kjemi 2 hvor elevene skal *gjøre påvisningsreaksjoner* plassert her.

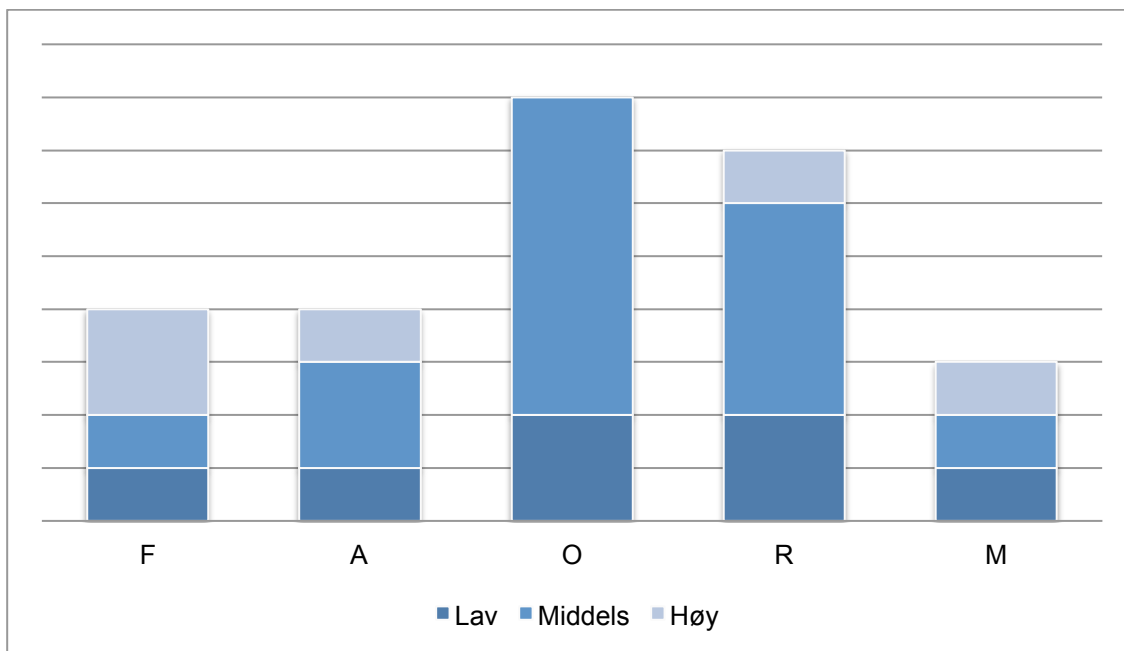
I den midterste klassen ble kompetansemål som forutsetter at eleven gjør mer enn ett steg og speiler at elevene må *bruke* kunnskap for å se sammenhenger plassert. Verb som beskriver dette er *utføre*, *gjøre rede for* og *publisere*. Gjennom hovedområdet Forskning skal elevene *publisere rapporter fra egne forsøk*. Dette ble plassert her da det forutsetter at eleven også har brukt kunnskap til å gjøre et forsøk, få noe ut av forsøket og skrevet en rapport.¹²⁶ Blooms tredje og fjerde kategori, *bruke* og *analysere*, er plassert i denne midterste klassen, sammen med deler av Webbs andre nivå og tredje nivå, *strategisk tenking*. Blooms kategorier og Webbs tredje nivå kjennetegnes med at eleven har forståelse til å utføre eller bruke kunnskap og ser sammenhenger gjennom planlegging og høyere nivå av tenking.

Den høyeste klassen kjennetegnes av at elevene bruker kunnskap *i komplekse situasjoner*, og *ser sammenhenger på tvers av tema*. Blooms femte og sjette kategori, *evaluere* og *skape*, samt Webbs fjerde nivå, *utstrakt tenking*, er plassert her. I Blooms reviderte taksonomi beskrives disse kategoriene med verb som *vurdere*, *drøfte*, *planlegge* og *foreslå*, Webb beskriver dette høyeste nivået med begreper som *kompleks argumentasjon*, *kompleks tenking*, *relatere ideer innen et tema og på tvers av tema*. Verb som beskriver mitt høyeste nivå er blant annet *drøfte*, *planlegge* eller *vurdere*. I hovedområdet Redoksreaksjoner skal eleven selv *planlegge og utføre analyser*, et kompetansemål som ble plassert i denne kategorien.

Hvert enkelt læreplanmål ble vurdert og plassert i en av de tre klassene (vedlegg 11).

Resultatene av analysen illustreres i figur 1.3.1.

¹²⁶ Her har jeg kun vurdert *kjemikunnskapen* som ligger i kompetansemålet, ikke de grunnleggende ferdighetene. Dersom jeg samtidig skulle vurdert for eksempel skriveferdigheter ville det komme andre kriterier enn de jeg har hensyntatt.



Figur 1.3.1. Kompetansemålene i læreplanen i kjemi 2 ble plassert i en av tre kunnskapsklasser (lav, middels og høy) etter et egenutviklet taksonomisk verktøy. Figuren viser resultatene for hvert av de fem hovedområdene i faget. F er hovedområdet Forskning, A er Analyse, O er Organisk kjemi 2, R er Redoksreaksjoner og M er Materialer.

Figur 1.3.1 viser at de tre kunnskapsklassene er ulikt representert i de fem hovedområdene. Forskning oppfyller den høyeste klassen i størst grad, med to kompetansemål. Også Analyse, Redoksreaksjoner og Materialer har kompetansemål som klassifiseres i den høyeste klassen. Hovedområdene Analyse, Organisk kjemi 2 og Redoksreaksjoner har hovedvekt av kompetansemål som klassifiseres i den laveste klassen.

Lignende studier har sett på målformuleringer i medisinsk pensum («Medical school objectives») og helsearbeiderfag («health profession course»). Disse studiene viser de samme trendene som i min analyse; målformuleringene oppfyller lavere nivåer i større grad enn de høyere nivåene. Av resultatene konkluderer Gjerde med at intensjonene i kurset tydeligvis er å lære bort begreper og at elevene skal bli i stand til å forklare kunnskaper med egne ord.¹²⁷

Kompetansemålene i Organisk kjemi 2 (som ikke har noen kompetansemål i den høyeste klassen; figur 1.3.1) angir mange begreper og prinsipper som elevene skal lære. Elevene skal kunne «gjøre rede for» for eksempel kromatografi, «forklare» for eksempel reaksjonsmekanismer og «gjøre» for eksempel påvisningsreaksjoner. Formuleringene i dette

¹²⁷ Gjerde (1978); Gjerde (1981).

hovedområdet legger kanskje opp til at kunnskap skal innlæres og reproduseres, ikke at kunnskapen skal brukes i komplekse situasjoner. For å eksemplifisere tar jeg for meg kromatografi, en metode som presenteres for elevene i kjemi 2 (kompetansemålet sier at eleven skal kunne gjøre rede for og utføre kromatografi, destillasjon og omkrystallisering).

Kromatografi er muligens et fremmedord for de fleste kjemielever og en begrepsforståelse innen feltet bør være på plass for at elevene skal få måloppnåelse. Begreper som mobilfase, stasjonærfase, kromatogram, og kanskje også retensjonsverdi er viktige uttrykk innen metoden og bør kunne for å forstå prinsippet. I tillegg finnes det mange former for kromatografi. Læreplanmålet hverken spesifiserer eller avgrenser hvilke kromatografiske metoder som elevene skal «kunne gjøre rede for». I tillegg til de enklere metodene, papirkromatografi og tynnsjikt-kromatografi, er det kanskje naturlig at elevene lærer litt om de instrumentelle metodene gasskromatografi, og kanskje også væske-kromatografi. Kunnskaper om kromatografi baserer seg på etablerte kunnskaper i kjemi som eleven må lære seg og faktakunnskaper befinner seg i den laveste kunnskapsklassen (tabell 1.3.3). Dette peker dermed på et lavt kognitivt nivå da det er lite rom for drøftinger eller innspill fra elevens side.

Gjennom opplæringen skal elevene også *gjennomføre* kromatografi. Elevforsøk i kjemi (og naturfag) har nok en tendens til å være temmelig styrte og lukkede, hvor en oppskrift skal følges for å samle data. I slike forsøk brukes, og/eller bekreftes, teori eller trenes spesifikke ferdigheter (som å bruke vitenskapelig utstyr). Det er blitt sagt at lukkede forsøk gir lite rom for fordypning og at elevene får liten mulighet til å bruke kunnskap til å se nye sammenhenger.¹²⁸ Slike koke-bok-forsøk krever få tankeprosesser hos eleven, en viss forståelse kan være på plass, men er ikke nødvendig. Eksperimenter kan også være åpne. Eleven kan for eksempel presenteres for en problemstilling som skal besvares gjennom å bruke kunnskapene i faget. I åpne elevforsøk kan eleven foreslå eller planlegge fremgangsmåte dermed bruke kunnskap i mer komplekse situasjoner, noe som befinner seg på et høyere nivå av tenkning.

Kompetansemålet som omhandler kromatografi sier at eleven skal utføre kromatografi, men det spesifiseres ikke hvordan. Det kan kanskje være utfordrende å gjennomføre metoden som et åpent forsøk. Som oftest vil nok elevene gjennomføre en papirkromatografi eller en tynnsjikt-kromatografi (jeg antar at et fåtall av videregående skoler har tilgang til en gasskromatograf eller væske-kromatograf). I et slikt forsøk er det muligens lite rom for

¹²⁸ Knain og Kolstø (2011); Domin (1999).

alternativt utstyr, eller alternative fremgangsmåter (selv om elevene kanskje kan velge en egnet mobilfase ut i fra hvilke stoffer de skal analysere). Kompetansemålet krever derfor ikke et høyt nivå av kognitive prosesser.

Samtidig kan nok den taksonomiske metoden problematiseres ytterligere. Å vurdere kunnskapen som ligger i hvert enkelt kompetansemål kan kanskje gi et bilde på dybden i det enkelte kompetansemål. Samtidig forutsetter mange av målene at eleven lærer noe mer enn kun det som eksplisitt står i målet.

I organisk kjemi er kompetansemålet som sier at eleven skal kunne «... gjøre påvisningsreaksjoner på enkle organiske forbindelser» plassert i den laveste klassen. Verbet *gjøre* peker på at eleven skal følge en prosedyre for å utføre et forsøk, og er årsaken til at kompetansemålet er plassert slik som det er. Men for at eleven skal *forstå* prinsippene som ligger bak påvisningsreaksjonen må flere andre kompetanser også være på plass. Eksempelvis er kanskje påvisning av reduserende sukkerarter et vanlig forsøk som utføres i forbindelse med kompetansemålet. Fehlings væske, som opprinnelig er blåfarget på grunn av kobber(II)ioner, vil bli redusert av aldoser og ketoser (reduserende sukkerarter), og et rødlig bunnfall dannes. På en side kan eleven følge en fremgangsmåte og oppnå kompetansemålet, eleven har påvist en enkel organisk forbindelse. Men på en annen side må flere andre kompetanser være på plass for at eleven skal forstå prinsippene som ligger bak forsøket. Gjennom eksperimentet skjer det en redoksreaksjon og et av kompetansemålene fra Redoksreaksjoner bør kanskje være på plass. Aldoser og ketoser er karbohydrater med henholdsvis aldehyd- og ketongrupper (og årsaken til at de kan påvises), noe som dekkes av et annet kompetansemål i Organisk kjemi 2. Eleven bør også kanskje vite hva som kjennetegner aldehyder og ketoner, noe som læres i kjemi 1.

I hovedområdet Redoksreaksjoner finnes et annet eksempel på at ett kompetansemål er viktig for å få full forståelse for andre. Et av kompetansemålene som er plassert i den laveste klassen definerer at eleven skal kunne balansere redoksreaksjoner. Måloppnåelse av dette krever at eleven lærer seg en fremgangsmåte for å skrive halvreaksjoner, reglene for oksidasjonstall og balanserer ligningen. Selv om formuleringen av målet ikke peker på et høyt nivå av kunnskap er kompetansen eleven tilegner seg gjennom målet grunnleggende for å beherske andre mål innen hovedområdet. En korrekt balansert redoksligning er første steg for å bruke resultatene av en redokstitrering og målet som omhandler dette er kategorisert i den høyeste klassen. Viktigheten av dette ene kompetansemålet kommer også frem ved at de resterende

kompetansemålene i hovedområdet bygger på balansering av redoksreaksjoner. Det kan nok være vanskelig å forklare en elektrokjemisk celle, elektrolyse, cellepotensial eller korrosjon uten å bruke halvreaksjoner eller oksidasjonstall.

Kommentar og refleksjon

Det å plassere kompetansemålene i kategorier er selvsagt ingen eksakt vitenskap, noe som svekker analysens reliabilitet. Eksempelvis er kompetansemålet under Analyse som sier at eleven skal kunne forklare hvordan buffere virker og beregne pH og kapasitet i buffere er plassert i den laveste kategorien. Andre kunne ha vurdert dette målet som å tilhøre en høyere klasse av kunnskap, da målet beskriver mer enn ett trinn. Ved å redegjøre for, begrunne, og vise til alle vurderinger i vedlegg styrker jeg studiens reliabilitet. Eksempelvis er grunnen til at dette kompetansemålet fra Analyse er plassert i den laveste klassen at elevene må lære en framgangsmåte i beregninger og målet bruker verbene *forklare* og *beregne*.

Metoden som er presentert her kan anvendes når målformuleringer er uttrykt i form av verb som sier hva eleven skal kunne. Som vi har sett, lister ofte kompetansemålene i kjemi 2 flere kompetanser i ett og samme mål. Det kan derfor være utfordrende å plassere målene i kategorier. Et alternativ til min metode kunne vært å dele opp alle kompetansemålene i delmål og analysert disse. Eksempelvis kunne kompetansemålet fra Analyse som sier at «Mål for opplæringen er at eleven skal kunne påvise metaller i legeringer og ioner i salter og gjøre rede for resultatene» være delt opp i fire mål: påvise metaller i legeringer, påvise ioner i salter, gjøre rede for resultatene av påvisning av metaller i legeringer, gjøre rede for resultatene av påvisning av ioner i salter. Resultatene i en slik analyse ville muligens avveket fra mine. På en måte ville kanskje en slik oppdeling i delmål gitt et bedre bilde av størrelsen og samtidig de kognitive prosessene i hovedområdene. Likevel vil jeg påstå at metoden som er brukt i min studie gir et mer et sammensatt bilde av hovedområdenes kognitive nivåer, noe som styrker studiens validitet.

1.4 Refleksjoner – hvordan styres undervisningen av læreplanen i utvalgte klasserom?

Kunnskapsløftet beskriver opplæringen slik den er tenkt å foregå i klasserommet. Goodlad peker på flere typer av læreplaner. Dette kan ses i sammenheng med den norske læreplanen. Selv om *den ideologiske læreplanen* (Goodlads første læreplantype) ikke kommer til uttrykk i selve læreplandokumentet, kan man se innslag av de verdier og holdninger som ligger til grunn i læreplanens generelle del.¹²⁹ Den generelle delen av læreplanen uttrykker det sentrale verdigrunnlaget og menneskesynet som det er skolens jobb å formidle. Et blikk på skolehistorien tydeliggjør hvordan holdningene og interessene i samfunnet har formet læreplanene, slik at realfagene etter hvert kom inn i fagkretsen.

Historisk har kjemifagets læreplaner endret seg, fra å være vage beskrivelser av målene i faget til mer strukturerte beskrivelser av innhold. Den historiske gjennomgangen munner ut i beskrivelsen av dagens læreplan i kjemi 2. Dagens læreplan beskriver formål med faget, angir struktur, timetall, vurdering og kunnskapene i faget er organisert i hovedområder med kompetansemål. Læreplanen i faget (og de andre deler av den trykte læreplanen) er en *formell læreplan* (Goodlads andre type). Den er offentlig godkjent av myndighetene og forpliktende for utdanningssystemet.

Forskning på læreplanen kan blant annet være dokumentanalyser av målformuleringer. Når læreplanen tolkes blir dette *den oppfattede læreplanen* (Goodlads tredje type). Analysen som er gjort i denne masteroppgaven viser at læreplanens hovedområder er av ulikt omfang, både når det gjelder antall kompetanser som listes, bredde og dybde i kompetansemålene.

Punkt 1 av læreplananalysen viser at hovedområdet Forskning fører færre kompetanser enn de andre hovedområdene (tabell 1.3.1). Fører dette til en nedvurdering fra kjemilærerens side, som Kolstø hevder for lesing i naturfaget? De utvalgte kjemilærerne kan gi et innblikk i undervisningspraksisen i deres klasserom, men først er det på sin plass å presentere utvalget. Et blikk på læreplanens rolle i klasserommet svarer til Goodlads tredje og fjerde læreplantype.

¹²⁹ Prinsipper som ligger til grunn for Kunnskapsløftet illustreres for eksempel gjennom innstillinger og stortingsmeldinger. Innstillinger som ligger til grunn for LK06 er NOU 2002: 10 (*Førsteklasses fra første klasse. Forslag til rammeverk for et nasjonalt kvalitetsvurderingssystem av norsk grunnopplæring*) og NOU 2003:16 (*I første rekke. Forsterket kvalitet i en grunnopplæring for alle*). Stortingsmeldinger er St. melding nr. 30, 2003–2004 (*Kultur for læring*), St. melding nr. 16, 2006–2007 (... og ingen sto igjen. Tidlig innsats for livslang læring) og St. melding nr. 31, 2007–2008 (*Kvalitet i skolen*).

Lærerne har tolket læreplanen (tredje type), samtidig kan lærernes periodeplaner og utsagn si noe om hvordan læreplanen er *gjennomført* i noen kjemiklasserom (fjerde type).

Utvalget av kjemilærere

Utvalget av kjemilærere bestod av to kvinner og tre menn, som samtlige er anonymisert.

Mari har grunnfag i kjemi og jobber på en middels stor skole utenfor en stor by. Mari virker faglig trygg. Hun har tidligere undervist kjemi på laboratoriefag og kjemi- og prosessfag, hvor de henholdsvis har fjorten og ti timer kjemi i uka. Det er imidlertid første gang hun underviser i programfaget kjemi 2 på studiespesialiserende. I den forbindelse fremkommer det i intervjuet at hun støtter seg på læreboka og at læreplanen er viktig for henne. I likhet med Mari har **Tuva** også grunnfag i kjemi. Hun er en erfaren lærer som har undervist i kjemi i omtrent ti år. I dag jobber hun på en stor skole i en stor by. Tuva virker trygg på programfaget. Hun bruker mye erfaring når hun skal lage periodeplaner i faget, også lærebok og eksamensoppgaver er viktige i hennes daglige arbeid. **Terje** trekker også frem læreboka som et viktig redskap for hans undervisning, men ser ikke noen motsetning mellom å undervise etter læreboka og etter læreplan. Terje har hovedfag i kjemi og har jobbet på en stor skole i en stor by i omtrent ti år. **Ole** er kanskje den mest erfarne læreren i utvalget. Han har hovedfag i kjemi og undervist i skolen i over tretti år. Han anslår at ti av disse har vært knyttet til kjemifaget. Ole underviser på en middels stor skole utenfor en stor by. For Ole er enkeltelevene viktig i forhold til hva han vektlegger i undervisningen, men han ser også på hvilke emner som oftere spørres om ved avsluttende eksamen. **Bjørn** er også en erfaren kjemilærer. Han har undervist regelmessig i kjemi siden han startet som lærer på 1980-tallet og jobber i dag på en stor skole i en stor by. Han anslår at han har tilsvarende et årsstudium i kjemi. Bjørn bruker læreboka aktivt i undervisningen og innrømmer han at ikke bruker læreplanen i særlig stor grad i arbeidet.

De utvalgte lærerne om hovedområdenes rolle i undervisningen

Til tross for at punkt 2 av læreplananalysen viser at hovedområdet Forskning har kompetansemål som krever et høyere nivå av tenkning (figur 1.3.1), sier flere av lærerne i utvalget at dette temaet ikke undervises i særlig stor grad. Tuva sier for eksempel: «Forskning

har jeg brukt lite tid på, der skal jeg være ærlig». Flere av lærerne i utvalget sier at mye innen dette temaet er «selvlæringsstoff», at de prater litt om forskning, men at elevene leser mye av dette selv. Bjørn sier for eksempel:

Jeg mener at for en del av stoffet så har jeg har en rolle i forhold til deres læring. Jeg kan tilrettelegge, forberede forsøk, svare på spørsmål osv. Men akkurat Forskning lærer de like godt selv, som om jeg skulle stå og snakke med dem om det. Det har jeg sagt til dem også.

Selv om dette temaet i stor grad er overlatt til elevene selv, sier Mari at moderne forskning trekkes inn i andre temaer gjennom undervisningen:

Forskning kan komme inn i alle timer. Det er veldig nærliggende å trekke inn forskning på mange av emnene der det foregår ting i dag og som ikke er med i boka. Det er jo noe som kan være med i timene selv om det ikke står som et eget tema i periodeplanen.

Mari uttaler seg her om kompetansemålet som sier at eleven skal kunne finne fram til og presentere eksempler på kjemirelatert forskning. Målet som omhandler rapportering fra egne forsøk er trolig en del av hovedområdet som det også brukes tid på gjennom skoleåret uten at det spesifikt står skrevet i periodeplanene. Dette er i midlertidig de to kompetansemålene fra Forskning som er plassert i mine to laveste klasser i punkt to av læreplananalysen (vedlegg 11).

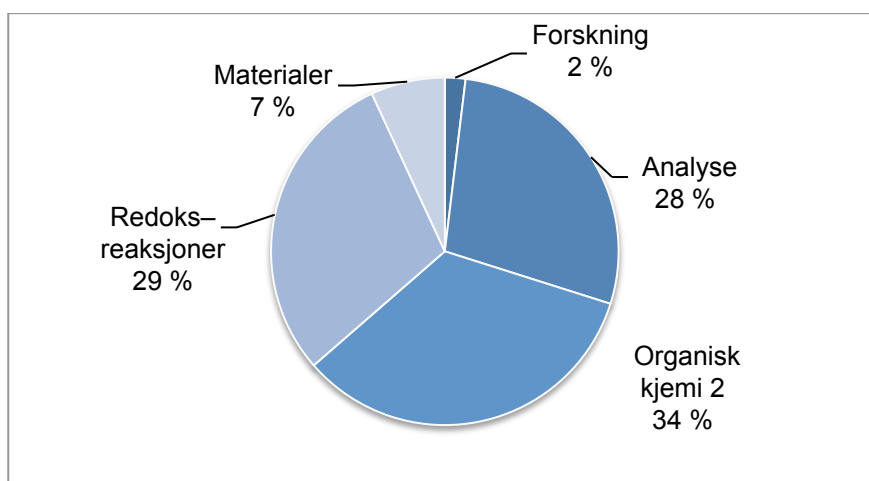
Kompetansemålene som er plassert i den høyeste klassen (vedlegg 11) sier at elevene skal kunne drøfte etisk forsvarlighet innen forskning og gjøre rede for vitenskapelig metode samt gi eksempler på forklaringsmodeller som ikke er forenelige med kjemiens forklaringer. Terje sier at den naturfaglige arbeidsmetoden er kjent for elevene, fordi dette presenteres i alle lærebøker i alle realfag. Både dette og etikk i forskning går Terje, og flere av de andre lærerne i utvalget, raskt gjennom. Elevene kan sikkert lese seg til flere av kompetansene innen hovedområdet, mener de. Men målene presiserer at elevene skal drøfte og se motsetninger mellom forklaringsmodeller og kjemiens forklaringer, noe de kanskje trenger tid og hjelp fra læreren til å gjøre.

Lærerne i utvalget sier altså at de bruker mindre tid på hovedområdet Forskning. Ved et blikk på deres periodeplaner skal vi se at dette stemmer.

Dokumentanalyse av de utvalgte kjemilærernes periodeplaner

Temaene som ble presentert i periodeplanene ble først knyttet mot læreplanens hovedområder. Eksempelvis ble betegnelsen «avsnitt 2.4 Galvaniske celler» i Oles periodeplan plassert under hovedområdet Redoksreaksjoner (da kunnskap om elektrokjemiske celler er et kompetansemål i dette hovedområdet). I analysen er også prøver talt med under det hovedområdet som prøves. I de tilfellene hvor et tema i periodeplanen reflekterer flere hovedområder har jeg vurdert hvilket hovedområde som var dominerende. Ole har for eksempel ført inn en rekke elevforsøk i sin periodeplan, som forsøk med elektrolyse av kobberklorid. Dette elevforsøket refererer tydelig til hovedområdet Redoksreaksjoner, men kan også tenkes å reflektere kompetansemålet i hovedområdet Forskning som sier at eleven skal kunne publisere rapport fra forsøk. I dette eksempelet, og lignende tilfeller, er det ikke hensyntatt at hovedområdet Forskning kan ha vært en del av undervisningspraksisen.

Deretter ble det sett på hvor mange skoletimer som ble brukt til hvert av læreplanens hovedområder. Antallet skoletimer som ble brukt til hvert hovedområde og eksamen, ble ført inn i Excel. Figur 1.4.1 viser resultatene av analysen av de utvalgte kjemilærernes periodeplaner.



Figur 1.4.1. Analyse av utvalgets periodeplaner med hensyn på tidsbruk til hvert hovedområde.

Utvalgets periodeplaner peker på at hovedområdet Forskning får minst plass i undervisningen (figur 1.4.1). Som nevnt begrunnes dette hovedsakelig med at temaet er «selvlæringsstoff». Selv om lærernes prioriteringer i undervisningen korrelerer med en lav frekvens av verb (tabell 1.3.1) for Forskning og Materialer, er det ikke samsvar mellom periodeplaner og antall

verb for de øvrige hovedområdene. Av lærernes periodeplaner fremkommer det at Analyse, Redoksreaksjoner og Organisk kjemi 2 er hovedområder som det brukes omtrentlig like mye tid på i undervisningen (figur 1.4.1). Dette har kanskje sammenheng med eksamensoppgavenes prioriteringer som vi skal se på i kap. 3.2.

Trinn 1 av læreplananalysen viste at Analyse og Redoksreaksjoner har forholdsvis få verb sammenlignet med Organisk kjemi 2 (tabell 1.3.1). I punkt 2 av læreplananalysen, har vi sett at Analyse og Redoksreaksjoner oppfyller alle tre av dybdeklassene, noe Organisk kjemi 2 ikke gjør (figur 1.3.1), kanskje dette er med på å utjevne forskjellene i antall verb gjennom lærernes periodeplaner. Bjørn sier for eksempel at han synes alle hovedområder er like viktige, men at han legger større vekt på de delene av kjemien der det går an å forstå en del. I denne sammenhengen trekker han også frem redoksreaksjoner som et veldig viktig tema.

Kanskje en analyse av lærebøker kan kaste lys over lærernes prioriteringer i undervisningen. I neste kapittel skal jeg ta et blikk på de tre læreverkene som finnes i kjemi 2 og se på hovedområdenes omfang i disse.

Del 2 – Lærebok

Halliday og Martin skriver at lærebøker er viktige fordi de er hovedkilde til vitenskapelig språk.¹³⁰ Det har blitt sagt at selv om elever innhenter kunnskap gjennom undervisningen, er også lesing og bearbeiding av lærebokas tekster en viktig kilde til kunnskap. Lærebøker er en viktig formidler av faget og kan ses på som et bindeledd mellom fagkunnskapene og hverdagsspråket.¹³¹ Samtidig er læreboka et viktig verktøy for læreren. Imsen skriver: «Minstekravet [for undervisningen] er tavle og kritt, for ikke å glemme den trykte læreboka».¹³²

Lærebøker representerer en svært sammensatt form for litteratur og Johnsen *et al.* skriver at det derfor kan være vanskelig å definere begrepet «lærebok». Man kan definere begrepet i en vid betydning, som at enhver tekst som brukes på en systematisk måte i en undervisningssituasjon er en form for lærebok. En smalere definisjon er knyttet til litteratur som er skrevet direkte for undervisning. En slik definisjon gjengis etter Johnsen:

[Med lærebøker menes] alle trykte læremidler som dekker vesentlige sider av et fags mål, lærestoff og hovedmomenter eller hovedemner etter læreplan for vedkommende klassetrinn eller kurs, og som eleven regelmessig skal bruke.¹³³

Spesifikt for læreboka er den pedagogiske teksten. Pedagogiske tekster er en type tekst som skiller seg fra andre tekster som skjønnlitterære verk, vitenskapelige tekster eller artikler. Grunnideen bak pedagogiske tekster er å forklare gjennom å reprodusere eksisterende kunnskap, teksten i lærebøker har ikke i dag til oppgave å skape ny kunnskap.¹³⁴ Lærebøker inneholder en rekke definisjoner som utdypes gjennom eksempler og forklaringer. Videre er lærebøker bygd opp på en spesiell måte noe Selander beskriver som «fasett–ordnet». Med dette menes det at selv om boka tar for seg ulike tema, blir disse behandlet på en noenlunde lik måte gjennom boka. Læreboka rommer det som anses som verdt å vite i et fag og kan dermed betraktes som avsluttende. I prosessen med å fremstille en lærebok omformes vitenskap til lærebokkunnskap, noe Selander omtaler som «pedagogisk tekst–transduksjon». I dette begrepet legger han at et fagfelts store kunnskapsområde må struktureres, overføres og

¹³⁰ Halliday og Martin (1993), side 167.

¹³¹ Selander (1988), side 13; Lykknes og Smidt (2009), side 239.

¹³² Imsen (2009), side 330.

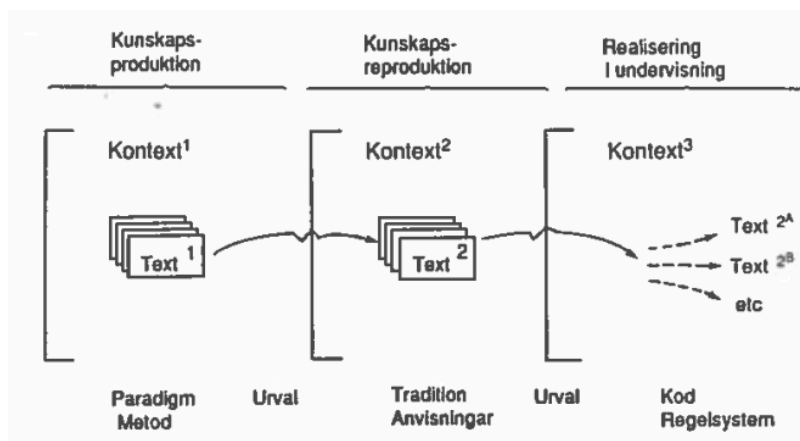
¹³³ Johnsen *et. al* (1999), side 9: her gjengis definisjonen etter skolemyndighetenes offentlige godkjenningssordning som var gjeldende i 1999.

¹³⁴ Selander (1988), side 17.

forenkles til enklere begreper, fakta og forklaringer for å kunne tjene sine pedagogiske formål.¹³⁵

Gjeldene læreplan angir hva som skal inngå i et fag, men *hvordan* stoffet skal presenteres er opp til forlag og forfattere, i det læreboka formes på en annen arena enn læreplanen.

Kunnskapen som skal implementeres i en lærebok må hentes fra andre skrevne tekster. Det må skje et utvalg og det må skapes en ny tekst, læreboka, som skal overføres til undervisningen. Gjennom undervisningen vil andre faktorer, som lærerens kompetanse, erfaringer, elevenes evner osv., påvirke realiseringen av læreboka (Figur 2.1).¹³⁶



Figur 2.1. Pedagogisk tekst-transduksjon.¹³⁷

I Norge er det lange tradisjoner for bruk av lærebok i undervisningen. Fra 1889 fikk vi i Norge en godkjenningssordning for lærebøker, en ordning som har «regulert skolens innhold, lærernes undervisning samt elevenes skolehverdag» i 111 år.¹³⁸ I 2000 ble det et mål at undervisningen skulle bli mer fri fra lærebøkene og ordningen ble opphevet.¹³⁹ Departementet ønsket at elever og foreldre skulle få innflytelse på hvilke læreverker som skulle benyttes i skolen. For KUF (Kirke-, utdannings- og forskningsdepartementet) står det i begrunnelsen for innstillingen at *læreplanen* skal være styrende for innholdet i opplæringen, ikke

¹³⁵ Bjørndal, B. (1982), side 6; Selander (1988), side 27–40. Selander beskriver flere karakteristikk for læreboklitteraturen. Blant annet er læreverker nivågruppert (produsert for ulike aldersgrupper) og tilpasset elevens forkunnskaper. Videre skal de være «ikuggad», det vil si fri for ironi, det som står i teksten skal være sant og skal ikke kunne misforstå. Dette henger sammen med neste punkt, «Realreferens»; Teksten skal beskrive sannheter, virkelige personer, hendelser, tidspunkt osv.

¹³⁶ Selander (1988), side 19–20.

¹³⁷ Selander (1988), side 20.

¹³⁸ Bratholm, B. (2001).

¹³⁹ Bratholm, B. (2001).

lærebøkene.¹⁴⁰ Likevel betraktes det nærmest som et allment faktum at læreboka styrer undervisningen og en evaluering av Kunnskapsløftet viser at undervisningen styres i stor grad av lærebøker.¹⁴¹ I en melding til stortinget står det: «Lærebøker og tilhørende materiell synes å ha stor betydning for lærernes planlegging. Læreboka brukes som en av de viktigste ressursene for planlegging av undervisningen...».¹⁴²

Flere studier av hvor mye og hvordan læremidler brukes i undervisningen har blitt gjennomført.¹⁴³ Ofte presenteres to ytterpunkter; på den ene siden læreren som slavisk følger læremiddelet, dets organisering og dets presentasjon av stoffet. På den andre siden læreren som praktisk talt ikke støtter seg på læremiddelet i det hele tatt. Likevel er det neppe så svart-hvitt. *Hvor mye* læreboka styrer undervisningen vil variere fra klasserom til klasserom. Stor arbeidsmengde fører ofte til at læreboka følges i større grad enn planlagt.¹⁴⁴ Også erfaring spiller inn på bruk av lærebok. Mangel på faglig bakgrunn i et emne kan bidra til at læreboka brukes i større grad, mens det har blitt sagt at erfarne lærere støtter seg i mindre grad på læreboka enn nyutdannede og usikre lærere.

Alle lærerne som er intervjuet i forbindelse med denne oppgaven (kap. 1.4) sier at de støtter seg til læreboka og læreverkets ressurser (som for eksempel nettstedene til lærebøkene). Men det finnes ytterpunkter blant lærerne. Ole er den mest erfarne av lærerne og i intervjuet får jeg inntrykk av at han er den læreren som bruker læreboka minst. Han sier at selv om han bruker læreboka, blant annet når periodeplan i faget skal settes opp, bruker han den aldri i timene. Andre av lærerne i utvalget støtter seg sterkere til læreboka. Når Mari, Bjørn og Tuva skal planlegge undervisningsåret bruker de læreboka og støtter seg til læreverkets forslag til periodeplan. Læreverket er dessuten viktig for gjennomføringen av undervisningen for disse tre lærerne. Tuva sier for eksempel: «Jeg bruker læreboka, absolutt», Mari, som er ny lærer i programfaget kjemi 2, sier i intervjuet at hun stoler på at læreboka «har en viss peiling».

Lærebokstyrt undervisning har fått en del kritikk. Lærebøker har ofte vanskelig for å holde tritt med relevant forskning innen faget. Det kan også være mye informasjon i lærebøker som elevene kan ha vanskelig for å sortere. For noen elever kan det være lettere å memorere

¹⁴⁰ KUF (2000).

¹⁴¹ Lundgren, Svingby og Wallin (1982), side 12.

¹⁴² Meld. St. 19 (2009–2010), side 32.

¹⁴³ Nelson (2006). Nelson refererer til en rekke studier innen feltet. Se også øvrig litteratur som er brukt i dette delkapittelet. For eksempel Skjelbred (2003), side 64; Selander (1988), side 23.

¹⁴⁴ Lundgren, Svingby og Wallin (1982), side 12.

læreboka enn å faktisk forstå hva som forklares, de lærer seg «lærebokas språk». Lærebøker kan også fremtvinge visse oppgaver og metoder, noe som kan være uheldig. Men en lærebokstyrt undervisning trenger ikke være negativ. Dersom læremidlene følger emnets logiske struktur og er i tråd med gjeldende læreplan (dekker fagets innhold) kan læreboka fungere som en støtte for elever og lærer.¹⁴⁵

Dette er noe kjemilæreren Terje (kap. 1.4) reflekterer rundt i sitt intervju. Han mener at selv om det er en sterkt læreboksentrert undervisning, er det egentlig læreplanen som styrer. Terje innser at bak lærebøkene sitter det forfattere som har tenkt gjennom hver eneste setning i boka i forhold til læreplanen. De vurderer måter å vinkle læreplanens innhold og hvordan stoffet bør presenteres.

Andre fordeler med lærebøker kan være at elevenes selvtillit styrkes fordi de kan hente informasjon selv. Lærebøker gjør det lettere for læreren å planlegge undervisningen og gjør det lettere for elever som er fraværende å følge med på den.¹⁴⁶ Erfaringsmessig ønsker mange elever den tryggheten som en lærebokstyrt undervisning gir.

Uansett ståsted vil læreboken sannsynligvis ha en plass i norsk kjemiundervisning. Derfor vil jeg studere struktur, oppbygging og læreplanens hovedområders representasjon i de tre lærebøkene som finnes på markedet i programfaget kjemi 2 i dag. Dette kapittelet handler om hvordan de ulike hovedområdene reflekteres i lærebøkene. Analysen som presenteres i dette kapittelet er, i likhet med læreplananalysen (kap. 1), todelt. I en kontekstuell analyse ser jeg først på lærebøkernes utviklingen fra 1800-tallet før jeg tar et nærmere blikk på dagens tre lærebøker i faget. For å forstå dagens struktur bedre er det viktig å kjenne til hvordan denne strukturen har endret seg i takt med nye oppdagelser og reformer. Den historiske gjennomgangen tydeliggjør og gir en kontekst til dagens lærebøkers struktur og innhold. Som vi skal se er den oppbyggingen av fagstoffet som vi kjenner i dagens lærebøker i kjemi, relativt ny. Lærebøkene fra 1800- og begynnelsen av 1900-tallet presenterte kunnskapene i faget ved å ta for seg grunnstoff for grunnstoff. På 1970-tallet endret denne oppbyggingen seg ved at lærebøkene ble inndelt i kapitler som tok for seg prinsippene i faget. Denne oppbyggingen kjenner vi igjen i dagens lærebøker og er kanskje opphav til at de nyere lærebøkene kan være nokså ulike i innhold.

¹⁴⁵ Gustafsson (1982), side 93–96; Nelson (2006).

¹⁴⁶ Gustafsson (1982), side 93–96; Nelson (2006).

Dokumentanalyser brukes for å besvare hvordan hovedområdene reflekteres i dagens tre lærebøker. Omfanget av de ulike hovedområdene i lærebøkene inkluderer tellinger av sider og fortolkninger av resultatene.

2.1 Kontekstuell analyse: Lærebøker i kjemi fra 1800 – tallet og frem til i dag

Det er nok naturlig at *innholdet* i lærebøker har endrer seg over tid etter hvert som ny viten etableres i et fag og nye læreplaner innføres. I dette delkapittelet skal vi se at *strukturen* i lærebøker har endret seg siden den første norske læreboka i kjemi, *Chemiens Anvendelse i Agerdyrkingen*, ble utgitt i 1841 av Moritz Christian Julius Thaulow og til dagens lærebøker.¹⁴⁷

For å belyse og tydeliggjøre at den strukturen som vi kjenner i dagens lærebøker er relativt ny, tar jeg et historisk blikk på lærebokstrukturen. Dette skaper samtidig en kontekst til dagens lærebøker i kjemi 2. Lærebøker er naturligvis basert på forfatterens egen tolkning av læreplanen (noe Goodlad klassifiserer som *den oppfattede læreplanen*, kap. 1.1). Selv om de tre lærebøkene i kjemi 2 dag er skrevet til samme læreplan, er de forfattet av tre ulike forfattergrupper, noe som medfører at de tre bøkene er noe ulike. Gunn Imsen, skriver at det har blitt sagt at læreboka er den *egentlige* læreplanen, fordi det er denne læreren følger.¹⁴⁸ Alle tre lærebøker i kjemi er i bruk i videregående skoler i landet og det er derfor interessant å se hvilke vurderinger forfatterne har gjort i lærebøkene (selv om det ikke er gitt at undervisningen følger lærebokens rekkefølge av læreplanens tema). Dagens lærebøkers oppbygging vies en større plass i dette delkapittelet.

Programfaget kjemi 2 ble opprettet med LK06, men kjemi har eksistert som fag i (det vi i dag kaller) den videregående skole lenge før det. Historisk var kjemi først en del av faget «naturvidenskap» og naturfag før det ble eget fag med læreplanen av 1950. Først i 1976 ble kjemifaget delt i to studieretningsfag med egne fagplaner (kap. 1.2). Eldre lærebøker oppgir ikke alltid hvilket skoleslag bøkene er myntet på. Av den grunn vil jeg i dette kapittelet også,

¹⁴⁷ Ringnes og Hannisdal (2006), side 13.

¹⁴⁸ Imsen (1997), side 274; Bachmann (2005), side 316–317: Bachmann viser at lærebøker er lærerens viktigste innholdsorienterte kilde.

til en viss grad, omtale bøker brukt både i videregående opplæring og høyere utdanning. Thaulow forfattet for eksempel sin bok for embetsmenn som drev med jordbruk, «mer opplyste landsmenn i alminnelighet» og for alle de som ikke «var fremmed for naturvitenskapens studium».¹⁴⁹ Det er likevel grunn til å tro at denne læreboka ble brukt på universitetsnivå, da Thaulow var professor på det nye Kongelige Frederiks Universitet i Christiania (i dag: Universitetet i Oslo).¹⁵⁰

Et historisk blikk på strukturen i lærebøker i kjemi

Lærebøker i kjemi har altså røtter tilbake til 1800-tallet. Læreplanene på denne tiden (og læreplanen fra 1950) anga at lærebøker skulle brukes som et *redskap* i undervisningen.¹⁵¹ Bøkene skulle reflektere undervisningsplanenes innhold, og i noen grad kunne det se ut som at lærebøkene også faktisk definerte fagets innhold. I Lov for de høyere allmennskoler av 1869 ble det for eksempel ført at ved den muntlige eksamen i matematiske fag skulle eleven prøves i kunnskapen som ble beskrevet av læreboken (se for øvrig kap. 3.2 for et historisk blikk på vurdering i læreplaner og lover).¹⁵²

På 1800-tallet var Thorstein Hallager Hiortdahl en av de mest produktive lærebokforfatterne i kjemi. I mer enn 45 år var Hiortdahl professor i kjemi ved universitetet i Kristiania og ga ut flere bøker. Lærebøkene *Kortfattet Lærebog i Chemi* (første utgave ble utgitt i 1870 og senere i syv utgaver) og *Kvalitativ kemisk analyse: kortfattet veiledning* (utgitt i 1917, og kom i fire utgaver) kan knyttes den høyere skolen.¹⁵³ Andre lærebøker som ble utgitt i samme tidsrom var J. Hougens *Anorganisk kemi i kortfattet fremstilling* (i 1891), Knut T. Strøms *Lærebok i uorganisk kemi* (1983) og N. Davidsens *Kursus i anorganisk kemi* (1894).¹⁵⁴

¹⁴⁹ Thaulow (1841) skriver dette i forordet til boka.

¹⁵⁰ Pedersen (2013).

¹⁵¹ KUD (1885); Norge (1869); KUD (1889); KUD (1950).

¹⁵² KUD (1885); Norge (1869), side 30, 34. Den muntlige eksamen i matematiske fag skulle også prøve eksaminanden i «Kjennskap til aritmetikk og algebra i det omfang som er gitt ved en godkjent lærebok».

¹⁵³ Kjølberg (2009); Hiortdahl (1870); Hiortdahl (1917); Lykknes (under utgivelse).

Hiortdahls lærebøker er et eksempel på at det ikke er likefremt å si hvilket skoleslag som er tiltenkt. Han skrev verker tiltenkt en bred lesekrete, fra universitet til høyere skoler.

¹⁵⁴ Lykknes (under utgivelse).

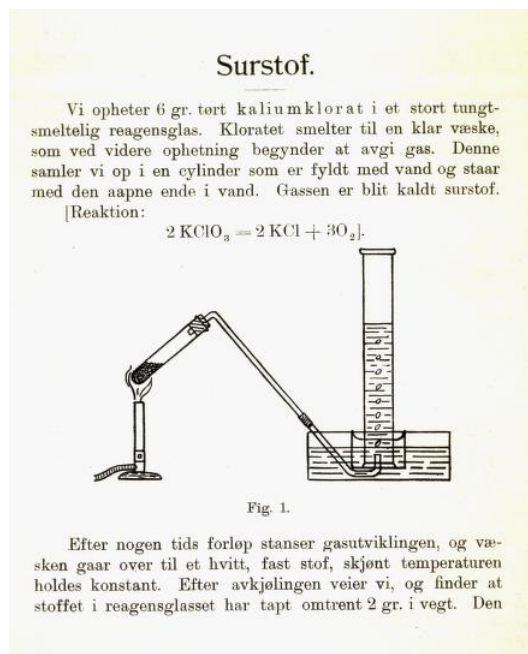
Fra første halvdel av 1900-tallet var det to læreverk for gymnasiet som særlig dominerte i skolene.¹⁵⁵ Lektor Sverre Bruuns *Lærebok i kemi for gymnasiet* og inspektør Ole Johannesen og overlærer Carl Nicolaysens *Lærebok i kemi for gymnasiet* ble utgitt i flere utgaver, var mest utbredt og ble brukt gjennom flere tiår i den norske skolen. Av disse fikk Bruuns læreverk størst innflytelse, hans læreverk ble utgitt regelmessig fra 1914 til 1963 og trykt i 144 000 eksemplarer.¹⁵⁶

Sverre Bruun betonte forsøkets plass i undervisningen i sitt læreverk. I forordet til første utgave stod det: «Denne bok er et forsøk paa at bygge op en sammenhengende kemisk lærebygning, saavidt mulig støttet til eksperimenter».¹⁵⁷ Eksperimentets plass i undervisningen ble fremhevet i undervisningsplanene (kap. 1.2) og det sterke fokuset på eksperimenter var ikke unikt for Bruuns læreverk. Bruuns lærebok startet med grunnstoffet «surstoff» (O), først ble et forsøk beskrevet som deretter ble brukt for å forklare kjemiske begreper og egenskaper til oksygen (figur 2.1.1). Slik fortsatte læreboka med blant annet stoffene «vandstof» (H), «klor» (Cl) og «kvelstoff» (N).

¹⁵⁵ Lykknes (under utgivelse); Pedersen (2007), side 44: Andre læreverk som ble utgitt er blant annet *Lærebok i kjemi* av O. Lindstad og Johs. Lindeman (syv utgaver fra 1926–1949) og *Det faglige lives kemi: belyst ved forsøk* av Peter Waage (1897 og 1899, bearbeidet av Hans Magnus Andresen i ytterligere fem utgaver helt frem til 1934).

¹⁵⁶ *Sverre Bruun og Olaf Devik – Et lærebokjubileum* (1964), side 5, 27. Bruun skrev flere bøker i kjemi for ungdomsskolen, lærebøker i kjemi for naturfaglinjen, realskolen og gymnasiet samt veiledning til elevøvelser. Sammen med Olaf Devik forfattet også Bruun lærebøker i fysikk.

¹⁵⁷ Bruun (1914), side 3.



Figur 2.1.1. Innledende presentasjon av grunnstoffet «surstof» (O) i Sverre Bruuns lærebok *Lærebok i kemi for gymnasiet*. Figuren illustrerer hvordan lærebøkene på denne tiden typisk strukturerte fagstoffet: grunnstoff etter grunnstoff ble gjennomgått ved at et forsøk ble beskrevet og illustrert før egenskapene til grunnstoffet ble presentert.¹⁵⁸

Ole Johannesen og Carl Nicolaysens læreverk ble første gang utgitt i 1897 under tittelen *Kemiens Elementer: For Gymnasierne* og gjennom 12 revideringer ble boka siste gang utgitt i 1936 under tittelen *Lærebok i kjemi for gymnasiet*.¹⁵⁹ Også denne læreboka vektla eksperimenter og boka var strukturert etter grunnstoffer (figur 2.1.2), i første utgave står det: «Denne lærebog er et forsøg paa at give en sammenhængende fremstilling af kemiens elementer, uden sprang og uden fort væk at henvise til det følgende...».¹⁶⁰

¹⁵⁸ Bruun (1914), side 6.

¹⁵⁹ Ringnes (2003), side 41; Johannesen og Nicolaysen (1897).

¹⁶⁰ Johannesen og Nicolaysen (1897), side 3.

Alfabetisk register.	
	Side.
Aluminium	112
Ammonium	100
Antimon	60
Arsen	58
Barium	110
Bly	132
Bor	86
Brom	46
Brendstoffer og belysningsstoffer	78
Fluor	48
Fosfor	55
Guld	141
Jern	120
Jod	47
Kalcium	106
Kalium	91
Kisel	85
Klor	43
Kobber	134
Kobolt	127
Krom	127
Kulstof	61
Kviksolv	137
Kvælstof	37
Magnesium	117
Mangan	125
Metallerne (alm. egenskaber)	87
Metallernes alm. forbindelser (en oversigt)	102
Natrium	95
Nikkel	126
Platina	142
Strontium	110
Svovl	49
Surstof	20
Solv	140
Tin	129
Vandstof	28
Vismut	131
Zink	119

Figur 2.1.2. Alfabetisk register oppgitt i Johannesen og Nicolaysens lærebok *Kemiens elementer: For Gymnasierne* fra 1897. Læreboka presenterte ingen innholdsfortegnelse, men et register som illustrerer grunnstoffenes sterke posisjon i lærebøker.¹⁶¹

Helt fram til 1960-tallet fokuserte lærebøkene på eksperimenter som skulle forklare en detaljert stoffkjemi. Mange lærebøker var strukturert etter de enkelte grunnstoffene, andre var inndelt etter metaller og ikke-metaller, noen delte i organiske og uorganiske legemer. I lærebøkene ble grunnstoffene (og deres forbindelser) beskrevet med navn, egenskaper, anvendelse og formler. Ofte ble også forekomst av stoffene og fremstilling presentert. I følge Ringnes ble det gjort lite for å forklare stoffenes egenskaper og reaksjoner og ingen nomenklaturregler, elektronkonfigurasjoner, bindingslære eller periodesystem ble omtalt (eller integrert i teksten): «Å forstå stoffkjemien ut fra lærebokteksten må ha vært svært vanskelig», sier hun.¹⁶²

I 1970 ble midlertidig denne strukturen i lærebøker endret med Tor Brandts *Kjemi for gymnaset*. Læreboka var bygget på en svensk lærebok av Stig Andersson og Ido Leden (*Kemi för gymnaset*), som ble oversatt og bearbeidet av Tor Brandt. Ringnes mener at Brandts første bok representerte noe helt nytt i Norge, og at det var første gang lærebokfeltet i Norge pekte

¹⁶¹ Johannesen og Nicolaysen (1897), side 143.

¹⁶² Ringnes (2003), side 43; Brimi og Hansen (2008), side 36.

på hva kjemi som vitenskapelig fagfelt representerte.¹⁶³ Strukturen i boka var helt ulik tidligere læreverker, grunnstoffene var ikke lenger i sentrum for lærebokstrukturen. I stedet hadde boka egne kapitler som omhandlet kjemiske prinsipper og teorier, med kapitteloverskrifter som «Stoff og energi», «Termodynamikk» og «Syrer og baser» (figur 2.1.3). Fokuset ble flyttet fra elevforsøk til kjemiens mikronivå. Tidlig i boka ble det beskrevet teori om atomets oppbygging, elektronkonfigurasjon, det periodiske systemet, kjemisk binding og stoffers oppbygging. Beskrivelser på mikronivå ble så brukt for å forklare grunnstoffer og deres forbindelsers egenskaper på makronivå. Kjemiens tredje nivå, representasjon, var også gjennomgående i boka ved bruk av formler, også nomenklaturregler ble gjengitt etter IUPAC.¹⁶⁴

Kapitteloversikt	
A	Stoff og energi 9
B	Atomenes bygning 12
C	Kjemisk binding 25
D	Aggregattilstandene 44
E	Homogene og heterogene blandinger 49
F	Støkiometri 56
G	Oksydasjon og reduksjon 74
H	Termokjemi 88
I	Gasser 91
J	Kjemiske reaksjoners hastighet 100
K	Kjemisk likevekt 110
L	Syrer og baser 114
M	Uorganisk kjemi 128
N	Organisk kjemi 154
O	Brukskjemi 193
	Litteraturliste 209
	Svar på oppgavene 211
	Grunnstoffenes symboler, atomnummer, atommasser 215
	Register 218
	Grunnstoffenes periodiske system (forsats)
	Grunnstoffenes elektronkonfigurasjon (bak i boka)

Figur 2.1.3. Kapitteloversikt i Brandts lærebok *Kjemi for gymnasiet*.¹⁶⁵

Endringer i norske lærebøkers struktur, som først introdusert av Brandt, kan ses i sammenheng med periodesystemets mottagelse i det norske kjemimiljøet. Lykknes skriver at det periodiske systemet fikk lite oppmerksomhet i Norge på 1880-tallet, sammenlignet med fagmiljøet i USA, Sentral-Europa og resten av Skandinavia. Hiortdahl skal ha vært den første

¹⁶³ Ringnes (2003), side 48.

¹⁶⁴ Brandt (1970); Ringnes (2003), side 48; Brimi og Hansen (2008). Brimi og Hansen trekker også fram Wang Lunds *Kjemi for gymnasiet* (1970) og Salvesons *Kjemi I* (1971) som læreverker som skilte seg ut fra den gamle læreboknormen.

¹⁶⁵ Brandt (1970), side 5.

som introduserte periodesystemet i sine lærebøker (i 1888 i fjerde utgave av hans *Kortfattet lærebog i anorganisk chemie*), men teorien, eller organiseringsprinsippet, som det periodiske system representerte, ble ikke brukt for å organisere kjemikunnskaper. Oppbyggingen av Hiortdahls bøker tok for seg, som andre lærebøker på denne tiden, grunnstoff for grunnstoff og det periodiske system ble kun behandlet i et separat kapittel på slutten av boka. Med unntak av Knut T. Strøms lærebok, *Lærebog i uorganisk kemi* (1893), som presenterte grunnstoffene ved grupper og gruppenes egenskaper før hvert grunnstoff ble beskrevet i detalj, fikk i følge Lykknes, periodesystemet liten oppmerksomhet av lærebokforfattere. Johannesen og Nicolaysen nevnte begrepet i siste utgave av sin lærebok, Bruuns første utgivelse hadde en notis om at noe slikt som periodesystemet hadde blitt oppdaget (notisen ble midlertidig trukket ut fra syvende utgave). Først på 1940-tallet, med Brandts lærebok, ble periodesystemet brukt for å strukturere fagkunnskapene i kjemi.¹⁶⁶

Brandt tilpasset sine lærebøker etter hvert som nye læreplaner ble innført. Også andre forfattere publiserte lærebøker på denne tida, som Wang Lund og Reistad (1977) og Valdermo (1986). Etter innføringen av R94 (nye læreplaner for 3KJ i 1996) ble tre læreverk brukt i den norske skolen: *Kjemi – 3KJ* av Tor Brandt, Harald Brandt og Inger Johansen (1998), *Kjemien Stemmer* av Truls Grønneberg *et. al* (1998) og *Kjemi 3KJ* av Kjell Reistad, Marit Mangerud og Leiv K. Sydnes (1998). Læreverkene holdt seg til en lignende oppbygging som Brandts bøker fra 1970, med inndeling i kapitler etter temaer. Den noe detaljerte stoffkjemien ble fortsatt beskrevet, men med et større fokus på kjemi i dagliglivet.¹⁶⁷

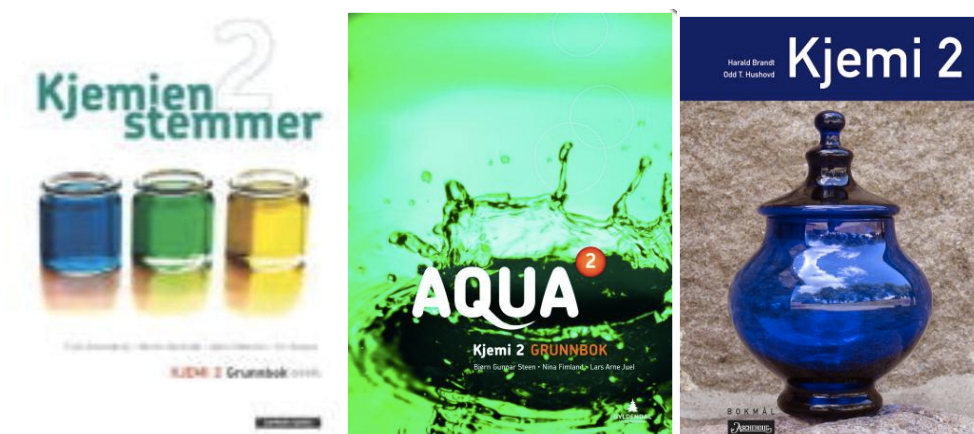
I 2006 ble nye læreplaner innført i norsk skole og studieretningsfaget 3KJ endret navn til kjemi 2 (kap. 1.2). Med ny læreplan ble det behov for nye lærebøker. *Kjemien Stemmer* hadde vært på markedet i åtte år og reviderte sin andre utgave fra 2002 slik at den skulle passe med den nye læreplanen. Som det første (og da eneste) verket på markedet ble 3. utgave av læreverket utgitt i 2008, og ble dermed eneveldig på lærebokmarkedet. I 2011 ble ytterligere to læreverk i kjemi utgitt, *Aqua*, skrevet av Bjørn Steen, Nina Fimland og Lars Arne Juel, og *Kjemi 2*, skrevet av Harald Brandt og Odd T. Hushovd (figur 2.1.4). Det anslås at 55 % av

¹⁶⁶ Lykknes (under utgivelse).

¹⁶⁷ Ringnes (2003), side 48.

alle elever bruker læreverket *Kjemien stemmer*. Resten av brukerandelene er fordelt på *Aqua* og *Kjemi 2*, hvor *Aqua* ligger et lite hode foran *Kjemi 2*.¹⁶⁸

Dagens tre lærebøker i kjemi 2



Figur 2.1.4. De tre læreverkene i kjemi: *Kjemien stemmer*, *Aqua* og *Kjemi 2*.¹⁶⁹

Alle tre lærebøker på markedet i dag presenterer og beskriver kunnskap i faget og dekker læreplanens kompetansemål. Det gis oppgaver og eksperimenter som skal trene elevene i læreplanmålene, illustrere teorien og utfylle målene. Men hvordan forfatterne har valgt å organisere dette stoffet er noe ulikt. Mens *Kjemien stemmer* og *Aqua* har grunnbøker med teori og studiebøker med oppgaver og forsøksbeskrivelser, er *Kjemi 2* en «alt-i-ett-bok» som inneholder teori, elevforsøk og oppgaver. For forfatterne *Kjemi 2* var nettopp denne samlingen av læreverket viktig, elevene skulle slippe å være avhengig av flere bøker.¹⁷⁰

I tillegg til de trykte læremidlene har alle tre læreverker utarbeidet nettstedet som består av elevnettsteder og lærernettssteder. Elevene får tilgang til oppgaver, filmer, animasjoner og

¹⁶⁸ Brukerandeler av bøker er beregnet av Ola Vestre, redaktør ved Aschehoug Undervisning. Brukerandelen (den prosentvise andelen av lærebøker som det antas at elevene bruker) er beregnet ut i fra salgstallene fra 2011, 2012 og 2013. Ola Vestre har summert salgstallene for alle tre forlag og sett på antall elever i kjemi 2. I beregningen er det hensyntatt at noen skoler kanskje bruker gamle bøker eller stopper å bruke enkelte læreverker. Eva Irgens ved Cappelen Damm oppgir for øvrig at *Kjemien Stemmer* har solgt i omtrent 12 000 eksemplarer siden første utgave i 2008. Klaus Anders Karlson, redaktør i kjemi ved Gyldendal oppgir at *Aqua* har solgt i ca. 2200 eksemplarer siden 2011.

¹⁶⁹ Grønneberg *et. al* (2013); Steen, Fimland og Juel (2008); Brandt og Hushovd (2008).

¹⁷⁰ Odd Hushovd, personlig meddelelse, 07.02.14.

kjemirelevante nyheter (figur 2.1.5 viser skjermdump fra forsiden til elevnettstedet for *Aqua*). For *Kjemien stemmer* og *Kjemi 2* finnes det også lydfiler av kapitlene. På lærernettsstedet får læreren blant annet tilgang til kapittpresentasjoner og forslag til prøver, for *Aqua* finnes dessuten en lærerveiledning til boka og forsøkene.

Figur 2.1.5. Forsiden til elevnettstedet til læreverket *Aqua*.¹⁷¹

Introduksjonen til kapitlene i de tre bøkene er nokså like i innhold med egen tittelside. Her er det en illustrasjon, læreplanmålene som dekkes i kapittelet er gjengitt og det er forfattet en kort tekst som omhandler temaet, gjerne knyttet til fenomener i dagliglivet (figur 2.1.6 viser hvordan kapittel 2 Redoksreaksjoner introduseres i *Kjemi 2*). Gjennom kapittelet uthever de ulike læremiddelforfatterne viktige begreper, eksempler, bilder og «ekstrastoff» i egne bokser med egne fargekoder.¹⁷²

¹⁷¹ Skjermdump, hentet 07.01.13 fra <http://mml.gyldendal.no/flytweb/default.ashx?folder=13272>

¹⁷² I *Kjemien stemmer* er for eksempel viktige begreper uthevet i gule bokser, røde bokser viser utdypende stoff og grønne rammer omgir eksempler.



Figur 2.1.6. Eksempel på hvordan kapittel 2 Redoksreaksjoner i *Kjemi 2* er innledet og bygd opp. Kapitlene i de tre læreverkenes har en illustrasjon, gjengir kompetansemålene som dekkes i kapittelet og en kort tekst som ofte er knyttet til fenomener i dagliglivet.¹⁷³

Studiebøkene til *Kjemien stemmer* og *Aqua* følger grunnbøkens oppbygning når det gjelder kapitler og underkapitler. For hvert underkapittel er det utarbeidet oppgaver og til slutt i hvert kapittel presenteres framgangsmåter for forsøk. I *Kjemi 2* er oppgavene lagt til slutten av hvert kapittel. Elevforsøk er plassert til slutt i boka organisert etter samme struktur som kapitlene. Selv om den overordnede strukturen i de tre lærebøkene er lik, organiseres fagstoffet på ulike måter.

Kjemien stemmer

Læreverket *Kjemien stemmer* er skrevet av en relativt stor forfattergruppe, sammenlignet med de andre læreverkenes, og består av Truls Grønneberg, Merete Hannisdal, Bjørn Pedersen, Vivi Ringnes og Brit Skaugrud. Forfatterne bak verket sier at alt det som skrives, er de felles

¹⁷³ Brandt og Hushovd (2011), side 26–27.

om. Utkast til kapitlene utformes før det blir gjort redigeringer til alle i gruppen er fornøyd.¹⁷⁴ Forfatterne, som alle har tilknytning til Skolelaboratoriet i kjemi ved Universitetet i Oslo, har skrevet flere bøker i kjemi og kjemi fagdidaktikk.¹⁷⁵

Fjerde utgave av *Kjemien stemmer* ble utgitt i 2013 og det er denne som blir beskrevet i oppgaven (og som analyseres i kap. 2.3). Boka er inndelt i ti kapitler og læreplanens hovedområder er spredt på disse kapitlene (tabell 2.1.1). Forfatterne har altså ikke fulgt læreplanen mål for mål når det gjelder progresjon i faget, men emner som de synes hører sammen er samlet kapitler som følger en logisk rekkefølge.¹⁷⁶ I begrepet «en logisk rekkefølge» menes den rekkefølgen som er nødvendig for å bygge opp kjemien slik at elevene får den kunnskapen som trengs for å kunne forstå neste tema. Som Ringnes sier: «Du kan ikke starte med galvaniske celler hvis du ikke vet hva redoks er».

Hovedområdet Forskning presenteres i kapittel 1 (tabell 2.1.1) og fungerer dermed som en inngang til faget. Dette er med hensikt lagt som det første kapitlet fordi en ikke trenger å kunne så mye om kjemi for å få en forståelse for hva forskning i kjemi er. Hovedområdet Analyse beskrives gjennom flere kapitler. Kapittel 2 tar for seg kompetansemålet knyttet til buffere, i kapittel 4 presenteres den uorganiske analysen og kompetansemålet som omhandler massespektroskopi og H-NMR kommer til slutt i kapittel 6. Hovedområdet Redoksreaksjoner beskrives i to separate kapitler (kapittel 3 og kapittel 9). Dette er spesielt for *Kjemien stemmer*, de andre to lærebøkene behandler hovedområdet i ett kapittel (*Kjemi 2*) eller to påfølgende kapitler (*Aqua*). Temaet kommer tidlig i *Kjemien stemmer* fordi forfatterne ønsker at elevene skal få en idé om redoks ganske tidlig i kurset, da det inngår i mange av de andre temaene; som uorganisk analyse, i redokstitrering, og organisk kjemi. Likevel så de det ikke som hensiktsmessig å fortsette med galvaniske celler (som kommer i kapittel 9) før elevene hadde fått gjort laboratoriearbeid. Hovedområdet Organisk kjemi 2 kommer i kapittel 5 og første del av kapittel 6. Næringsstoffer og biokjemi (fra samme hovedområde) behandles i kapitlene 7 og 8. Boka avslutter med hovedområde Materialer i kapittel 10 med samme navn.

¹⁷⁴ Truls Grønneberg, Vivi Ringnes og Brit Skaugrud, personlig meddelelse, 07.02.14. Senere uttalelser fra forfattergruppen er også basert på denne samtalen.

¹⁷⁵ Cappelen Damm (hentet 2014); UiO (hentet 2014).

Grønneberg, Hannisdal, Pedersen og Ringnes har vært med i forfattergruppen siden første utgave ble utgitt i 1998 og har forfattet alle fire utgaver av grunnbøkene. Alle fire skrev også de to første utgavene av studieboka (1998 og 2002), fra tredje utgave (2008) ble Skaugrud med som forfatter av studieboka i stedet for Pedersen.

¹⁷⁶ Selv om læreplanen ikke danner grunnlaget for struktureringen av boka er det sett til at alle læreplanens kompetansemål er dekt gjennom kapitlene.

Visuelle bilder spiller generelt sett en viktig rolle i lærebøker.¹⁷⁷ *Kjemien stemmer* er rikt illustrert, og de fleste bilder er tatt av forfatterne selv. Dette ble gjort for å kunne tilpasset bildene til stoffet de har skrevet og slik at bildene skulle ligge tett opp mot teksten. Ved bruk av illustrasjoner ønsket forfattergruppen å gjøre læreboka mer elevvennlig, Grønneberg sier: «Tekst uten figurer er ganske kraftig kost i dag».

Aqua

Da Bjørn Gunnar Steen, Nina Fimland og Lars Arne Juel, forfatterne bak *Aqua*, skulle lage ny lærebok i kjemi ønsket de å lage et grundig verk.¹⁷⁸ Steen er overingeniør ved Høgskolen i Telemark og har i tillegg til læreverket *Aqua* blant annet gitt ut *Himmelsk kjemi* (innføring i generell og organisk kjemi), Fimland og Juel er lærere på videregående skoler (henholdsvis Hartvig Nissens skole og Thora Storm). Intensjonen bak det nye læreverket var å forklare kjemi på en mer utdypende måte enn de andre bøkene som var på markedet. Gjennom å gå i dybden på temaene ønsket forfatterne å øke forståelsen og på den måten gjøre det lettere for eleven å begripe kjemien. Forfatterne sier at kapittelet som omhandler biokjemien kan virke delvis tungt. De valgte å gi en detaljert beskrivelse av stoffet i læreboka og heller presentere en enklere utgave på nettsidene som er tilgjengelig for læreren dersom det ikke var ønskelig å gå like dypt inn i stoffet som boka gjør.

På samme måte som forfatterne bak *Kjemien* stemmer, har *Aqua*-forfatterne lagt temaene i den rekkefølgen de mener er pedagogisk riktig, og ikke i den rekkefølgen som læreplanen angir (tabell 2.1.1). Kapitlene er organisert slik at temaene kommer kronologisk etter hva som kreves for at eleven skal få full forståelse. Juel sier: «Hele oppbygging av begge bøkene [i kjemi] er lagt opp etter hva som må kunnes for å full forståelse av det som kommer etterpå». Juel begrunner altså kapittelinnvidlingen på lignende måte som Ringnes, likevel er de to læreverkene ulike i oppbygging.

¹⁷⁷ Bungum (2008). Bungum knyttet bruk av visuelle hjelpemidler til multimodalitet.

¹⁷⁸ Lars Arne Juel, personlig meddelelse, 05.05.13, Bjørn Steen, personlig meddelelse, 05.01.14.

Tabell 2.1.1. Forenklet Innholdsfortegnelse i *Kjemien stemmer*, *Aqua* og *Kjemi 2*.¹⁷⁹

<i>Kjemien stemmer</i>	<i>Aqua</i>	<i>Kjemi 2</i>
1 Forskning i kjemi	1 Oksidasjon og reduksjon	1 Forskning
2 Buffere	2 Elektro-kjemi	2 Redoksreaksjoner
3 Redoksreaksjoner	3 Buffer-løsninger	3 Analyse
4 Analyse av uorganiske stoffer	4 Uorganisk analyse	4 Organisk kjemi 2
5 Reaksjoner i organisk kjemi	5 Reaksjonstyper i organisk kjemi	5 Materialer
6 Separasjon og instrumentell analyse av organiske stoffer	6 Separasjon av organiske forbindelser	
7 Næringsstoffer	7 Næringsstoff	
8 Biokjemi	8 Biokjemi	
9 Elektrokjemi	9 Makromolekyler og materialer	
10 Materialer	10 Kjemisk forskning og forskningsetikk	

Forfatterne bak *Aqua* har valgt å starte med redoksreaksjoner, som eneste læreverk, kapittel 1 og kapittel 2 dekker dette hovedområdet. Juel utdyper: «For å få til analyse må du ha redoks, du må skjønne oksidasjon og reduksjon for å få til analyse. Og for å skjønne alt det som kommer etterpå, så må du ha redoks». Steen sier at det også var viktig for forfatterteamet at

¹⁷⁹ Grønneberg *et. al* (2013), side 3–5; Steen, Fimland og Juel (2011), side 4–7; Brandt og Hushovd (2011), side 4.

skoleåret starter med noe som ikke er så vanskelig og at buffere derfor ikke ble lagt så tidlig i boka, men i kapittel 3 (fra hovedområde Analyse; et tema som kanskje oppfattes som krevende for mange elever). Boka fortsetter med uorganisk analyse (kapittel 4). Her har Steen, Fimland og Juel valgt å presentere både serieanalyse og parallellanalyse (*Kjemi 2* presenterer også begge analysemetoder, mens *Kjemien stemmer* beskriver parallellanalyse). Dette ble tatt inn fordi Steen hadde fått tilbakemelding fra mange lærere om at dette var noe de savnet. Organisk kjemi 2 gjennomgås i kapitlene 5, 6, 7 og 8. Kompetansemålene innen Analyse knyttet til de instrumentelle analysene massespektroskopi og H-NMR presenteres i kapittel 6, sammen med kromatografi. Plassering og struktureringen av hovedområdet Organisk kjemi 2 i *Aqua* minner om oppbyggingen fra *Kjemien stemmer*. Begge disse bøkene bruker fire kapitler på å gjennomgå hovedområdet, og inkluderer det nevnte kompetansemålet fra Analyse. I kapittel 9 gjennomgås Materialer og til slutt i boka er et kapittel viet hovedområdet Forskning plassert. At dette kapittelet ligger til slutt i boka gjør at dette læreverket skiller seg fra de andre. Plasseringen var et bevisst valg fra forfatterens side. Steen sier: «Forskningskapitlet må enten til slutt eller i starten. Vi valgte å ha det sist. Stoffet er viktig nok, men er totalt ulikt resten og er heller ikke eksamensrelevant, iallfall ikke til nå.» Juel sier at det ikke er noen nedvurdering at temaet er lagt til sist. Men at hvis et tema som fortøner seg som veldig vanskelig (Juel trekker fram NMR som eksempel) hadde blitt lagt til slutt, så kunne dette blitt en stressfaktor for lærere og elever.

Kjemi 2

Læreboka *Kjemi 2* er utgitt av Aschehoug, et forlag som kan sies å ha lange læreboktradisjoner innen kjemifaget, og som i sin tid ga ut Tor Brandts kjemibøker. Mange nye lærebøker skulle skrives til innføringen av LK06 og forlaget hadde ikke kapasitet til å gi ut et kjemiverk til den nye læreplanen i første omgang.¹⁸⁰ Harald Brandt, som var medforfatter på Tor Brandts kjemibøker fra 1997 (sammen med Inger Johansen) og naturfagsbøker (siden 1994) var i gang med å skrive naturfagverk som skulle utgis samtidig som at Kunnskapsløftet ble innført (i dag er Harald Brandt lektor, førsteamanuensis på norsk, ved lærerutdannelsen i Århus). Etter utgivelsen av naturfagverket ønsket forlaget å ta tak i det gamle kjemiverket og revidere det. Tor Hushovd, som er kjemilærer og medforfatter på

¹⁸⁰ Odd Hushovd, personlig meddelelse, 07.02.14.

Harald Brandts naturfagverket (også sammen med Tore Fonstad og Cathrine W. Tellefsen) ble med på prosjektet, sammen med Harald Brandt.

Forfatterne (og forlaget) ønsket å ta utgangspunkt i det gamle Brandt-læreverket og videreføre det lærere var veldig fornøyd med i det gamle læreverket. Det gamle verket var populært og godt likt fordi brukerne mente det var et faglig solid læreverk. Harald Brandt og Hushovd tilpasset læreverket til den nye læreplanen, gjennom det Hushovd kaller «en egenartet oppbygging». Læreboka er strukturert ganske direkte etter læreplanen, bokas fem kapitler har fått navn etter de fem hovedområdene (tabell 2.1.1) og kapitlene er strukturert slik at hvert kompetansemål har sitt eget underkapittel. I tillegg til disse delkapitlene, er det lagt inn egne delkapitler for å repetere relevant stoff fra kjemi 1. Kapittel 4 (Organisk kjemi 2) har for eksempel delkapittel «4.1 Organiske stoffgrupper – en oversikt» som repeterer organiske grupper og navnsetting.¹⁸¹ Hushovd sier følgende om oppbyggingen av boka: «Det er jo kanskje en liten vri som er spesiell for vårt læreverk. At vi valgte en litt original måte å bygge opp boka på». Denne struktureringen av boka ble mye diskutert, men valgt for å hjelpe elever og lærere til å tolke og tydeliggjøre læreplanen.

Boka starter, som læreplanen og *Kjemien stemmer*, med Forskning (tabell 2.1.1). Etter forskning presenteres Redoksreaksjoner, et hovedområde som kommer nest sist i læreplanen. Dette valget begrunnes på lignende måte som av forfatterne bak *Kjemien stemmer* og *Aqua*, rekkefølgen av kapitlene i *Kjemi 2* er lagt opp etter hva forfatterne synes er naturlig. De tre neste kapitlene følger læreplanens oppbygning; Analyse etterfølges av Organisk kjemi 2 og Materialer er siste kapittel. På samme måte som de andre to læreverkene, er kompetansemålet fra hovedområdet Analyse, som omhandler H-NMR og massespektroskopi, plassert under kapitlet som tar for seg organisk kjemi (kapittel 4 Organisk kjemi 2). Hushovd utdyper dette valget: «NMR er jo liksom noe som hører hjemme i organisk kjemi» (forfatterne av de andre to lærebøkene utdyper ikke dette valget). At disse kompetansemålene kommer i et annet kapittel enn det det hovedområdet de tilhører, poengteres innledningsvis i kapitlet Analyse. Her presenteres en tabell som viser og begrunner hvor de ulike analyseteknikkene beskrives.

¹⁸¹ For noen av temaene i programfaget kjemi 2 kan det være naturlig å repetere begreper og annet nøkkelstoff fra kjemi 1. Eksempler er syre-base-teori i forbindelse med buffere, funksjonelle grupper og navnsetting i organisk kjemi er også noe som forutsettes kjent for å nå målene i kjemi 2). I *Kjemien stemmer* og *Aqua* er dette lagt til starten av kapitlet på sider som har en annen farge enn resten av kapitlet.

Gjennom arbeidet med å fremstille læreboka satte Brandt og Hushovd seg som mål å lage et verk med mange eksempler. Hushovd sier: «[...] når elevene har lest et kapittel så kan de se på regneeksempler fra de vanlige oppgavetyper som gis til eksamen». Hushovd sier at eksamen lå i bakhodet da læreverket skulle fremstilles, at det var viktig å lage en bok som elevene kunne ha nytte av til eksamen.

I siste rekke er det opp til læreren

Vi har sett at læreboktradisjonen har endret seg fra de første lærebøkene i kjemi ble utgitt på 1800-tallet og til dagens lærebøker. I de første lærebøkene hadde eksperimenter en stor plass og teori ble strukturert og beskrevet som en funksjon av grunnstoffene. På 1940-tallet ble oppbyggingen av lærebøker endret. Det periodiske system ble omfavnet i lærebøkene som et viktig redskap for å organisere kunnskap. Denne oppbyggingen ser vi også igjen i dagens lærebøker. I dag forklares prinsipper på mikronivå og makronivå, grunnstoffenes egenskaper, reaksjoner og karakteristikk beskrives i lys av prinsippene.

I dag finnes det tre læreverk i kjemi i den norske skole. Disse er skrevet til samme læreplan, men av ulike forfattergrupper, noe som medfører visse forskjeller. Forfattergruppene bak alle tre læreverk har valgt å organisere fagstoffet etter det forfatterne anser som en logisk, pedagogisk, eller naturlig rekkefølge av læreplanens tema. Alle forfattergrupper legger vekt på at elevene må få den kunnskapen de behøver, slik at de har kompetansen som er nødvendig for å forstå neste tema i boka. Fra bøkens oppbygging har vi sett at det likevel er ulike meninger blant forfattergruppene om hvilken rekkefølge som er mest hensiktsmessig. Man kan si at læreplanen er den røde tråden gjennom *Kjemi 2*. Læreplanens hovedområder har gitt navn til kapitlene, utgangspunkt for rekkefølgen av kapitlene (men noen endringer, som begrunnes av pedagogiske årsaker) og hvert læreplanmål er tydeliggjort gjennom egne delkapitler. Forfatterne bak *Kjemien stemmer* og *Aqua* har valgt en annen tilnærming. I disse to bøkene har ikke bare hovedområder, men også kompetansemål dannet utgangspunkt for kapitteloverskriftene (for eksempel kapitlene om biokjemi som er kompetansemål i Organisk kjemi 2). Men selv om læreverkene legger opp fagstoffet i en rekkefølgen, er det opp til læreren i siste rekke å vurdere hvordan temaene mest hensiktsmessig bør undervises.

Dette delkapittelet tydeliggjør kun de strukturelle forskjellene mellom læreverkene. I neste delkapittel skal jeg se nærmere på fordelingen av hovedområdene i de tre lærebøkene.

2.2 Lærebøkene i kjemi 2 og hovedområdene

Dette kapittelet skal besvare hvilket omfang hovedområdene har i lærebøkene i kjemi 2. For å gi et svar på dette har jeg foretatt en kvantitativ telling av sidetallet i de tre bøkene knyttet mot læreplanens hovedområder. Selv om en kvantitativ undersøkelse ligger til grunn for analysen, forsøker jeg samtidig å finne forklaringer ved å bruke en mer kvalitativ tilnærming. For å årsaksforklare funnene i denne analysen tas det hensyn til lærebokforfatterens bakgrunn, uttalelser og læreplanens formuleringer.

Som vi har sett (kap. 2.1) har lærebøker i Norge røtter tilbake til 1500-tallet, lærebøker har dessuten vært gjenstand for flere forskningsprosjekter. Den første større skolebokanalysen kan spores tilbake til 1921 og ble gjennomført på oppdrag fra Carnegie-stiftelsen. I dette arbeidet spilte Foreningen Norden (som inkluderte deltakere fra Danmark, Sverige og Norge, senere også Finland og Island) en aktiv rolle i det fremstillingen av stridsspørsmål fra nordisk historie i lærebøker skulle vurderes. Lærebokanalyser kan grupperes på ulike måter og Angvik deler lærebokanalyser etter to kriterier: etter de interesser som står bak undersøkelsen og antall bøker som er gjenstand for studien. Skolebokanalysen fra 1921 kan anses som å være drevet av interesser, hvordan fremstillingen i lærebøkene var i samsvar med datidens kunnskap. I analyser der antallet av lærebøker er mer enn én (gruppeanalyser) kan studien enten foretas *vertikalt* eller *horisontalt*. Vertikale lærebokanalyser tar for seg et spesielt tema som undersøkes over tid.¹⁸² Et eksempel på dette finner vi i masteroppgaven til Per Magnus Lindgjerdet som har undersøkt hvordan lærebøker i kjemi behandler temaet organisk kjemi i perioden 1914–1960.¹⁸³ Min analyse er et eksempel på en horisontale analyser, hvor jeg tar for meg lærebøker fra samme tidsrom.

Lærebokanalyse: Antall sider

Hanne Øien Halsans masteroppgave om fire lærebøker i fysikk er også en horisontal lærebokanalyse.¹⁸⁴ Halsan har blant annet talt antall sider i lærebøkene for å si noe om forskjeller og likheter i forbindelse med hvordan bøkene behandler nye temaer i læreplanen for fysikk. I tillegg talte Halsan antall delkapitler, eksempler, figurer/illustrasjoner, likninger,

¹⁸² Angvik (1982).

¹⁸³ Lindgjerdet (2013).

¹⁸⁴ Halsan (2009).

formler i sammendraget, oppgavesider, oppgaver totalt, regneoppgaver og beskrivende oppgaver. Jeg har brukt Halsan som inspirasjon for metoden som presenteres i denne oppgaven.

Målet med denne masteroppgaven er ikke å klassifisere de tre læreverkene som gode eller mindre gode, heller ikke å si noe om forskjeller eller likheter, likevel kommenteres nevneverdige forskjeller i denne oppgaven.

Metode og resultater

De tre lærebøkene i kjemi 2 står for datagrunnlaget i denne delen av oppgaven. De tre lærebøkens innhold ble vurdert for å knytte kapitler og sider mot det hovedområdet som innholdet presenterte. Alle sider i lærebøkens grunnbøker ble talt i sin helhet (tabell 2.2.1) og én full side som beskrev ett hovedområde fikk verdien 1. At sidene ble talt i helhet betyr at tittelside, eventuell repetisjon fra kjemi 1, alle sider som inneholder figurer, eksempler og tilleggsinformasjon samt oppsummeringer ble talt med i vektingen. Ingen sider ble talt to ganger. For å eksemplifisere ble de to første sidene i kapitlet som heter Redoksreaksjoner i læreboken *Kjemi 2* (figur 2.1.6; kap. 2.1) talt under hovedområdet Redoksreaksjoner med verdien 2.

I de tilfellene kapitler inneholdt momenter fra flere hovedområder, ble det vurdert hvor stor del av siden som skulle vektet innen hvert av hovedområdene. Denne vurderingen kan eksemplifiseres med figur 2.2.1.

EKSEMPEL 1:

Bestemmelse av alkaliniteten av akvarievann ved titrering

Vi tar ut en vannprøve på 100 mL vann fra et akvarium og overfører prøven til en kolbe. Vi tilsetter noen dråper av en blandingsindikator (bromkresolgrønt og metylrødt) som slår om ved pH 4–5. Standardløsningen er 0,020 mol/L HCl. I titreringen bruker vi 17,5 mL av standardløsningen.

Beregn alkaliniteten i vannprøven i mmol H_3O^+ per liter.

Svar

Stoffmengde tilsatt H_3O^+ : $17,5 \cdot 10^{-3} \text{ L} \cdot 0,020 \text{ mol/L} = 0,350 \cdot 10^{-3} \text{ mol} = 0,350 \text{ mmol}$

Volum vannprøve: 100 mL = 0,100 L

$[\text{H}_3\text{O}^+] \text{ i vann: } \frac{0,350 \text{ mmol}}{0,100 \text{ L}} = 3,5 \text{ mmol/L}$

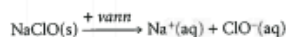
Alkaliniteten i akvarievannet er 3,5 mmol/L.

I analysesett for akvarievann og i litteratur om akvarier oppgis alkaliniteten i KH (Karbonathårte), der 1 mmol tilsatt H_3O^+ per liter vann svarer til 2,8 KH. Det anbefalte området for alkalinitet i et saltvannsakvarium er fra 7,0 til 10,5 KH.

Akvarievannet hadde en alkalinitet på $2,8 \frac{\text{KH}}{\text{mmol}} \cdot 3,50 \text{ mmol} = 9,8 \text{ KH}$

Redokstitrering

Både drikkevann og vann i svømmebasseng blir desinfisert for å drepe bakterier i vannet. Til å desinfisere vann brukes oksiderende stoffer, og det er vanlig å «klorere» vannet med en løsning av klorforbindelsen $\text{NaClO}(\text{s})$, natriumhypokloritt. Det dannes da HClO (hypoklorsyring) i vannet, og hypoklorsyring virker desinfiserende.



Likevekten påvirkes av pH i vannet. Ved en ønsket pH-verdi på 7 i badevannet i et svømmebasseng er det tilstrekkelig hypoklorsyring (HClO) i vannet til desinfiseringen.

HOCl er et kraftig oksidasjonsmiddel, og konsentrasjonen av HOCl i bassengvann kan vi bestemme ved en redokstitrering. Vi bruker en jern(II)løsning som standardløsning og en spesiell redoksindikator (DPD) for å bestemme ekvivalenspunktet.

«Klorvann» svir i øynene.



Figur 2.2.1. Figuren viser en side fra *Kjemien stemmer*.¹⁸⁵ Dette er et eksempel på vurdering som ble gjort i forhold til sider i lærebøkene som beskrev kompetanser fra ulike hovedområder. Øverste del av siden gir et eksempel på beregning av alkalinitet (fra hovedområdet Analyse), nederste del beskriver redokstitrering (fra Redoksreaksjoner). Denne siden fikk derfor verdien 0,5 i Analyse og 0,5 i Redoksreaksjoner.

Figur 2.3.1 er hentet fra kapittel 4 i *Kjemien stemmer*, som har tittelen «Analyse av uorganiske stoffer» (og kapittelet favner hovedområdet Analyse i størst grad). I kapittelet beskrives blant annet ulike titreringsteknikker som brukes i vannanalyser og det gis eksempler på beregninger. Sammen med disse presenteres også redokstitrering, noe som faller inn under hovedområdet Redoksreaksjoner. Akkurat denne siden fikk verdien 0,5 i Analyse og 0,5 i Redoksreaksjoner.

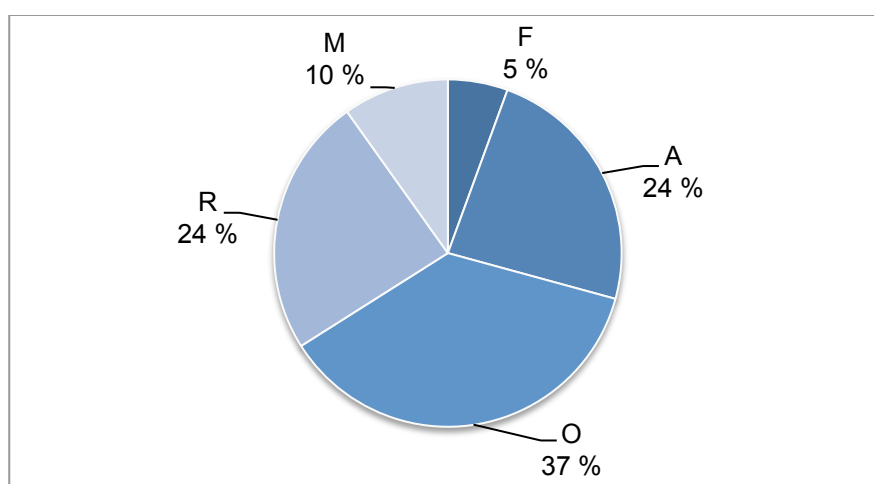
¹⁸⁵ Grønneberg *et. al* (2013), side 78.

Antallet sider innen hvert hovedområdet i de tre lærebøkene ble registeret i en tabell (tabell 2.2.1). Fordi utvalget av lærebøker var få anses det ikke som hensiktsmessig å beregne standardavvik for tellingene, en gjennomsnittsverdi er likevel beregnet for hvert hovedområde.

Tabell 2.2.1. Antall sider tilknyttet de fem hovedområdene i de tre lærebøkene og gjennomsnittsverdi (\bar{x}) for hvert hovedområde. I tabellen brukes F for hovedområdet Forskning, A er Analyse, O er Organisk kjemi 2, R er Redoksreaksjoner og M er Materialer.

	F	A	O	R	M
<i>Kjemien stemmer</i>	12	61	96	60	24
<i>Aqua</i>	14	67	98	64	19
<i>Kjemi 2</i>	17	54,5	89,5	62	33
\bar{x}	14,5	61	94,5	62	25,5

For å understreke hovedområdenes omfang i lærebøkene ble hovedområdenes representasjon i de tre lærebøkene lagt sammen og illustreres i figur 2.2.2.



Figur 2.2.2. Prosentvis fordeling av hovedområdene i lærebøkene i kjemi 2 (*Kjemien stemmer*, *Aqua* og *Kjemi 2*). F er Forskning, A er Analyse, O er Organisk kjemi 2, R er Redoksreaksjoner og M er Materialer.

Tabell 2.2.1 og figur 2.2.2 viser at Forskning er det hovedområdet som har færrest antall sider i alle tre lærebøker. Også Materialer har få sider sammenlignet med de andre hovedområdene. Analyse og Redoksreaksjoner har tilnærmet like mange sider i lærebøkene og Organisk kjemi 2 utgjør den største delen av all tre lærebøker. I følgende avsnitt kommenteres funnene fra hovedområdet Forskning spesielt, de andre hovedområdenes omfang i lærebøkene kommenteres mer generelt.

Forskning

Selv om hovedområdet Forskning hadde et mindre antall verb sammenlignet med de andre hovedområdene (tabell 1.2.1, kap. 1.3), er det vanskelig å tenke seg at dette skal være utslagsgivende for omfanget av hovedområdet i lærebøkene. Men kanskje formuleringen av kompetansene som listes i hovedområdet kan ses i sammenheng med resultatene av denne tellingen i lærebøkene.

I forbindelse med Bjerknes' studie av læreplanen i programområdet Helse- og sosialfag (i videregående skole) definerte hun to typer av læreplanmål (kap. 1.3). Ut i fra verbene i kompetansemålene kategoriserte hun dem i en av to klasser: praktiske «gjøre og handle mål», og teoretiske orienterte formuleringer (som «gjøre rede for» eller «kunne»)¹⁸⁶ For å oppnå den kompetansen som hovedområdet Forskning beskriver skal elevene blant annet *finne* og *presentere* kjemirelevant forskning og *publisere* rapporter. Dette faller i kategorien «gjøre og handlingsmål». For at eleven skal få disse kompetansene må eleven *gjøre* og *handle* og det er kanskje ikke nødvendig med utførlige beskrivelser i lærebøkene.

De to siste kompetansemålene i hovedområdet Forskning sier at eleven skal *drøfte* etisk forsvarlighet i forskning, *gjøre rede for* vitenskapelig metode i kjemi og *gi eksempler* på forklaringsmodeller som ikke er i samsvar med kjemiens forklaringer, såkalte teoretiske orienterte formuleringer. I læreplananalysen er disse to målene kategorisert i den høyeste kunnskapsklassen fordi måloppnåelse av disse krever mer fra eleven (kap. 1.3, vedlegg 11). En redegjørelse for disse to målene utgjør den største delen i kapitlene om Forskning i alle tre læreverker.

At kapittelet som omhandler Forskning har færre sider enn de andre hovedområdene i lærebøkene kan også ses i lys av lærebokforfatterens begrunnelser om plasseringen av

¹⁸⁶ Bjerknes (2011).

kapittelet (kap. 2.2). Forfattergruppene bak *Aqua* og *Kjemien stemmer* sier at selv om dette er viktig stoff, er det kanskje ikke nødvendig med mange kunnskaper i kjemi for å forstå stoffet, eleven kan lett lese seg til dette selv. Steen (forfatter av *Aqua*) nevner også at dette ikke er eksamensrelevant stoff. Som vi skal se i kap. 3.3, testes dette hovedområdet i minst grad ved avsluttende eksamen. Kanskje det er en sammenheng her. Kanskje er det mulig at forfatterne har nedvurdert dette temaet på grunn av den lave frekvensen (tilnærmet ikke-eksisterende) av spørsmål fra hovedområdet på avsluttende eksamen. På en annen side kan det hende at eksamensnemnda ikke formulerer oppgaver fra hovedområdet på grunn av liten oppmerksomhet i lærebøkene. Dette ses det nærmere på i kap. 3.3.

Analyse, Organisk kjemi 2 og Redoksreaksjoner

For å forklare det store omfanget av hovedområdene Analyse, Organisk kjemi 2 og Redoksreaksjoner ser jeg igjen på læreplanens formuleringer. Det er vanskelig å forklare resultatene fra lærebokanalysen ut i fra læreplananalysen eller antallet kompetansemål i hovedområdene (Analyse og Forskning fire mål hver, Organisk kjemi 2 har åtte og Redoksreaksjoner har syv).

Kompetansemålene i Analyse, Organisk kjemi 2 og Redoksreaksjoner har formuleringer som typisk er av både praktisk og teoretisk art. For eksempel skal elevene påvise uorganiske og organiske stoffer (praktisk) og gjøre rede for resultater (teoretisk). For at eleven eksempelvis skal oppnå den kompetansen som omhandler påvisning av ioner i salter samt redegjøre for resultater, er det nok nødvendig med praktiske ferdigheter og praktisk forståelse.

For å påvise ioner i salter brukes en kvalitativ uorganisk analyse, som ofte består av forprøver, påvisning av anioner, fulgt av en parallellanalyse eller en serieanalyse for påvisning av kationer. For å gjennomføre analysen og for å vite hva resultatene av analysen betyr (og dermed oppnå kompetansen som føres i læreplanmålet) må eleven ha kunnskaper om stoffenes egenskaper. Disse kunnskapene bygger på etablerte kunnskaper i faget som må presenteres for eleven. For at eleven, for eksempel, i forprøven skal vite at det ukjente stoffet inneholder ammoniumioner (NH_4^+), må det være kjent at en prøve som inneholder dette ionet vil lukte ammoniakk når det varmes opp. For at eleven skal vite at en prøve inneholder kloridioner (Cl^-) må det være kjent at kloridionet kan felles med sølvioner (Ag^+) og danne sølvklorid (AgCl). Likeså, for at eleven skal vite at en prøve inneholder visse kationer må eleven ha kunnskaper om stoffenes egenskaper.

Dette eksempelet er ikke typisk for det ene læreplanmålet i Analyse, samme type kunnskaper i faget kreves for å nå de resterende målene i Analyse og målene i Organisk kjemi 2 og Redoksreaksjoner. For å kunne utføre kolorimetrianalyser, vannanalyser, forsøk med korrosjon, eller påvising av funksjonelle grupper i organiske stoffer er det nødvendig med bakgrunnskunnskap om metodene og prinsippene. Lærebøkene formidler denne kunnskapen.

Et høyere antall sider i lærebøkene som kan knyttes til disse hovedområdene kan kanskje forklares ut i fra dette, for å oppnå kompetansene som føres i læreplanen trenger eleven en presentasjon av de etablerte kunnskapene.

For hovedområdet Analyse illustrerer tabell 2.3.1 at det er noe forskjell i sidetall mellom læreverkene, *Aqua* har flest sider og *Kjemi 2* har færrest.

Forfatterne bak *Aqua* har brukt mange sider på massespektroskopi og H-NMR, noe som er hovedårsaken til at dette læreverket har flere sider tilknyttet hovedområdet. I sin masteroppgave har Nina Fimland, medforfatter av *Aqua*, brukt NMR-spektroskopi for å strukturbestemme antimikrobielle peptider.¹⁸⁷ Kanskje forfatternes kunnskaper og interesser innen dette temaet gjør at de velger å bruke mer plass og gå mer i dybden av dette temaet. Et raskt overblikk av kapittelet viser også at *Aqua* har mange eksempler på hvordan oppgaver knyttet til dette temaet kan løses. Dette er også noe Steen trekker fram i sin beskrivelse av verket: «*Aqua 2* har mange eksempler i NMR- og MS-analyse. Skal [elevene] ha noe utbytte av dette, er det viktig med mange oppgaver».¹⁸⁸

For hovedområdet Organisk kjemi 2 er det også noen forskjeller mellom læreverkene. *Kjemien stemmer* og *Aqua* har flest sider og *Kjemi 2* har færrest. Dette kan kanskje også forklares ut i fra forfatterens bakgrunn. Truls Grønneberg (medforfatter av *Kjemien stemmer*) har cand. real i organisk kjemi og Bjørn Steen (medforfatter av *Aqua*) har skrevet hovedoppgave hvor han brukte GC/MS til bestemmelse av organiske forbindelser i bergarter.¹⁸⁹

¹⁸⁷ Fimland (2007).

¹⁸⁸ Bjørn Steen, personlig meddelelse, 05.01.14.

¹⁸⁹ Pedersen (2012); Steens bakgrunn er funnet ved et søk på bibsys.

Kommentar og refleksjon

Metoden som er beskrevet og benyttet i dette trinnet av lærebokanalysen, viser bare et aspekt ved hovedområdenes omfang i lærebøkene. Et alternativ kunne vært å samtidig telle delkapitler, bilder, ligninger og/eller eksempler, som Halsan gjør i sin masteroppgave.

I en tidlig fase av denne oppgaven ble også antall eksempler og illustrasjoner i de tre verkene talt. Dette medførte visse vanskeligheter, spesielt når det gjaldt telling av illustrasjoner. Alle læreverk har mange illustrasjoner (i startfasen ble for eksempel antall bilder i *Kjemien stemmer* talt til 281). Illustrasjonene er ikke nummerert i læreverkene, ofte illustrerer to separate figurer ulike sider av samme sak (og kan kanskje derfor klassifiseres som delfigurer), det veksles mellom illustrasjoner i løpende tekst og illustrasjoner i margin. Noen bilder beskrives i teksten og brukes for å illustrere prinsipper, andre er mer frittstående og mangler henvisning i teksten. Læreverkene brukte dessuten kjemiske ligninger for å illustrere prinsipper og lover (for eksempel ved balansering av redoksreaksjoner og reaksjonsmekanismer). I tillegg til visse vanskeligheter når det kommer til selve tellingen av antall bilder kan man hevde at et tall på hvor mange illustrasjoner som brukes, ikke egentlig gir informasjon om et hovedområdets omfang.

Samtidig bør det ses på hvordan bildene brukes i læreboka. Et eksempel på slik forskning finner vi hos Berit Bungum som har studert illustrasjoner i ulike norske fysikklærebøker fra 1943–2008. I hennes studie ble figurene i lærebøkene plassert i en av fem kategorier ut i fra hvordan illustrasjonen formidler informasjon til leseren.¹⁹⁰ Det ble vurdert som lite hensiktsmessig og for omfattende innenfor rammene av en masteroppgave å vurdere hvilke illustrasjoner som var deler av samme figur, hvilke reaksjonsligninger som skulle vurderes som illustrasjoner osv. og samtidig kategorisere figurene.

Å telle eksempler ble også vurdert som å gi et dårlig bilde av hovedområdenes omfang. Det ble vurdert som for enkelt å kun vise et tall på eksempler for de tre læreverkene uten å samtidig studere eksemplene mer i dybden.

En telling av antall sider i lærebøkene ble vurdert som beste metode for å besvare problemstillingen som omhandler hvilket omfang hovedområdene har i de tre lærebøkene. Metoden kan dermed anses som valid for problemstillingen, selv om metoden samtidig har

¹⁹⁰ Bungum (2008).

sine begrensninger. En telling av antall sider kan ses på som å kun gi et forenklet bilde av hovedområdenes representasjon. Resultatene fra denne analysen gir kanskje et bilde på hvor mye plass hovedområdene har fått i læreverkene, men sier lite om innholdet på sidene, eller kvaliteten av innholdet. En mer kvalitativ tilnærming hadde kanskje gitt et svar, også på dette.

I sin masteroppgave i naturfagdidaktikk, har Are Turmo skissert en fremgangsmåte for analyse av lærebøker i natur- og miljøfag for 5. klassetrinn som inkluderer både kvantitative tellinger og kvalitative vurderinger av innholdet.¹⁹¹ Den kvantitative delen av analysen innebærer blant annet en telling av antall sider innen hvert hovedmoment, en vurdering om alle presiseringer i læreplanen er dekket og vurdert det kvantitative forholdet mellom tekst og bilder. Den kvalitative delen av metoden som Turmo beskrev omfattet en kvalitativ analyse av tekst (nivå, ordvalg, setningsoppbygging m.m.), bilder (virkemidler, assosiasjoner) og fagstoff (faglig korrekthet, sider ved faget). Turmo gikk imidlertid bort fra det kvalitative aspektet i gjennomføringen av analysen, i samråd med veileder ble dette vurdert som å være av et for stort omfang for en hovedfagsoppgave. Samme vurdering ble gjort i forhold til min oppgave. Ut i fra rammene til en masteroppgave på 30 studiepoeng ville dette blitt for omfattende, og det besvarer heller ikke problemstillingen direkte.

2.3 Refleksjoner – hvordan styrer læreboka undervisningen i utvalgte klasserom?

Lærebøker representerer en særegen form for litteratur med sine karakteristikk. Selander beskriver at lærebøker er organisert på en spesiell måte da lærebøkene tar for seg fagets temaer gjennom kapitler som er oppbygd på en lignende måte. I denne delen av oppgaven har vi sett at de første lærebøkene i kjemi tok for seg grunnstoff etter grunnstoff. Dette kan virke som en merkelig oppbygging for oss i dag, som er vant til at læreboka tar for seg temaer, lover og prinsipper i faget.

Selander beskriver flere karakteristikk ved lærebøkene, som at bøkene skal bestå av meningsfull kunnskap, forklaringer og definisjoner. Lærebøker skal inneholde den sentrale kunnskapen i faget, slik den er gitt av gjeldende læreplan. Selv om læreplanen i Norge angir

¹⁹¹ Turmo (1998), side 67–78.

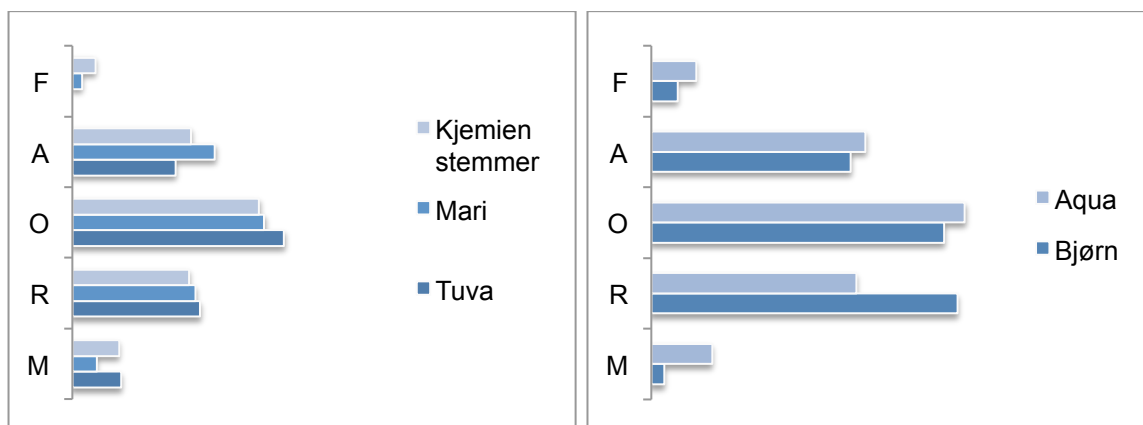
hvilken kunnskap som anses som sentral gjennom sin beskrivelse av faget, hovedområder og kompetansemål, må forfattere foreta et valg. De må vurdere hvor dypt de skal presentere læreplanens temaer og hvordan. En kvantitativ analyse av de tre læreverkene viser at Organisk kjemi 2 er det hovedområdet som blir beskrevet gjennom flest sider i de tre læreverkene, og Forskning er det hovedområdet som har færrest sider. Det er vanskelig å se årsaken til dette. Antall verb eller kunnskapsklasser i hovedområdene (kap. 1.3) virker ikke ha innvirkning på resultatene av lærebokanalysen. Resultatene kan kanskje forklares ut i fra hvilke bakgrunnskunnskaper som kreves for å nå kompetansene som læreplanen fører (som nevnt i kap. 1.3). Verbenes formuleringer i kompetansemålene ble analysert i delkapittel 1.3, men det skal vanskelig gjøres å fange opp at begrepene som brukes i målene er komplekse og krever kunnskaper i faget gjennom en læreplananalyse. En studie av hvordan lærebøkene presenterer kunnskapen i hovedområdene gir kanskje et bedre bilde på dette.

Vi har sett at læreplanens hovedområder figurerer i ulik grad når det gjelder antall sider i lærebøker. I samtaler med forfatterne, hvor de uttaler seg om kapittelorganiseringen i sine læreverker, kommer det frem at prioriteringer eller nedprioriteringer av hovedområdenes viktighet ikke er årsaken til dette. Når forfattergruppene begrunner rekkefølgen av temaene i bøkene legger de elevens utvikling av forståelse til grunn. Det er kanskje naturlig at de varierende omfangene av fagets hovedområder også kan begrunnes ut i fra at de ulike hovedområdene krever ulik grad av fordypning for at eleven skal få en forståelse.

I dette kapitlet har vi sett at selv om de tre forfattergruppene begrunner kapittelorganiseringen likt så presenteres læreplanens tema i ulike rekkefølger. I praksis velger nok noen lærere en annen rekkefølge enn den læreboka angir. Selander kobler lærebokforfatterens arbeid og virksomheten i klasserommet gjennom begrepet «pedagogisk tekst–transduksjon» (figur 2.1.1). Kunnskapene i fagområdet kjemi er etablerte kunnskaper, som lærebokforfatterne må gjøre mer «elevvennlige». I siste rekke realiseres disse i klasserommet.

Flere mener at læreboka kanskje er en av de mest styrende faktorene for undervisningen. Lærerne i utvalget sier alle at de støtter seg til læreboka når de skal planlegge undervisningsåret. Spesielt Mari, Bjørn og Tuva (som ble presentert i kap. 1.4) trekker frem læreboka som et viktig redskap i sin undervisningspraksis. I den sammenheng kan det tenkes at disse lærerne bruker mer tid på de temaene som læreboka bruker mer plass på. Figur 2.3.1 viser sammenligninger av hovedområdenes omfang i lærebøkene og disse tre lærernes

prioriteringer av hovedområdene slik de fremkommer av periodeplanen (Mari og Tuva bruker læreboka *Kjemien stemmer*, Bjørn bruker *Aqua*).



Figur 2.3.1. Sammenligning av det prosentvise omfanget av hovedområder i lærebøker og tre av lærernes periodeplaner. Til venstre: hovedområdenes omfang i Mari og Tuvås periodeplaner sammenlignet med hovedområdes sidetall i læreboka *Kjemien stemmer*. Til høyre: hovedområdenes omfang i Bjørns periodeplan sammenlignet med hovedområdenes sidetall i *Aqua*. Lærebøkernes prosentvise fordeling av hovedområder er illustrert i figur 1.4.1.

En trend som er gjennomgående for alle tre lærere er at Forskning er sterkere representert i lærebøkene enn i periodeplanene (figur 2.4.1). Kanskje årsaken til dette kan være at lærerne beskriver hovedområdet som «selvlæringsstoff» (som beskrevet i kap. 1.4), og at det derfor ikke brukes mye tid til hovedområdet i undervisningen. En annen årsak kan kanskje være hvilke hovedområder som vektlegges på den skriftlig eksamen i faget. I dette kapitlet har vi sett at eksamen også er noe lærebokforfattere tenker på når de skal lage eksempler og strukturere lærebøkene. I neste kapittel tar jeg et blikk på hvordan hovedområdene vurderes til sentralgitt skriftlig eksamen i kjemi 2.

Del 3 – Vurdering

I dagligtalen bruker vi ofte begrepene *evaluering* og *vurdering* om hverandre. I skolesammenheng har imidlertid begrepene noe ulik betydning. *Evaluering* er et vidt begrep som dekker alle former for vurdering, for eksempel evaluering av kvaliteten av et utdanningsprogram, læreplan eller en institusjon. *Vurdering* blir mer spesifikt brukt om innhenting av informasjon knyttet til en elevs kompetanse. I engelsktalende land og i Norge blir begrepet *evaluering* (eller «evaluation») stadig sjeldnere brukt, *vurdering* (eller «assessment») knyttes til elevprestasjoner.¹⁹² Av den grunn vil begrepet *vurdering* brukes i denne oppgaven.

Begrepet *vurdering* har ulike betydninger og vil være avhengig av hva formålet med vurderingen er, hva som vurderes, hvilke kriterier som legges til grunn og tidspunktet for vurderingen. Det kan være flere formål med en vurdering: kontroll av læringsutbytte, planlegging og bearbeiding av opplæringen eller identifisering av lærevansker hos elever. Uavhengig av hva formålet med vurderingen er, skal eleven være kjent med målet for opplæringen og hva som blir vektlagt. Flere kriterier kan benyttes i vurderingsarbeidet og det snakkes ofte om individ- (eleven vurderes mot individuelle forutsetninger), grupperelatert- (eleven vurderes mot og sammenlignes med prestasjonene til andre elever i en gruppe) og målrettet vurdering (den enkelte elev vurderes mot de mål som er satt for opplæringen). Vurdering kan skje før selve opplæringen starter, i løpet av opplæringsløpet (underveisvurdering og formativ vurdering) eller i slutten av opplæringen (sluttvurdering og summativ vurdering).¹⁹³

Eksamen er en summativ sluttvurdering, og kan beskrives gjennom begrepet *vurdering av læring*. Dette står i motsetning til underveisvurdering, formativ vurdering og *vurdering for læring*. Eksamen gjennomføres som regel ved slutten av opplæringsperioden og har som formål å bedømme elevens kunnskaper, ferdigheter og kompetanser. Dette måles i forhold til eksplisitt formulerte mål, og er dermed en målrettet vurdering. I denne delen av oppgaven skal jeg se på i hvilken grad de ulike hovedområdene prøves i eksamensoppgavene i programfaget kjemi 2. Derfor vil vurderingsformen eksamen belyses videre i denne oppgaven.

¹⁹² Engelsen (2012), side 127–131; Engh, Dobson og Høihilder (2011), side 26–31.

¹⁹³ Engelsen (2012), side 127–131; Engh, Dobson og Høihilder (2011), side 26–31.

Krav til eksamen

Eksamen skal tradisjonelt ivareta samfunnsmessige hensyn som seleksjon, sertifisering og kontroll. Eksamen skal være en garanti for visse kvalifikasjoner og ved bestått eksamen oppnås grader og annerkjennelse, rett til å gå videre i utdanningssystemet, eller på arbeidsmarkedet. Det stilles også en rekke krav til eksamensordningen.¹⁹⁴

Eksamener skal være standardisert og skal legges opp slik at den forekommer lik for alle (i størst mulig grad). I praksis betyr dette at kandidatene skal få de samme oppgavene under like rammer. På denne måten skal eksamenssituasjonen gi alle like muligheter til å vise hva de kan. Raaheim og Hauge mener likevel at det oppstår et validitetsproblem da situasjonen ikke *kan* oppleves likt av alle fordi elever har ulike terskler for stress, ulike erfaringer eller ulik evne til å styre tiden sin.¹⁹⁵

Eksamen skal videre være objektiv. Med objektivitet menes at kun det som skal vurderes faktisk blir vurdert, ingen personlige relasjoner skal være påvirkende. Objektivitet ivaretas ved bruk av eksterne sensorer, og på denne måten skiller eksamen seg fra standpunktvurdering (og annen vurdering).¹⁹⁶ Eleven anonymiseres ved at sensor ikke kjenner elevens identitet. Eleven vet heller ikke hvem, eller hvilken sensor, som vurderer besvarelsen. Samtidig skal ikke eksamensresultatet påvirkes av hvilken sensor som vurderer besvarelsen. Dette gir eksamensordningen reliabilitet. All erfaring tilsier likevel at «all vurdering er subjektiv» og at forskjellige sensorer ikke vurderer helt likt.¹⁹⁷

Når det er snakk om eksamens reliabilitet er det vesentlig at eksamensformen muliggjør presise og ensartede bedømmelser slik at ulike besvarelser vurderes mest mulig likt. Flervalgsoppgaver på eksamen kan styrke reliabiliteten i vurderingene fordi kun ett svar er riktig og ulike sensorer vektet samme oppgave likt.¹⁹⁸

Samtidig er det krav om validitet i eksamensoppgavene. En eksamen er valid dersom det som blir vurdert er relevant i forhold til målene med opplæringen. I henhold til

¹⁹⁴ Andersen og Tofteskov (2008), side 19; Lauvås og Jakobsen (2002), side 49–86.

¹⁹⁵ Raaheim og Hauge (2007), side 67; Lauvås og Jakobsen (2002), side 53.

¹⁹⁶ Sjøvollen (2007), side 24.

¹⁹⁷ Lauvås og Jakobsen (2002), side 53–54; Sjøvollen (2006), side 24; Raaheim og Hauge (2007), side 67. Raaheim og Hauge viser til en undersøkelse gjort ved Universitet i Bergen der det ble oppdaget til dels store forskjeller mellom sju uavhengige sensorer. I mer enn 40 % av tilfellene ble det registrert forskjeller som utgjorde en hel karakter.

¹⁹⁸ Lauvås og Jakobsen (2002), side 54–55; Andersen og Tofteskov (2009), side 47.

opplæringsloven skal eksamen være i overensstemmelse med gjeldende læreplanverk. Men det kan oppstå konflikt når eksamen skal ha både høy validitet og høy reliabilitet. Oppgaver som er utformet slik at det kun finnes ett riktig svar vil gi en relativt høy reliabilitet (for eksempel flervalgsoppgaver), men det vil bare være mulig å måle en svært avgrenset del av elevens kompetanse i slike oppgaver. For å øke validiteten er det nødvendig at flere elementer av kompetanse, forståelse osv. prøves gjennom mer åpne komplekse problemer.¹⁹⁹

Vurdering er ingen ny praksis i skolen. I kontekstuelle analyser vil jeg derfor i det følgende gi et kort historisk bilde av hvordan vurdering i skolen har utviklet seg. Den historiske redegjørelsen tar utgangspunkt i de læreplanene og skolelovene som er beskrevet i kapittel 1.2. Den kontekstuelle analysen danner grunnlag for et nærmere blikk på dagens skriftlige eksamen i kjemi 2. For å tydeliggjøre strukturen og oppbyggingen av eksamen i kjemi etter innføringen av LK06 beskriver jeg også eksamensoppgaver i R94. I siste del av dette kapitlet ser jeg på hvordan kjemifagets hovedområder prøves på eksamen etter innføringen av LK06. Alle deloppgavene i eksamenssettene (vår 2009–vår 2013) er plassert under tilhørende hovedområde, det vil si hvilket hovedområde eleven i hovedsak må bruke kunnskaper fra for å løse oppgaven. I denne masteroppgaven har jeg valgt å konsentrere meg kun om hovedområdene og ikke om de enkelte kompetansemålenes frekvens i eksamensoppgavene.²⁰⁰

3.1 Kontekstuell analyse: Eksamen i kjemi i et historisk perspektiv

Vurdering har lange tradisjoner i skolen, med jesuittene ble karaktersystemet satt i system i skolen for første gang. Jesuittene var en militær organisert katolsk organisasjon og munkeorden som ble grunnlagt i 1540 og som blant annet skulle reformere den katolske kirken. Flere former for karaktersystemer har vært i bruk i skolen, karakterer og ulike former

¹⁹⁹ Lauvås og Jakobsen (2002), side 54–55.

²⁰⁰ I prosessen med å kategorisere eksamensoppgavene under hovedområder oppdaget jeg tendenser til at kompetansemålene i hvert hovedområde ble testet i ulik grad. Dette er ikke beskrevet nærmere, men illustrert i vedlegg 13.

for premiering har blitt brukt både som motiverende og disiplinierende midler gjennom tiden.²⁰¹

Fordi denne masteroppgaven handler om kjemifaget skal jeg i denne kontekstuelle analysen presentere hvordan eksamen i kjemifaget har endret seg i lys av skolelover og læreplaner. Jeg går ikke inn på en historisk oversikt over vurdering i skolen fra jesuittenes tid og til i dag, heller ikke en utgreiing av debatten knyttet til karaktersetting. Dette er utenfor denne oppgavens mål og omfang. En redegjørelse av foregående vurderingspraksis i faget tydeliggjør rammene til dagens eksamensform. Som vi skal se har det ikke alltid vært tradisjon for å eksaminere elevene i kjemifaget og målene i læreplanen har heller ikke alltid vært eneste gjenstand for vurdering.

Som nevnt er den første norske skolelov datert tilbake til 1739 (kap. 1.2). Allerede på 1700-tallet ble det gitt nøyaktige bestemmelser av blant annet eksamen i fag. Jeg starter imidlertid min gjennomgang med Lov om offentlige skoler av 1869, der kjemi var en del av faget «naturvidenskab».

Et tilbakeblikk på vurdering gjennom lover og undervisningsplaner

Lov om offentlige skoler ble vedtatt i 1869 (kap. 1.2) og loven inneholdt et eget kapittel om undervisningen, eksamener og timefordeling. I alle klasser skulle skoleåret avsluttes med en offentlig eksamen. Denne eksamenen var dels skriftlig og dels muntlig, eleven skulle gjøre rede for kunnskaper og ferdigheter som beskrevet i målene for faget. Målet for kjemidelen av faget *naturvidenskab* i realgymnaset var, som nevnt, knapt formulert og inkluderte kun en setning: «kjennskap til det vesentlige av den uorganiske kjemien» (vedlegg 3).²⁰²

Loven av 1896 ble avløst av Lov om høiere almenskoler av 1896. Elevene i gymnaset skulle fortsatt gjennom skriftlige og muntlige årseksamener. Årseksamener ble holdt for elevene i kl. I og kl. II (første og andre klasse i gymnaset). I loven ble det ført hvilke fag som skulle prøves i en skriftlig eksamen (naturfag var ikke en av disse), og muntlige eksamener skulle holdes i hvert fag. Ved endt skolegang skulle eleven avlegge avgangsprøver for å vise at han hadde «nådd den modenhet og tilegnet seg de kunnskaper og ferdigheter som er målet for

²⁰¹ Imsen (2009), side 67, side 345–346.

²⁰² Norge (1869), side 7–10.

undervisningen».²⁰³ Avgangseksamen i gymnasiet fikk betegnelsen *examen artium* og bestått *artium* ga adgang til å bli innskrevet som student ved universitetet. Denne eksamen bestod av en skriftlig del som bestod av to oppgaver i norsk, gjengivelse av et tysk historisk stykke av fortellende innhold, tre eller fire oppgaver i matematikk, og for reallinjen, tre oppgaver i fysikk. Den skriftlige prøven ble utarbeidet sentralt og innbefattet altså ingen kjemiske emner. Den muntlige prøven ble derimot gjennomført for alle fagene i gymnaset. I naturvidenskab skulle elevene etter første klasse i gymnaset ha kjennskap til kjemi og fysiologi med sunnhetslære og etter tredje klasse ha kjennskap til dyrs og planter utvikling samt nærmere kjennskap til fysikken.

Loven av 1935 skilte seg fra de foregående skolelovene, målsettingen for de ulike fagene ble trukket ut av loven og ble heller beskrevet i undervisningsplanen (av 1964, vedlegg 6, kap. 1.2). Loven stadfestet at en avgangseksamen skulle holdes for elevene i gymnaset (*examen artium*) i regi av Undervisningsrådet og undervisningsplanen inneholdt detaljerte eksamenskrav for de ulike fagene. For den muntlige eksamen i kjemi skulle eksaminanden prøves i kjennskaper til de viktigste kjemiske lover, teorier, stoffer og reaksjoner. Eleven kunne samtidig bli pålagt å utføre en demonstrasjon av et elevforsøk fra egen arbeidsbok (eleven måtte legge frem arbeidsbok med rapportering fra minst 20 elevforsøk som han hadde gjort i løpet av skolegangen).²⁰⁴

Med læreplanen av 1976 ble kjemifaget delt i to kjemikurs med egne emnebeskrivelser (kap. 1.2). Det er vanskelig å danne seg en oversikt over hva som ble nedfelt i den nye skoleloven av 1974, men læreplanen hadde egne kapitler hvor vurdering i faget ble beskrevet (vedlegg 7). For begge kurs skulle elevene ha standpunkt karakter på grunnlag av de samlede prestasjoner i faget. I karakteren skulle teoretisk innsikt, aktivt arbeid og praktiske ferdigheter i faget vektlegges. Samtidig skulle det tas hensyn til arbeidsbøker over elevøvinger og rapporter fra arbeider som eleven hadde utført. For tretimerskurset skulle eksaminanden høres i emnene som tilhørte kurset, legge frem rapporter fra praktiske eller teoretiske arbeider, eleven kunne også bli bedt om å foreta en muntlig utredning vedrørende utført arbeid i faget. Eksamen i femtimerskurset kunne være skriftlig eller muntlig. Den muntlige eksamen hadde samme

²⁰³ Norge (1924), side 9, side 26–27, side 49–55.

²⁰⁴ Norge (1935).

rammer som beskrevet for tretimerskurset og prøvde eleven i læreplanens kjernestoff og valgstoff, mens den skriftlige eksamen begrenset seg til oppgaver i læreplanens kjernestoff.²⁰⁵

Skriftlige eksamen i R94

Med Reform 94 (R94) ble nye læreplaner for kjemi (studieretningsfagene 2KJ og 3KJ, kap. 1.2) innført. I læreplanen ble vurdering beskrevet i et eget kapittel som tok for seg vurdering under overskrifter som «Hvorfor vurdering?», «Hva skal vurderes?» og «Hvordan skal vurderingen skje?». Formålet med vurderingen skulle være å skape et godt og likeverdig opplæringstilbud ved å sikre en nasjonal standard i opplæringen. Det ble skrevet at vurderingen kunne ha ulike formål (som blant annet informasjon om elevens progresjon, veiledning og motivasjon), noe som ble ytterligere uttrykt gjennom presisering av to former for vurdering: vurdering underveis og avsluttende vurdering. Læreplanverket R94 var målstyrende, som betyr at den anga mål som eleven skulle jobbe mot. Eleven ble vurdert etter hvilken grad målene ble oppnådd.²⁰⁶ Dette stod i motsetning til læreplanen av 1950 (gjeldende etter lov av 1935, også gjeldende etter lov av 1964, kap. 1.2), hvor den muntlige eksamen skulle prøve elevene i kjemi i det omfang som ble gitt av læreboka.²⁰⁷

Det skulle gis en standpunkt karakter i begge studieretningsfag på grunnlag av elevens kunnskaper og ferdigheter i faget. Elevene i 2KJ kunne trekkes ut til en muntlig eksamen med eksperimentelt innslag (utarbeidet lokalt) og elevene i 3KJ kunne trekkes ut til en skriftlig (utarbeidet sentralt) og/eller en muntlig eksamen med praktisk innslag (lokalgitt eksamen).²⁰⁸ Samtidig som ny læreplan for 2KJ og 3KJ forelå i 1996 ble det utarbeidet to eksempelsett som viste hvordan det ble tenkt at eksamensoppgavene skulle utformes.²⁰⁹

²⁰⁵ KUD (1976).

²⁰⁶ Martinsen og Martinsen (2000), side 3–5.

²⁰⁷ KUD (1950).

²⁰⁸ KUF (1996).

²⁰⁹ Martinsen og Martinsen (2000), side 3–5. De to eksempelsettene som ble utgitt i forbindelse med innføringen av R94 er nokså ulike i oppbygging og i årene som fulgte ble strukturen fra eksempelsett 1 videreført. Eksempelsett 1 bestod av fire oppgaver som i utgangspunktet skulle vektas likt. Kandidaten fikk en valgmulighet, i siste oppgave ble det gitt to alternative problemstillinger hvor kun det ene skulle velges. Eksempelsett 2 hadde fem oppgaver hvor kandidaten i to av oppgavene kunne velge mellom to problemstillinger. I dette eksempelsettet ble det gitt en prosentdel på hver oppgave som en pekepinn til kandidaten om

Første eksamen under R94 ble gjennomført våren 1999.²¹⁰ Eksamenstiden var satt til fem timer og tillatte hjelpemidler var «Tabeller i kjemi» og lommeregner med grafisk vindu. Det ble gitt fire oppgaver med en valgmulighet på den siste oppgaven.

De neste års eksamener fulgte samme oppsett når det gjaldt rammer for eksamen (tid og hjelpemidler) og når det gjaldt antall oppgaver og vektning av dem (med unntak av høsten 2000 hvor det ble gitt alternative problemstillinger på to av oppgavene, på oppgave 2d og oppgave 4).²¹¹ I 2003 ble det gjort endringer når det gjaldt tillatte hjelpemidler på eksamen, denne prøveordningen ble gjeldende fra våren 2004 og til innføringen av LK06. Gjennom rundskriv LS-34-2003 ble det bestemt at kandidaten kunne ta med seg 20 A4-sider med egenskrevne notater. Disse notatene skulle være en *oppsummering av egenprodusert lærbok* (lærbok er noe eleven selv skulle lage og reflektere elevens arbeid i faget).²¹² Det kan virke som at forsøket med at eleven fikk bruke hjelpemidler på eksamen ble godt mottatt. Denne ordningen ble videreutviklet i første eksamen under Kunnskapsløftet.

Dagens skriftlig eksamen

I likhet med R94 har LK06 egne kapitler i læreplanene for fagene som beskriver vurdering (vedlegg 9). I programfagene kjemi 1 og kjemi 2 skal elevene ha standpunkt karakterer som skal settes på grunnlag av måloppnåelse av læreplanens kompetansemål. Som for R94, kan elevene i kjemi 1 trekkes ut til en muntlig-praktisk eksamen som utarbeides og sensureres lokalt, og elevene i kjemi 2 kan trekkes ut til en muntlig-praktisk eksamen eller en skriftlig eksamen som utarbeides og sensureres sentralt.²¹³ Første skriftlige eksamen i programfaget kjemi 2 ble avholdt våren 2009 og i løpet av årene 2009–2012 hadde nesten 10 000 elever avlagt en slik eksamen i faget (figur 3.1.1).

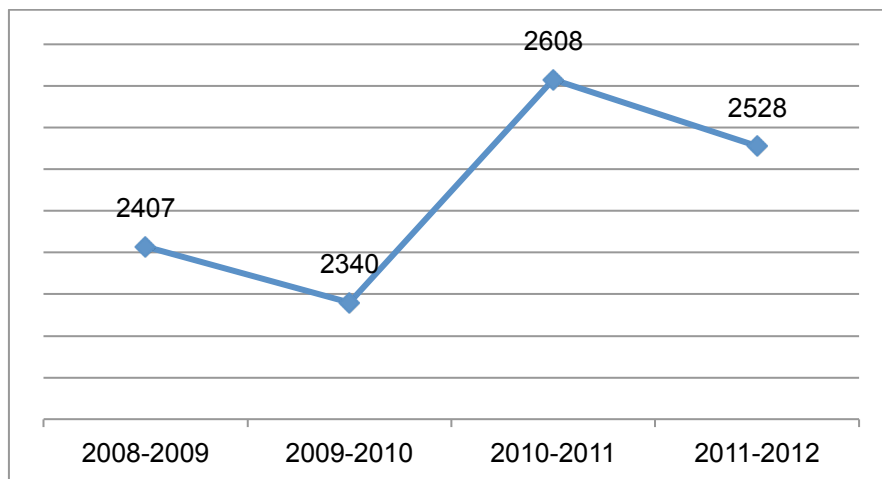
hvordan oppgavene skulle telle i vurderingen (selv om det ble påpekt at det var helhetsvurderingen av besvarelsen som skulle avgjøre karakteren).

²¹⁰ Martinsen og Martinsen (2000); Martinsen og Martinsen (2002); Martinsen og Martinsen (2005); Berre (2007).

²¹¹ Martinsen og Martinsen (2000); Martinsen og Martinsen (2002); Martinsen og Martinsen (2005); Berre (2007).

²¹² Læringscenteret (2003); NOU (2003: 16).

²¹³ Udir (2006).



Figur 3.1.1. Antall elever som har avlagt eksamen i kjemi 2 etter innføring av LK06 (2008–2012).²¹⁴

Det ble gjort flere endringer i eksamenssettene struktur etter innføringen av Kunnskapsløftet. Den skriftlige eksamen består nå av to deler som har ulike retningslinjer. Under del 1 får ikke eleven lov til å bruke hjelpemidler, etter to timer skal denne delen leveres inn og eleven får bruke alle skriftlige hjelpemidler på del 2, som skal leveres etter 5 timer. Disse to delene er også ulike når det gjelder oppgavetyper.²¹⁵

I del 1 prøves kandidatens basiskunnskaper i kjemi. Alle kompetansemål i læreplanen kan prøves, del 1 dekker også kompetansemål som det ikke spørres om i del 2. Del 1 har to oppgaver. Oppgave 1 består i dag av 20 flervalgsoppgaver med fire svaralternativer hvorav ett er riktig. På eksamen gitt høsten 2011 ble for eksempel elevene spurt om hvilke stoffer som kan gi en buffer. Svaralternativene som ble presentert var: «NaOH og HCHO», «NaOH og CH₃OH», «NaOH og CH₃NH₂» og «NaOH og HCOOH».²¹⁶ For eksamenssettene gitt i 2009 og 2010 hadde oppgave 1 i tillegg to–fire oppgaver som var bygd opp av påstander som skulle klassifiseres som rette eller gale. Oppgave 2 er en kortsvarsoppgave (som er delt i mindre deloppgaver). Figur 3.1.2 viser et eksempel på en deloppgave fra oppgave 2, høsten 2011. I del 2 skal elevene svare på oppgaver som er av mer utfordrende art. I eksamenssettene gitt i 2009 bestod denne delen av tre oppgaver hvor eleven skulle velge to. Fra 2010 bestod del 2 av

²¹⁴ Tallene er hentet fra Udir (2013a). Jeg har ikke funnet noen oversikt over antall kandidater som har avlagt eksamen i Kjemi 1, eller antall kandidater som har avlagt muntlig eksamen i Kjemi 2.

²¹⁵ Udir (2013b). Informasjon om eksamenssettene oppbygging er hentet fra eksamensveiledningen for 2013, og også generelt fra alle eksamenssett gitt etter innføringen av Kunnskapsløftet.

²¹⁶ Udir (2011f), side 24.

tre oppgaver som var delt opp i mindre underoppgaver og alle skulle løses. For eksempel på oppgave gitt i del 2, se figur 3.1.3.

Kirsten Fiskum, fagansvarlig for skriftlig eksamen i naturfagene på Vg3, opplyser at en egen eksamensnemnd som er utnevnt av Undervisningsdirektoratet lager oppgaver til eksamenssettene.²¹⁷ Læreplanen er grunnlaget for all vurdering i faget, og gruppen jobber ut i fra læreplanen. Hvordan gruppen jobber med å utforme oppgaver til eksamenssettene varierer, men det er alltid flere personer som har vurdert de oppgavene som kommer på trykk. I nemda sitter det vanligvis tre–fire stykker hvor de fleste er lærere som underviser i faget (også andre fagpersoner som kjenner faget kan være involvert, men det er ønske fra direktoratets side om at det skal være et flertall av lærere i gruppen).

For skriftlig eksamen i kjemi 2 er det blitt utarbeidet egne kjennetegn på måloppnåelse som skal brukes som et verktøy i vurderingen. Kjennetegn på måloppnåelse grupperes i de tre «kompetanseområdene»: «kjemiske fenomener», «kvalitative og kvantitative vurderinger» og «eksperimenter». For hver av disse områdene er det utarbeidet egne kjennetegn som beskriver karakterer. For eksempel står det i beskrivelsen av karakterene 5 og 6 under «kvalitative og kvantitative vurderinger» at eleven kan:

- drøfte mer kompliserte kjemiske sammenhenger og problemer
- gjøre forutsetninger, antagelser og forenklinger og drøfte konsekvenser av ulike forutsetninger
- vise stor grad av sikkerhet i utregninger
- presentere løsninger på en sammenhengende, klar og oversiktlig måte i et faglig presist språk²¹⁸

Innledningsvis i hver eksamensoppgave oppgis det hvordan del 1 og del 2 vektet i den totale vurderingen. Vektingen av oppgavene i eksamen gitt våren 2009 og høsten 2009 var ulik de senere års eksamener. For disse skulle del 1 og del 2 vektet henholdsvis 50 % hver. I dag vektet kandidatens besvarelse på del 1 omtrent 40 % av den totale vurderingen og del 2 vektet omtrent 60 %. Hvordan hver enkelt oppgave vektet i eksamenssettene beskrives nærmere i neste delkapittel. Som nevnt jobber eksamensnemda ut i fra læreplanen når de skal utforme eksamensoppgaver og hver oppgave kan knyttes til ett eller flere av læreplanens kompetansemål. I dokumentanalysen, som presenteres i neste delkapittel, er hver oppgave i

²¹⁷ Kirsten Fiskum, personlig meddelelse, 18.02.14.

²¹⁸ Udir (2013b), side 5.

eksamenssettene fra våren 2009 til våren 2013 gjennomgått med tanke på hvilket hovedområde de tester elevene i, samtidig har jeg sett på hvordan hver av disse oppgavene vektet i den totale vurderingen. Dette skal besvare i hvilken grad læreplanens hovedområder prøves på den skriftlige eksamen i kjemi 2.

Oppgave 2

a) Organiske reaksjoner

1) Ved ulike reaksjonsbetingelser vil 2-brom-propan enten inngå i en eliminasjonsreaksjon eller en substitusjonsreaksjon.

Fullfør disse reaksjonslikningene:

Substitusjon: 2-brom-propan + OH⁻(aq) →
Eliminasjon: 2-brom-propan + OH⁻(i etanol) →

2) Ved eliminasjon av vann fra pentan-2-ol (figur 7) kan det bli dannet tre mulige produkter. Tegn strukturformel for hvert av de tre produktene.

The diagram shows the skeletal structure of pentan-2-ol: a horizontal chain of five carbon atoms. The first carbon is bonded to three hydrogens. The second carbon is bonded to one hydrogen (top) and one hydroxyl group (OH, bottom). The third carbon is bonded to two hydrogens (top and bottom). The fourth carbon is bonded to two hydrogens (top and bottom). The fifth carbon is bonded to three hydrogens. Three arrows point from the right side of the structure to labels: 'Produkt 1' (top arrow), 'Produkt 2' (middle arrow), and 'Produkt 3' (bottom arrow).

Figur 7

Figur 3.1.2. Oppgave 2a, eksamen i kjemi 2 høsten 2011. Figuren viser et eksempel på hvordan en kortsvaroppgave er utformet på eksamen i kjemi 2. Denne type oppgave skal besvares uten bruk av hjelpemidler og gis på del 1 av eksamen.²¹⁹

²¹⁹ Udir (2011f), side 29.

Oppgave 3

Kanelsyre finnes i krydderet kanel, men brukes også til syntese av luktstoffer til parfyme.

Kanelsyre kan framstilles på laboratoriet fra benzaldehyd (fenylmetanal) og propan-1,3-disyre. Reaksjonen kan skrives slik:



- Det blir dannet to isomere former av kanelsyre. Det er bare den ene isomeren som lukter kanel. Tegn strukturformelen for begge isomerene slik at forskjellen mellom dem tydelig vises. Forklar hva forskjellen består i.
- Du framstiller kanelsyre fra 20 g benzaldehyd. Utbyttet i syntesen er 12 g kanelsyre. Beregn utbyttet av kanelsyre i prosent av det teoretisk mulige.
- Benzaldehyd er ofte forurenset av benzosyre. Vurder om destillasjon kan være en egnet metode for å fjerne benzosyre fra benzaldehyd.
- Skriv reaksjonslikning for en kondensasjonsreaksjon som kanelsyre kan inngå i.
- Vurder om kanelsyre kan brukes til å lage en polyester.
- Tegn strukturformel til produktet du får når I₂ blir addert til kanelsyre. Forklar hvor mange stereoisomerer det finnes av denne forbindelsen.

Figur 3.1.3. Oppgave 3, eksamen i kjemi 2 høsten 2011. Dette er et eksempel på en oppgave som gis på del 2 av eksamen og kan løses ved hjelp av skrevne hjelpemidler.²²⁰

3.2 Eksamensoppgaver i kjemi 2 og hovedområdene

Eksamensoppgaver i skolen har vært studert i flere prosjekter. I sin masteroppgave så Lene Grøterud Leer på hvordan intensjonen i læreplanen samsvarte med eksamensoppgavene i matematisk problemløsning i grunnskolen. Hun viste at et sterkt fokus på problemløsning i læreplanen ikke ble gjenspeilet i eksamensoppgavene.²²¹ Også Carl Angell og Svein Lie fant et misforhold mellom fagplanen og eksamensoppgaver i sin studie av fysikkeksamen (3FY).

Angell og Lie har studert eksamensoppgaver i 3FY og funnet ut at særlig temaene, kulturarv, historisk utvikling og filosofisk tenkning, hadde blitt prøvd i svært liten grad ved eksamen i faget. Angell og Lie konkluderer samtidig med at fordi eksamen styrer undervisningen i så sterk grad, betyr dette at den historisk–filosofiske dimensjonen ved faget «får svært liten plass

²²⁰ Udir (2011f), side 32.

²²¹ Leer (2009).

og/eller betydning» og at temaet må inn som eksamensstoff for at det skal bli tatt alvorlig.²²² Som nevnt i innledningen i oppgaven har også lignende analyser blitt utført på læreplanen i kjemi.

Analyse av prosentvis fordeling av hovedområdene i eksamensoppgaver

I Andersens eksamensbesvarelse fra 2011 hevder hun at ikke alle hovedområdene i læreplanen prøves i den skriftlige eksamen i kjemi 2.²²³ I min analyse av eksamensoppgaver i kjemi 2 vil jeg følge opp Andersens arbeid nærmere. Mens Andersen har sett på læreplanens kompetansemål og *talt* hvor mange eksamensoppgaver som prøves i hvert eksamenssett, ser jeg på *den prosentvise* fordelingen av hvert hovedområde, slik de skal vektes i den totale vurderingen. Dette mener jeg gir et bedre bilde av hovedområdenes representasjon i eksamensoppgavene da det er forskjell på hvordan en deloppgave på del 1 og del 2 på eksamen skal vektes.

Analysen skal besvare hvilket omfang hovedområdene prøves ved skriftlig eksamen i kjemi 2. Samtidig har jeg valgt å bruke det egenkonstruerte analyseverktøyet (som ble anvendt på læreplanen i faget; kap. 1.3) for å diskutere typen av oppgaver som gis på eksamen til hovedområdet Forskning. Taksonomier kan brukes for å klassifisere oppgaver som brukes i undervisningen, så vel som på læreplanen. Tonje Tomine Seland Olsen har blant annet har brukt Blooms taksonomi for å si noe om nivået på flervalgsoppgaver i programfaget biologi 2 i sin masteroppgave.²²⁴

Metode og resultater

Datagrunnlag i denne studien er eksamenssett som er gitt i kjemi 2 fra våren 2009 til våren 2013.²²⁵ Oppgavene i eksamenssettene ble studert og sammenholdt med læreplanen i faget for å plassere hver oppgave under det kompetansemålet, og hovedområdet, som oppgaven var

²²² Angell og Lie (1990), side 5, side 8, side 37.

²²³ Andersen (2011).

²²⁴ Olsen (2009).

²²⁵ Udir (2009a); Udir (2009b); Udir (2010a); Udir (2010b); Udir (2011f); Udir (2011g); Udir (2012a); Udir (2012b); Udir (2013c).

formulert med utgangspunkt i. Oppgavene ble kategorisert etter første bokstav i hovedområdet og et siffer, for eksempel ble oppgaver som dekket første kompetansemål under Forskning kategorisert slik: «F1».

Alle flervalgsoppgaver og kortsvaroppgaver har sin egen tittel som peker på hvilket hovedområde de hører inn under (se figurene 3.2.1, 3.2.2 og 3.2.3), samtidig ble det sett på hvilket kompetansemål de dekket. For eksempel ble oppgave 1f fra eksamen gitt våren 2013 (figur 3.2.1) plassert under hovedområdet Analyse da overskriften (og problemformuleringen) peker til dette hovedområdet. Oppgaven fikk koden «A1», da denne deloppgaven dekker det første kompetansemålet gitt under Analyse. Et eksempel på en oppgave fra hovedområdets Forsknings fjerde kompetansemål (målet sier at eleven skal kunne «gi eksempler på forklaringsmodeller som ikke er forenelige med kjemiens forklaringer») finnes i oppgave 5c1, våren 2010. Her gjengis en artikkel hvor kandidaten skal vurdere om det er hold i en artikkeloverskrift og oppgaven fikk koden «F4». Noen oppgaver dekket flere kompetansemål. Oppgave 3f, høsten 2010, formulerer at eleven skal gi en beskrivelse av framgangsmåte for å lage en bufferløsning og det skal også oppgis utstyr og kjemikalier (med navn, kjemisk formel og mengde). Denne oppgaven ble plassert halvveis under hovedområdet Analyse (buffer føres i fjerde kompetansemål i Analyse) og halvveis under hovedområdet Forskning, da oppgaveteksten forutsetter at eleven skisserer elementer som hører hjemme i en forsøksrapport (kompetansemål nummer to i Forskning omhandler rapportskrivning). Denne oppgaven fikk derfor koden «A4/F2». Noen oppgaver var problematisk å plassere, blant annet flervalgsoppgaver som omhandlet teoretisk utbytte. I flere av eksamenssettene ble det spurt spesifikt etter dette, et tema som ikke nevnes eksplisitt i læreplanen. Dette er dessuten hovedsakelig noe elevene lærer i kjemi 1. Ved å bruke titlene i oppgavene ble de plassert under riktig hovedområde og det kompetansemålet som lå nærmest formuleringen i oppgaven. Oppgave 1m, våren 2012 (figur 3.2.2), som omhandlet teoretisk utbytte, ble for eksempel plassert under O1.

f) UORGANISK ANALYSE

Du har et grønnfarget salt som du tror inneholder nikkellioner.

Hvilken reagens bør du tilsette for å undersøke om saltet inneholder nikkellioner?

- A. Dimetylglyksimløsning
- B. 2,4-dinitrofenylhydrazinløsning
- C. Stivelsesløsning
- D. HCl-løsning

Figur 3.2.1. Oppgave 1f, del 1, eksamen i kjemi 2 våren 2013. Figuren viser eksempel på en oppgave som hører til hovedområdet Analyse, kompetansemål nummer 1 («Mål for opplæringen er at eleven skal kunne påvise metaller i legeringer og ioner i salter og gjøre rede for resultatene») og som derfor fikk koden «A1».²²⁶

m) Organisk syntese

160 g metan (CH_4) reagerer med klor og gir ca. 250 g klormetan (CH_3Cl). Utbyttet av klormetan regnet i prosent av teoretisk mulig utbytte er om lag

- A. 50 %
- B. 62 %
- C. 90 %
- D. 100 %

Figur 3.2.2. Oppgave 1m, del 1, eksamen i kjemi 2 våren 2012. Figuren viser et eksempel på en oppgave som var problematisk å plassere under tilhørende hovedområde. Oppgaven spør om teoretisk utbytte, et tema som ikke er ført i læreplanen for faget. Slike oppgaver ble plassert under hovedområde ved hjelp av overskriften. Overskriften i denne oppgaven peker mot hovedområdet Organisk kjemi 2 og ble plassert under kompetansemål nummer 1.²²⁷

Hvordan hvert hovedområde er vektlagt i eksamensoppgavene ble beregnet ut fra hvordan sensorer skal vekte besvarelsene. Som nevnt, oppgis det innledningsvis i eksamenssettene hvordan del 1 og del 2 av eksamen skal vektas av totalvurdering. Jeg har også brukt vurderingsskjemaer som sensorene har benyttet seg av. Slike sensorskjemaer viser hvordan reliabiliteten i eksamen er ivaretatt. I disse fremkommer det hvordan de ulike oppgavene på eksamen vektas i forhold til den totale vurderingen.²²⁸ I eksamenssettene gitt våren 2009 og

²²⁶ Udir (2013c), side 25.

²²⁷ Udir (2012a), side 26.

²²⁸ Disse vurderingsskjemaene har jeg funnet på udir.no. Selv om jeg kun har funnet slike skjema for eksamen gitt våren 2012 og våren 2011 går jeg ut i fra at samme (eller tilnærmet

høsten 2009 skulle del 1 og del 2 vektes med henholdsvis 50 % hver. For disse settene bestod del 2 av tre oppgaver hvor elevene skulle velge to av dem. I analysen har jeg vektet hver av disse oppgavene med 25 %. Eksamenssettene gitt våren 2010–våren 2013 vektet del 1 med 40 % og del 2 med 60 %. I disse settene ble det gitt tre oppgaver på del 2, hvor alle skulle besvares og som vektes med 20 % hver. Tabell 3.2.1 viser en oversikt over hvordan hver oppgave vektes i henhold til eksamensoppgavene som gis i dag.

Tabell 3.2.1. Prosentvis vekting av de ulike oppgavene i den totale vurderingen ved skriftlig eksamen i kjemi 2 (gjelder fra våren 2010).

	Del 1 (40 %)		Del 2 (60 %)		
Oppgave	1	2	3	4	5
Vekting (av totalvurdering)	20 %	20 %	20 %	20 %	20 %

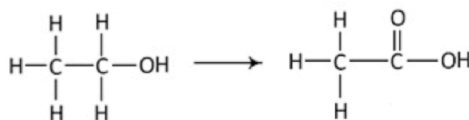
Et eksempel på vektingen gis gjennom oppgave 2a fra eksamen 2013 (figur 2.3.3). Denne oppgaven er tredelt (2a1, 2a2 og 2a3) og alle deloppgaver ble plassert under O1. I oppgave 2 vil riktig svar på oppgave 2a telle 5 % av den totale vurderingen, fordi oppgave 2 teller 20 % av den totale vurderingen og totalt har 12 deloppgaver. For en fullstendig oversikt over hvilke kompetansemål eksamensoppgavene dekker og vekting på de ulike settene, se vedlegg 13.

lik) vekting av oppgaver ble gjort for eksamenssett gitt tidligere og senere. For vurderingsskjema for våren 2012, se: http://www.udir.no/Upload/Eksamen/Videregående/V12/Sensorveiledninger/24_Mai/Vurderingsskjema_REA3012_Kjemi_2_V2012.xls

Oppgave 2

a) ORGANISKE REAKSJONER

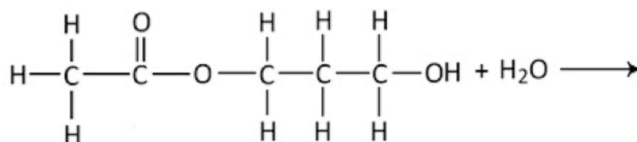
- 1) Forklar hva slags reaksjonstype den ubalanserte reaksjonen i figur 8 viser.



Figur 8

- 2) Bruk strukturformler og skriv reaksjonslikning for eliminasjon av vann fra propan-2-ol.
- 3) Reaksjonen som er vist i figur 9, er hydrolyse av en ester.

Skriv strukturformel på de to produktene som blir dannet i denne reaksjonen.



Figur 9

Figur 3.2.3. Oppgave 2a, del 1, eksamen i kjemi 2 våren 2013. Figuren viser eksempel på en oppgave fra hovedområdet Organisk kjemi 2, kompetansemål 1 (O1). Oppgave 2 er (i dette eksamenssettet) delt i 12 oppgaver. Oppgave 2 teller 20 % av den totale vurderingen og oppgave 2a1–2a3 ble vektet med 5 % under O1.²²⁹

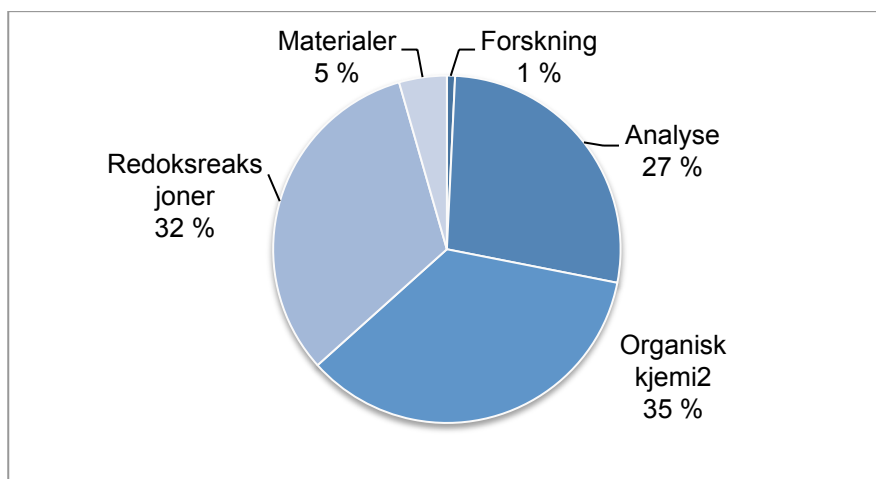
Hvilke hovedområder testes i størst grad på eksamen?

Resultatene viser at visse hovedområder favoriseres på eksamen (figur 3.2.4).

Hovedområdene Analyse, Organisk kjemi 2 og Redoksreaksjoner blir det spurt om på alle eksamener og i flere oppgaver. Hovedområdet Materialer blir det spurt lite om og hovedområdet Forskning prøves i svært liten grad. I Kirstens Fiskums masteroppgave (fra 1995) ble innholdet i eksamensoppgaver gitt i 3KJ kartlagt i forhold til fagplanens intensjoner og retningslinjer for faget. Hun viste at i løpet av en tiårsperiode (1985–1995) hadde det blitt

²²⁹ Udir (2013c), side 32.

gitt spørsmål knyttet til alle punkter i læreplanens emneliste en eller annen gang til eksamen i faget.²³⁰

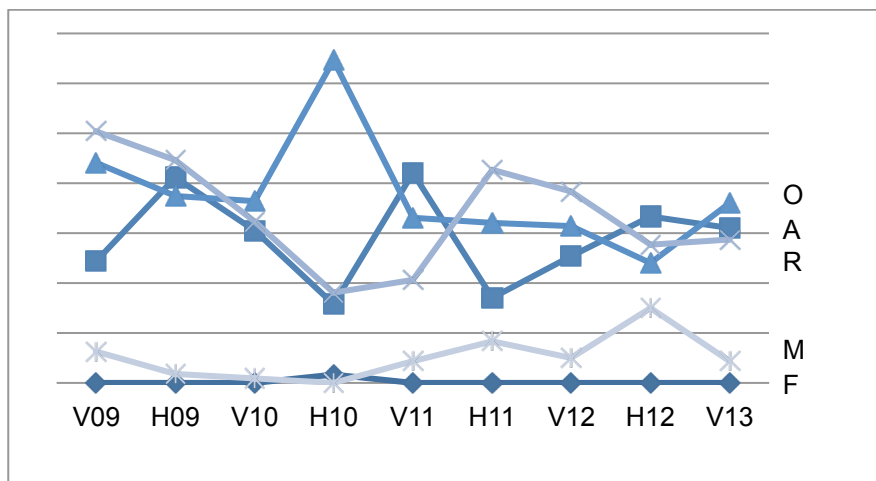


Figur 3.2.4. Prosentvis fordeling av hovedområder i oppgaver på den skriftlige eksamen i kjemi 2 (vår 2009–vår 2013).

Min analyse viste at hovedområdenes representasjon varierer mellom eksamenssettene (figur 3.2.5). Selv om tre av hovedområdene kan betegnes som store i min analyse om en ser alle sett under ett, er det variasjoner fra år til år. For årene 2009–2011 ser det ut som at når ett av de store hovedområdene har en nedgang på eksamen har de andre to en oppsving, hvilket ikke er unaturlig. I 2011 ble det gitt flere oppgaver fra Materialer på eksamen, med følge av færre oppgaver fra Analyse. Høsten 2012 hadde Materialer en topp og «de tre store hovedområdene» hadde en samlet nedgang, spesielt ble det færre oppgaver fra Organisk kjemi 2 og Redoksreaksjoner. Det ble spurt lite fra hovedområdet Forskning i alle eksamenssettene (figur 3.2.4; figur 3.2.5). Fiskums masteroppgave viste at det også var store årlige variasjoner i hvilke emner som ble testet ved den skriftlige eksamen under læreplanen av 1985 (revidert utgave av læreplanen av 1976, kap. 1.2).²³¹

²³⁰ Fiskum (1995), side 41, side 45.

²³¹ Fiskum (1995), side 43.



Figur 3.2.5 Variasjoner i den prosentvise fordelingen av hovedområdene i oppgaver på den skriftlige eksamen i kjemi 2 (vår 2009–vår 2013). I figuren brukes F for Forskning, A er Analyse, O er Organisk kjemi 2, R er Redoksreaksjoner og M er Materialer.

Fiskum – som nå er seniorrådgiver i Utdanningsdirektoratet og fagansvarlig for skriftlig eksamen i naturfagene på Vg3 – sier at fagets læreplan bør dekkes best mulig gjennom den skriftlige eksamen.²³² Selv om det kan være slik at en eksamen ikke kan dekke hele læreplanen, så bør hele læreplanen representeres på eksamen over tid. Resultatene av min studie viser derimot at det ikke er slik i praksis. LK06 er relativt ny, noe som kan være én årsak. I det følgende skal jeg se på andre mulige forklaringer på resultatene.

Forskning

Forskning kom inn som hovedområde i LK06. Selv om temaet ikke er «nytt» innen fagfeltet kjemi kan det oppleves som nytt i skolefaget. På en side kan kanskje dette være en årsak til at det spørres lite fra Forskning på eksamen. En kan ikke bruke gamle oppgaver som mal og det kan være vanskelig å vite hva man kan forvente av elevene. På en annen side kan ikke dette alene være årsaken til lav frekvens i eksamensoppgavene. Kompetansemålet som omhandler tolkning av ¹HNMR-spektre og massespektre (i hovedområdet Analyse) er også nytt i læreplanen, og dette målet testes i relativt stor grad på eksamen (vedlegg 13).

Kanskje emnet Forskning kan oppfattes som abstrakt og et tema som det er vanskelig å prøve elevene i. I hovedområdet Forskning skal eleven kunne finne frem til og presentere eksempler på aktuell kjemirelatert forskning, publisere rapporter, drøfte hvordan man kan sikre at

²³² Kirsten Fiskum, personlig meddelelse, 18.02.14.

forskning er etisk forsvarlig, gjøre rede for trekk ved vitenskapelig metode i kjemi og gi eksempler på forklaringsmodeller som ikke er forenlig med kjemiens forklaringer.

I dokumentanalysen ble det ikke funnet noen flervalgsoppgaver (del 1 av eksamen) i settene hvor elevene må bruke kunnskaper fra Forskning. Men en kan argumentere for at hovedområdet ligger bak mange av oppgavene som faller under andre hovedområder i denne studien. I flervalgsoppgavene i alle eksamenssett finnes det eksempler på at elevene må tolke resultatene fra forsøk som beskrives, og en kan dermed si at hovedområdet er inkludert i flervalgsoppgavene, selv om det ikke prøves direkte. I naturfag gis flervalgsoppgaver på skriftlig eksamen direkte knyttet til hovedområdet Forskerspiren. Dette hovedområdet minner om kjemifagets Forskning og viser at det er mulig å lage flervalgsoppgaver til området.²³³

I kortsvarsoppgavene (oppgave 2, del 1) i kjemi 2 kan man også si at elevene ikke direkte testes i læreplanmålene fra hovedområdet, men man kan hevde at noen kortsvarsoppgaver også inneholder elementer fra Forskning. Et eksempel finner vi i oppgave 2a våren 2010. I oppgaven skal elevene tegne en skisse av apparatur og forklare hvordan destillasjon skal gjennomføres. Figur og framgangsmåte er momenter som ofte er med i en forsøksrapport og rapportskrivning er en del av hovedområdet Forskning. Likevel er det nok ikke elevens kompetanse i Forskning som prøves, men elevens kompetanse i Organisk kjemi 2 (hvor kompetansemålet som omhandler destillasjon hører til).

Gudveig Åmdal, leder for eksamensnemda i kjemi, sier at det har vært et mål å lage oppgaver hvor eleven skal vurdere om det er hold i en tekst hvert år, men at det har vist seg å være utfordrende.²³⁴ Eksempel på at eleven skal vurdere om det er hold i en forklaring og oppgaver der eleven skal bruke elementer fra forsøksrapporten er gitt tidligere. På del 2 i noen eksamener prøves altså Forskning, men i svært liten grad. De nevnte kompetansemålene er de eneste fra Forskning som har blitt prøvd til eksamen.

Det er kanskje vanskelig å utforme oppgaver til eksamens del 2 som går på kompetansemålet som sier at eleven skal finne frem til og presentere kjemirelatert forskning. Lærebøkene har gode beskrivelser og mange eksempler på forskning, og fare for ren avskrift fra læreboka er

²³³ Naturfag.no (hentet 2013); Udir (2013f). Skriftlig eksamen i naturfag har blitt gjennomført for privatister (naturfag for studieforberedende utdanningsprogram). Denne eksamen består av flervalgsoppgaver som skal dekke alle hovedområder. Fra våren 2014 blir denne type eksamen avviklet og erstattet av en praktisk–muntlig eksamen også for privatister.

²³⁴ Gudveig Åmdal, personlig meddelelse, 03.01.14. Åmdal uttrykker at hennes uttalelser er hennes personlige meninger.

kanskje stor. Åmdal sier at eksamensnemnda ser på lærebøkene når de utformer eksamensoppgaver og er bevisste på hva som står der. Likevel hadde det nok vært mulig å lage en kortsvarsoppgave hvor eleven får i oppgave å beskrive relevant forskning. Samtidig fører kompetansemålet at eleven skal «finne frem til» forskning, noe som det kan være vanskelig å tolke betydningen av. Får eleven i oppgave å beskrive relevant forskning kan man hevde at det da ikke er kompetansen «finne frem til» som prøves, men elevens kompetanse i å beskrive. Ordleggingen i målet medfører at det kanskje også er naturlig at eleven skal «finne frem» til noe på egen hånd. Det oppstår da et spørsmålet om hvordan dette kan måles til eksamen. Et av målene med LK06 var at alle kompetansemål skulle være formulert som demonstrerbare kompetanser, noe som innebærer at kompetansemålene skal være utformet slik at de kan være gjenstand for vurdering. Kanskje det er vanskelig å måle kompetanser som *finne frem til* forskning og *publisere* rapporter. Samme problem kan nok oppstå i det eleven skal vise at han er i stand til å «gi eksempler på forklaringsmodeller som ikke er forenlige med kjemiens forklaringer». Selv om dette kompetansemålet er blitt prøvd til eksamen kan det samme hevdes her; at det ikke er elevens kompetanse i å gi eksempler som måles, men elevens evne til å finne feil i den forklaringen som oppgaven oppgir.

Et annet kompetansemål i hovedområdet omhandler drøfting av etisk forsvarlighet i forskning. Dette er et kompetansemål som ikke er blitt testet til eksamen, men som muligens kunne gitt opphav til en diskusjons- eller drøftingsoppgave. Kanskje slike diskusjonsoppgaver ikke gis da det er liten tradisjon for drøfting i kjemifaget. Lykknes og Arnesen viser at det gis få oppgaver som utfordrer elevene til drøftinger eller utgreiinger i naturfagsbøker på 8. trinn. Dette til tross for at læreplanen i naturfag fører at det er viktig at eleven bruker fagkunnskapen til å argumentere for egne vurderinger.²³⁵ Den naturfaglige teksten, som elevene får kjennskap til i faget, er preget av en passiv form, et kort og konsist språk og en spesiell setningsoppbygging. Dette står nok i motsetning til skriving gjennom drøftinger og refleksjoner.²³⁶ Sensorer har muligens også liten erfaring med å vurdere drøftingsoppgaver, det er vanskelig å sette en fasit for riktig svar og vurderingene vil ikke lenger være preget av en objektivitet og standardisering. Åmdal uttrykker at reliabilitet og validitet er viktig for henne når oppgaver skal utformes.

²³⁵ Lykknes og Arnesen (2008).

²³⁶ Halliday og Martin (1993), side 167–168.

De få oppgavene som i denne studien er vurdert å høre til hovedområdet Forskning viser at det er gjennomførbart å lage oppgaver fra hovedområdet. En analyse av en oppgavetype som gis til eksamen ved hjelp av den egenutviklede taksonomien (som ble brukt på læreplanen) gir oss et bilde på hva som kreves av eleven for å løse oppgaver som er gitt i Forskning.

At eleven skal vurdere om en tekst er i tråd med kjemiens forklaringer ble gitt i oppgave 4a høsten 2011. Oppgaven gir opplysninger om fluor, natriumfluorid og fluor i drikkevann i en faktaboks. Eleven får opplyst at innholdsfortegnelsen til fluortannkrem og tannskyllevæsker viser at produktene inneholder natriumfluorid. Oppgaveteksten lyder som følger: «Forklar med utgangspunkt i dette om det er *kjemisk korrekt* å bruke betegnelsen 'fluor i tannkrem'». ²³⁷

For å kunne avgi et svar på oppgaven må eleven tolke det som står i faktaboksen og trekke ut relevant informasjon. Eleven må forstå at det er en forskjell på *fluor* (F_2) og fluorid (F^-), at tannkrem ikke inneholder fluor, men fluorid og at innholdsfortegnelsen derfor er ukorrekt.

Eleven må altså bruke kunnskaper i faget, tolke, organisere og analysere en tekst. Dette peker på den midterste kunnskapsklassen (kap. 1.3). Samtidig må eleven vurdere opplysningene som er gitt i oppgaven i forhold til fagkunnskapene. Formuleringen i oppgaven peker på at eleven må begrunne svaret, sensor godtar trolig ikke et svar i form av «ja» eller «nei», noe som svarer til den høyeste kunnskapsklassen. Totalt sett vurderer jeg denne oppgaven som å ligge på et middels/høyt nivå når det gjelder de kognitive prosessene. Dersom ordlyden i oppgaven hadde vært omformulert slik at eleven i tillegg måtte foreslå en *kjemisk korrekt* tekst, hadde oppgaven oppfylt det høyeste nivået i større grad. I denne oppgaven hadde det for eksempel vært mer korrekt å si at tannkrem inneholder fluorid.

Den taksonomiske bestemmelsen viser altså at eleven prøves på et relativt høyt kognitivt nivå. En drøftingsoppgave hadde også pekt på et høyt nivå, det er derfor overraskende at det ikke gis flere oppgaver til hovedområdet på eksamen.

Materialer, Analyse, Organisk kjemi 2 og Redoksreaksjoner

Materialer er det andre hovedområdet som i liten grad testes, det kan imidlertid være vanskelig å se årsaker til dette. Materialer har ikke samme metaperspektiv som Forskning. I opplæringen skal eleven blant annet bli kjent med noen syntetiske polymerer og

²³⁷ Udir (2011g).

nanomaterialer. De skal beskrive kjemisk struktur, egenskaper og tilsatsstoffer til noen syntetiske polymerer. De skal kunne gi eksempler på nanomaterialer, hvordan nanomaterialer fremstilles, bruksområde og særtrekk. De skal også vurdere miljømessige konsekvenser ved produksjon og deponering av materialer.

Det kan kanskje være utfordrende å lage oppgaver på del 2 av eksamen hvor eleven for eksempel skal beskrive polymerer eller nanomaterialer uten at det blir avskrift av læreboka. Lærebokforfatterne presenterer emnene i Materialer grundig (kap. 2.2). Som for Forskning, hadde det kanskje vært mulig å lage en diskusjonsoppgave knyttet til miljømessige konsekvenser. Men i tilfellet ville nok den samme problematikken knyttet til svekkelse av eksamens reliabilitet oppstå.

Kanskje kompetansemålene legger opp til at elevene skal tilegne seg kunnskaper om materialer som vanskelig kan benyttes i komplekse situasjoner. Kompetansemålet fra Analyse som sier at eleven skal kunne «forklare hvordan buffere virker, og beregne pH og kapasitet i buffere» gir kanskje rom for mer varierte oppgaver av høyere reliabilitet enn kompetansemålet fra Materialer som sier at eleven skal kunne «beskrive den kjemiske strukturen og egenskapene til noen syntetiske polymerer og tilsatsstoffer til dem». En elevs kjennskap til dette målet fra Materialer vil muligens i stor grad være begrenset til den presentasjonen som læreren og læreboka gir. Det er kanskje vanskelig å bruke disse kunnskapene i komplekse situasjoner og eleven vil kanskje slå opp i læreboka for å svare på en oppgave til dette målet. Lærerens, og lærebokas, presentasjon av buffere, pH og kapasitet kan på en annen side brukes som utgangspunkt for å løse mer varierte oppgaver i hovedområdet Analyse. Hvis eleven har forståelse for hva buffere er og kan framgangsmåter i beregninger, vil eleven være i stand til å løse oppgaver hvor ulike stoffer inngår i bufferen, ulike verdier for pH og kapasitet enn de som gjengis i læreboka.

Innholdet og formuleringen i kompetansemålene i Analyse, Organisk kjemi 2 og Redoksreaksjoner er kanskje årsaken til at det gis mange oppgaver fra disse hovedområdene på eksamen. Mange av kompetansemålene i Analyse, Organisk kjemi 2 og Redoksreaksjoner legger vekt på forsøk og beregninger, noe som nok kan gi rom for flere og varierte oppgaver. Med utgangspunkt i disse hovedområdene kan det kanskje også lettere lages oppgaver som går på tvers av læreplanen. Oppgaver som treffer flere kompetansemål og flere hovedområder kan tenkes å øke eksamens validitet fordi eleven må vise kompetanse i flere sider ved læreplanen i en og samme oppgave. Slike oppgaver finnes i mange av eksamenssettene.

Typisk beskrives et forsøk og eleven skal vurdere resultatene fra forsøket gjennom ulike metoder, som for eksempel redokstitrering og komplekstitrering. På eksamen gitt våren 2013 gis det en slik oppgave som omhandler desinfeksjon av vann. I oppgaven skal eleven balansere redoksreaksjoner, bruke kunnskaper om kolorimetri og tolking av massespektre (fra Analyse) samt gjøre beregninger i forbindelse med redokstitrering.

Lauvås og Jakobsen skriver at tradisjonelle eksamener konsentreres i stor grad om grunnleggende kunnskaper som er innøvd ved mye repetisjon og øving.²³⁸ Oppgavene som gis ved eksamen i kjemi 2 kan ses i sammenheng med denne beskrivelsen. På eksamen gis ofte oppgaver hvor for eksempel eleven skal skrive reaksjonsmekanismer i organisk kjemi, en kompetanse de har lært og repetert. På eksamen gis ikke oppgaver hvor eleven for eksempel skal drøfte etisk forsvarlighet (fra Forskning). For å svare på en slik drøftingsoppgave kan nok ikke innøvde kompetanser brukes, men eleven må reflektere, vurdere og diskutere.

Kommentar og refleksjon

Metoden som er presentert i denne oppgaven er valid i den grad at den gir et bilde på hovedområdenes omfang i eksamensoppgavene. Min skjønnsmessige tolkning er antakelig den største feilkilden i denne analysen i forhold til å plassere eksamensoppgavene under tilhørende hovedområde. Det er mulig at en annen person ville vurdert noen deloppgaver ulikt, men trolig ville resultatene vist de samme trendene. Selv om jeg har støtt på visse utfordringer med å plassere noen deloppgaver under riktig kompetansemål, peker overskriften i eksamensoppgavene på hvilket hovedområde de representerer. Disse overskriftene og beskrivelsen av metoden styrker denne analysens reliabilitet.

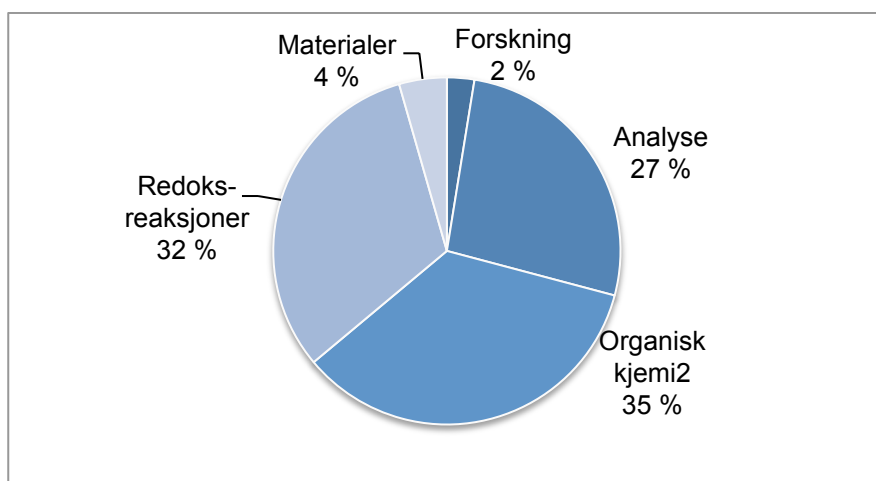
Som vi har sett, viste resultatene av analysen at Forskning er det hovedområdet som testes i minst grad på eksamen (figur 3.2.4). Men på en side kan man hevde at Forskning ligger bak mange av oppgavene som gis på eksamen, noe som ikke er hensyntatt i min analyse. I flere oppgaver er elementer fra kjemirelatert forskning og forsøksrapporten brukt for å beskrive problemstillingen, selv om eleven ikke prøves direkte i hovedområdet (kjemirelatert forskning og skriving av rapport er kompetansemål i Forskning). For å ta tak i dette ble en alternativ gjennomgang av eksamensoppgavene foretatt.

²³⁸ Lauvås og Jakobsen (2002), side 38–39.

Den alternative gjennomgangen ble foretatt på samme måte som beskrevet over, men oppgaver hvor elevene må bruke *noe* fra hovedområdet ble vektet halvveis for Forskning, halvveis for hovedområdet som oppgaven var knyttet til. For eksempel ble oppgave 2b, eksamen høsten 2009, vektet halvveis på Forskning og halvveis på Analyse da oppgaveteksten er formulert slik:

En stoffblanding inneholder 1 g sølvklorid, 1 g kalsiumkarbonat og 1 g kobbernitratt. Forklar hvordan du vil gå fram for å skille stoffene for deretter å framstille rent kobbernitratt og rent sølvklorid. (Hint: løselighet)²³⁹

Trendene i den alternative gjennomgangen, som illustreres av figur 3.2.6, samsvarer i stor grad med resultatene av den opprinnelige analysen (figur 3.2.4). I den alternative gjennomgangen er Forskning fortsatt svakt representert i eksamenssettene sammenlignet med de andre hovedområdene. Den prosentvise andelen av oppgaver som inneholdt momenter fra Forskning økte med 1 % og eksamensoppgaver fra Materialer sank med 1 %. At resultatene fra den alternative gjennomgangen korrelerer i stor grad med resultatene fra den opprinnelige analysen kan sies å styrke min studies reliabilitet.



Figur 3.2.6. Prosentvis fordeling av hovedområder på eksamenssett (V09–V13) i en alternativ gjennomgang av eksamenssettene. I denne alternative gjennomgangen ble hovedområdet Forsknings fremtreden i eksamensoppgavene vektlagt. Alle oppgaver som inneholdt elementer fra Forskning (for eksempel en forsøksbeskrivelse eller kjemirelatert forskning) ble vektet halvveis i hovedområdet Forskning og halvveis i det hovedområdet som elev skulle vise kompetanse i.

I analysen som er brukt i denne oppgaven har jeg kun sett på forekomst av oppgaver tilknyttet de ulike *hovedområdene*. Selv om resultatene kan gi et bilde av at Organisk kjemi 2,

²³⁹ Udir (2009b), side 31.

Redoksreaksjoner og Analyse er hovedområder som ofte spørres om på eksamen og i stor grad ville kanskje andre typer undersøkelser gitt et annet bilde. Gjennom studien har jeg ikke sett på innholdet i oppgavene, ikke på hvordan oppgavene er utformet eller hvor mye som kreves av eleven for å løse oppgaven. En gjennomgang av alle eksamensoppgaver etter for eksempel Blooms taksonomi, eller den egenkonstruerte taksonomien (kap. 1.3), ville nok gitt et bedre bilde av de kognitive prosessene som kreves av elevene for å løse oppgavene, belyst sider ved hovedområdenes representasjon i eksamensoppgavene og styrket studiens validitet. Innen rammene av en masteroppgave ble det vurdert som et for omfattende arbeid å analysere samtlige eksamenssett.

3.3 Refleksjoner – hvor viktig er eksamen i noen utvalgte klasserom?

Som vi har sett i dette kapittelet skiller eksamen som vurderingsform seg fra andre vurderingsformer og har sine særpreg. Den legges ofte på slutten av skoleåret og skal bedømme elevens kompetanse i forhold til læreplanens mål. Avlagt og bestått eksamen gir ofte en sertifisering i form av rett til videre utdanning eller en oppnådd grad, eksamen fungerer dessuten som en form for kontroll som viser at eleven innehar en kompetanse. Eksamener har lange tradisjoner i skolen og allerede på 1800-tallet ga bestått eksamen adgang til å bli innskrevet ved universitetet.

I dag skal eksamen være en målrettet vurdering, som betyr at læreplanens kompetansemål skal være bestemmende for vurderingen. På 1800-tallet skulle derimot også elevens «modenhet» vurderes, i tillegg til elevens kunnskaper i faget. Kravene til fagkunnskap ble beskrevet i læreplanen for faget, men som vi har sett ble ikke kjemifaget beskrevet særlig detaljert i de første læreplanene. Først i loven av 1935 og læreplanen av 1964 kom det en mer utførlig beskrivelse av hvordan eksamen i kjemifaget skulle gjennomføres. I den muntlige eksamen i kjemi skulle eleven prøves i de viktigste kjemiske lover, teorier, stoffer og reaksjoner. Samtidig måtte eleven legge frem rapporter fra minst 20 elevforsøk og kunne bli pålagt å utføre en demonstrasjon. Læreplanen av 1976 markerer på flere måter en viktig utvikling av kjemifaget mot programfagene vi kjenner i dag. Kjemi ble delt i to studieretningskurs og læreplanen inkluderte et eget kapittel om vurdering. Her ble det ført at

eleven skulle ha standpunktkarakterer i begge studieretningsfag, eksamen i 3-timers kurset skulle være muntlig og eksamen i 5-timers kurset kunne være skriftlig eller muntlig. Samtidig ble det beskrevet at eleven skulle vurderes med utgangspunkt i læreplanen. I likhet med læreplanen av 1976 ble det inkludert egne kapitler hvor vurdering i faget ble beskrevet i læreplanene R94 og LK06. I tillegg til standpunktkarakter i hvert av kjemifagene kunne elevene i 2KJ/kjemi 1 trekkes ut til en muntlig eksamen med eksperimentelt innslag og elevene i 3KJ/kjemi 2 trekkes til en muntlig-praktisk eksamen eller en skriftlig eksamen.

Mens vurdering som skjer i løpet av skoleåret hovedsakelig gjøres av faglærer, vurderes eksamensbesvarelser av eksterne sensorer. Slik skal eksamen være objektiv, ingen personlige relasjoner skal være av betydning. Bruk av sensorer skal også styrke eksamens reliabilitet. Ved eksamens reliabilitet legges det til grunn at besvarelser skal dømmes mest mulig likt, bruk av sensorskjemaer og at oppgaver vektet etter et fastlagt mønster. Eksamen bør samtidig ideelt sett være valid. Med dette menes det at vurderingen skal reflektere innholdet i faget som fremsatt i læreplanen.

Som vi har sett kom flervalgsoppgaver inn som en del av eksamen med LK06. Bruk av slike oppgaver på eksamen øker reliabiliteten i vurderingspraksisen fordi det kun finnes ett riktig svar. Generelt sett kan man si at flervalgsoppgaver medfører en bedre validitet for eksamen som helhet, fordi en større del av læreplanen kan prøves uten at det tar mye tid. Men som analysen viser, prøver ikke eksamen etter LK06 elevene i hele læreplanen. Det viser seg at særlig hovedområdet Forskning ikke prøves i eksamensoppgavene, og at hovedområdene Analyse, Organisk kjemi 2 og Redoksreaksjoner prøves i stor grad. Det har blitt hevdet at eksamen er en styrende faktor for undervisningen. Dersom dette er tilfellet, kan det tenkes at dette får følger for undervisningen ved at hovedområdet Forskning nedprioriteres.

Det er enighet blant informantene i utvalget (som vi møtte i kap. 1.4) om at eksamensoppgaver er en viktig del av deres undervisningspraksis. Tuva begrunner dette med at eksamensoppgaver ofte er formulert annerledes enn hvordan den typiske kjemilæreren uttrykker seg. I så måte gjør bruk av eksamensoppgaver i undervisningen, og på prøver, at elevene får innblikk i en annen måte å formulere problemstillinger på. Flere av lærerne sier dessuten at de bruker eksamensoppgaver for å vise hvilket nivå av kunnskap som kreves på eksamen.

Selv om det er enighet blant de intervjuede lærerne om at eksamen er viktig for undervisningen, er det ulike meninger om hvor mye eksamen påvirker undervisningen. Terje og Mari legger større vekt på hva elevene har vanskeligheter med å forstå, enn hvilke tema eksamen typisk spør om. Terje sier:

Det er klart at eksamen styrer *litt*, du ser på hvilke oppgaver som lages. Vi må ta *hensyn* til eksamen. Det er kjempeviktig. Så det er klart at undervisningen må bli rettet inn mot eksamen. Det ville jo vært dumt ellers. Men det styrer *mer* hva elevene har trøbbel med.

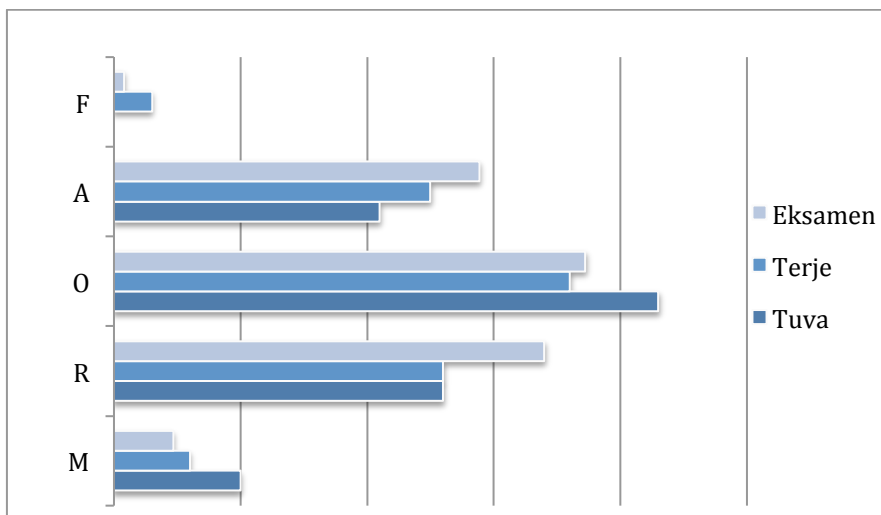
Tuva og Ole har begge et større fokus på eksamen i sin undervisning, begge sier at de «driller mot en eksamen». Tuva sier for eksempel:

Jeg prøver å drille fram mot en eksamen, for det er jo en sentralgitt eksamen og den synes jeg er veldig styrende. Det er veldig vanskelig for jeg har jo ingen oversikt over eksamen, jeg har jo ingen kontroll over den.

De uttaler at de bruker mye tid på eksamensløsning i undervisningen og at elevene har holdt på med eksamensoppgaver gjennom hele skoleåret. Tuva prøver å markere overfor elevene hva som er viktige tema i forhold til en mulig eksamen i faget og merker seg hvilke tema som er «gjengangere» blant eksamensoppgavene. Samtidig ser hun ikke på noen hovedområder som mindre viktige – «for alt kommer jo med på eksamen» sier hun.

Terje og Tuva kan ses på som motsetning når det gjelder fokus på eksamen i undervisningen. Hvordan samsvarer så omfanget av hovedområdene i deres periodeplaner med resultatene av analysen?

En sammenligning av hovedområdenes omfang i Terje og Tuvas periodeplaner og omfanget av hovedområdene på eksamen illustreres i figur 3.3.1. Det viser seg at det er et større samsvar mellom hovedområdenes omfang i Terjes undervisningspraksis og hovedområdenes frekvens på eksamen, enn mellom Tuvas periodeplan og eksamensoppgavene. Dette kan tyde på at de temaene som ofte kommer på eksamen også er de temaene som krever mer inngående forklaring og undervisning.



Figur 3.3.1. En sammenligning av hovedområdenes omfang i Tuva og Terjes periodeplaner og i eksamenssett gitt i kjemi 2 (vår 2009–vår 2013).

Sammenfatning og refleksjoner

Naturfagene beskrives gjerne gjennom tre dimensjoner av kunnskap: faget som produkt, prosess og som sosial institusjon. Med fagets *produkter* menes tanker, ideer, begreper, lover og teorier, «det vi vet» i faget. Kjemiens *prosesser* handler om hvordan kunnskap blir til, karakteristiske metoder og arbeidsmåter. I læreplanen i kjemi står det at formålet med faget er å gi kunnskaper (*produkt*) og at opplæringen i skal knytte teori (*produkt*) til praktisk laboratoriearbeid (*prosess*). Det står også at den historiske utviklingen til faget bør formidles i undervisningen (*prosess*). Med *kjemi som sosial institusjon* tas det hensyn til at kjemi er en del av samfunnet. I læreplanen står det at eleven skal få kunnskaper som er «nødvendig for å delta i samfunnsdebatten». Samtidig er kjemisk forskning av betydning for teknologisk og økonomisk utvikling og kjemikere er viktige bidragsytere i utvikling av bioteknologi, medisin, nye materialer med mer (*sosial institusjon*).²⁴⁰ Lærebøkene presenterer kunnskapen i faget, både produktsider, prosessdimensjonen og viten som er nødvendig for å delta i diskusjoner. For må eleven bruke etablerte kunnskaper i faget på tvers av tema (*produkt*) og ofte i komplekse situasjoner for å løse eksamensoppgaver. Også prosessdimensjonen prøves i det eleven skal forklare fremgangsmåter i kjemifaglige metoder, selv om vi har sett i denne oppgaven at dette prøves i liten grad. Det gis heller ikke oppgaver der eleven skal debattere, diskutere eller drøfte etiske sider (faget som *prosess*) kjemirelaterte tema (faget som *sosial institusjon*) til tross for at læreplanen fører slike kompetanser.

Innledningsvis i denne oppgaven redegjorde jeg for bakgrunn og forskningsspørsmål for denne studien. Jeg stilte spørsmål om hvilke fagområder som studeres i programfaget kjemi 2 og i hvilket omfang. I kvalitative dokumentanalyser har jeg vurdert læreplanens kompetansemål i forhold til hvor mange kompetanser de fører og hvilket kognitivt nivå kompetansemålene reflekterer. Lærebøkens sider og eksamenssettenes deloppgaver er knyttet til hovedområder og omfanget av de ulike hovedområdene vurdert. I tillegg er et utvalg kjemilærere intervjuet og deres periodeplaner analysert for å si noe om hvilke hovedområder som dominerer undervisningen i disse utvalgte klasserommene.

Dokumentanalysene samsvarer når det gjelder omfanget av de ulike hovedområdene i læreplan og lærebøker, vekting på eksamen og i periodeplanene til kjemilærerne (tabell 1).²⁴¹ Hovedområdene Organisk kjemi 2, Analyse og Redoksreaksjoner kan anses som store

²⁴⁰ Sjøberg (2009), side 183–184; Udir (2006).

²⁴¹ Resultatene av disse analysene er ytterligere redegjort for i kapitlene 1.3, 1.4, 2.2 og 3.2.

fagområder i kjemi 2. De har flere verb i læreplanen, flere sider i lærebøkene, vurderes oftere til skriftlig eksamen og brukes mer tid på i undervisningen i utvalgte klasserom enn hovedområdene Materialer og Forskning. Samtidig viser den taksonomiske bestemmelsen at kompetansemålene i Organisk kjemi 2 ikke krever dype kognitive tankeprosesser hos eleven, mens kompetansemålene i Forskning i størst grad oppfyller dette nivået. Det er derfor interessant at Forskning prøves i så liten grad på eksamen som funnene i denne oppgaven peker på, spesielt siden forskere hevder at eksamen er en påvirkende faktor for innholdet i undervisningen.

Tabell 1: Omfanget av hovedområder i programfaget kjemi 2 i læreplan, lærebøker og eksamen. For hvert hovedområde er verb i læreplanen talt, sider i lærebøker talt, prosentvis andel av eksamensoppgaver vurdert og et utvalg kjemilæreres periodeplaner gjennomgått. F er hovedområdet Forskning, A er Analyse, O er Organisk kjemi 2, R er Redoksreaksjoner og M er Materialer.

	F	A	O	R	M
Verb i læreplanen	9 %	17 %	42 %	20 %	12 %
Lærebøker	5 %	24 %	37 %	24 %	10 %
Eksamensoppgaver	1 %	27 %	35 %	32 %	5 %
Tid i undervisningen i noen utvalgte klasserom	2 %	28 %	34 %	29 %	7 %

Kompetansemålene i Analyse, Organisk kjemi 2 og Redoksreaksjoner beskriver mange fagkunnskaper. Disse fagkunnskapene innebærer ofte ukjente begreper for eleven (som kromatografi og redokstitrering) og krever inngående forklaringer i lærebøkene. De blir lett opphav til mange og varierte oppgaver til eksamen, samtidig er det nok lett å lage eksamensoppgaver som inkluderer kompetansemål fra alle disse tre hovedområdene.

Hovedområdet Forskning kan kanskje virke litt abstrakt i forhold til de andre hovedområdene. Elven skal selv finne frem til forskning og publisere rapporter, noe som kanskje ikke krever inngående forklaringer i lærebøkene. Det oppstår samtidig et problem i forhold til hvordan dette kan måles på en skriftlig eksamen. Kompetansene drøfting av etisk forsvarlighet og

redegjørelse for vitenskapelig metode beskrives i lærebøkene. Men det er liten tradisjon for drøfting i naturfagene, noe som kan være årsak til at den etiske siden ikke blir prøvd på eksamen. Den vitenskapelige metoden har eleven fått presentert i flere av naturfagene og utførlig beskrivelse av dette i lærebøkene er kanskje en årsak til at dette ikke prøves på del 2 av eksamen (fordi elevene får ha med seg lærebøker).

Vi har sett at Forskning kom inn som nytt hovedområde i skolefaget kjemi med LK06 og at dagens læreplan skiller seg fra de foregående læreplanene i faget på flere måter. Mens det i dag er læreplanen som er det dokumentet som beskriver hvilke kompetanser eleven skal sitte igjen med etter endt opplæring, ble det angitt at lærebøker skulle brukes som et redskap i den første læreplanen av 1869. I denne planen hadde kjemidelen av faget «naturvindenskabere» en knapp beskrivelse og det kan tenkes at lærebøkene ble bestemmende for innholdet i undervisningen og også for vurderingen.

En ny læreplan ble vedtatt allerede i 1896. Kjemi var fortsatt en del av naturfag, men planen fastsatte antall uketimer som skulle brukes på kjemidelen av faget. Hvilke emner som skulle undervises og i hvilken rekkefølge ble også beskrevet. Det ble skrevet at det eksperimentelle burde være basis i undervisningen og at det teoretiske skulle følge det praktiske arbeidet. Læreplanen oppga en liste over hvilke grunnstoffer som skulle gjennomgås og lærebokforfatterne fulgte denne strukturen i sin oppbygging av lærebøkene. Typisk ble grunnstoffene behandlet hver for seg og eksperimenter ble illustrert for å forklare stoffenes egenskaper. Denne strukturen ble videreført av lærebokforfattere helt til 1970-tallet. Med Brandts lærebok (fra 1970) ble periodesystemet omfavnet som et organiseringsprinsipp. Grunnstoffene var ikke lenger basis for struktureringen av fagstoffet, lærebøkene ble i stedet delt i kapitler som tok for seg kjemiske prinsipper og teorier. Dette vitner om hvor sent ny vitenskap ble inkludert i skolefaget.

Ut over 1900-tallet fikk kjemifaget en sterkere stilling i skolen. Med undervisningsplanen som forelå i 1950 ble kjemi et eget fag (sammen med fysiologi) og med læreplanen av 1976 ble faget delt i to studieretningsfag. Disse læreplanene var detaljerte, de anga hvilke tema som skulle gjennomgås og hvilke kjemiske stoffer elevene skulle få kunnskap om. Fagets produktside ble beskrevet mer utførlig enn i de foregående planene og inkluderte temaer som aggregattilstander, likevekt, reaksjonshastighet og katalyse. Ved den muntlige eksamen skulle både de teoretiske og praktiske ferdighetene vurderes. Læreplanen som ble innført med R94 ble nok også ganske bestemmende for læreren i praksis. I læreplanene for fag ble kunnskapen

organisert i mål med tilhørende punkter som beskrev kunnskapen i faget i detalj. I kjemifaget ble «Forsøk» ble gjort til eget mål, blant annet sammen med temaet «Materialer». I læreplanens innledning ble også lagt stor vekt på at kjemi er en del av hverdagen (faget som sosial institusjon).

Med LK06 fikk læreren større handlingsrom. Læreplanene skulle ikke lenger være så detaljert og omfattende. Samtidig ble kjemifagets stilling styrket ved at faget fikk flere uketimer enn i de foregående læreplanene. Fagkunnskapene ble strukturert i hovedområder med tilhørende kompetansemål. Et av målene med LK06 var at alle kompetansemål skulle være formulert som demonstrerbare kompetanser og i oppgaven har jeg pekt på at noen av kompetansemålene i hovedområdet Forskning kanskje kan være vanskelig å prøve. Kompetansemål som angir kompetanser som er lite vurderbare kan nok medføre komplikasjoner for en skriftlig eksamen i faget. Samtidig er alle hovedområdene viktige for å kunne beherske faget kjemi sett i sammenheng med det som har blitt omtalt som «de fire læringstrådene».

De fire læringstrådene setter en ny og videre ramme for hva det innebærer å beherske faget og utfordrer fagets tre dimensjoner (produkt, prosess og faget som sosial institusjon). De fire læringstrådene er bygget på forskningslitteratur om hvordan barn best lærer naturvitenskap, inklusiv kjemi. De angir anbefalinger om hvordan undervisningen bør legges opp og vurderes.²⁴² De fire læringstrådene beskrives slik:

Elever som er dyktige i naturvitenskap:

1. forstår, bruker og tolker naturvitenskapelige forklaringer;
2. produserer og vurderer naturvitenskapelige bevis og forklaringer;
3. reflekterer over hvordan naturvitenskapelig kunnskap utvikles; og
4. deltar produktivt i naturvitenskapelig praksis og diskurs.²⁴³

Trådene legger fram læringsmål som *til sammen* utgjør det å ha kompetanse i faget, det pekes på at de enkelte trådene skal ses på som tvunnet sammen til et tau. De angir veien til målet:

²⁴² Holt og Kvammen (2010), side 151–152; Duschl *et. al* (2007), side 36–37.

²⁴³ Duschl *et. al* (2007), side 36. Norsk oversettelse i: Holt og Kvammen (2010), side 152; Holt og Øyehaug (2010), side 194–196.

eleven må være deltagende og beherske målene for å tilegne seg de nødvendige ferdigheter som behøves for å virkelig bli dyktig i faget.²⁴⁴

Læringstråd 1 legger vekt på at eleven forstår, bruker og tolker forklaringer i faget og kommer til uttrykk i alle hovedområdene i kjemi 2. Et eksempel er kompetansemålet i Analyse hvor eleven skal forklare hvordan buffere virker. I dette målet beskrives en kompetanse hvor eleven må *forstå* og *bruke* forklaringer. Læringstråd 2 beskriver at eleven skal produsere og vurdere forklaringer og bevis. Kompetansemålet fra Materialer, hvor miljømessige konsekvenser ved deponering og produksjon av materialer skal *vurderes*, oppfyller denne tråden. Mens hovedområdet Redoksreaksjoner imidlertid ikke har noen mål som oppfyller denne beskrivelsen. Læringstråd 3 defineres ved at eleven skal *reflektere* over hvordan kunnskap i faget utvikles og finnes i liten grad i læreplanen for kjemi 2. Et eksempel er kompetansemålet i Forskning som sier at eleven skal kunne gi eksempler på forklaringsmodeller som ikke stemmer overens med kjemiens forklaringer.²⁴⁵ Læringstråd 4 beskriver målsetninger om at eleven skal forstå normene som er gyldige for deltagelse i naturvitenskap, deres motivasjon og holdninger. Denne læringstråden kan bare sies å komme til uttrykk i hovedområdet Forskning hvor den *etiske* siden av forskningen skal drøftes.

Selv om hovedområdet Forskning er blitt fremhevet i denne oppgaven som det minste hovedområdet i lærebøker, på skriftlig eksamen og i undervisningen, sier læreplanen at alle hovedområder skal ses i sammenheng fordi de utfyller hverandre. I det de fire læringstrådene overføres til programfaget kjemi 2 blir det tydelig at hovedområdene utfyller hverandre fordi hovedområdene til sammen oppfyller alle fire tråder. Likevel er det nok uheldig at den fjerde tråden oppfylles i så liten grad i læreplanen og at denne siden ved faget ikke prøves på den skriftlige eksamen.

I oppgaven hevder jeg at det er mulig å prøve eleven i flere av kompetansemålene fra hovedområdet Forskning enn det som til nå har vært tilfelle for skriftlige eksamen etter LK06. Kompetansemålet som sier at eleven skal «*drøfte* etiske aspekter» er et eksempel. Ett av målene med innføringen av den grunnleggende ferdigheten skriving er blant annet at eleven skal kunne: «uttrykke og fortolke tanker, følelser og fakta [...] og kunne bruke språket i et

²⁴⁴ Duschl *et. al* (2007), side 36–37.

²⁴⁵ Lærebøkene bruker alkymi og alternativ medisin som eksempler på forklaringsmodeller som ikke er forenelige med kjemiens forklaringer.

bredt spekter av sosiale sammenhenger...».²⁴⁶ Dette kan tolkes som at drøfting er en del av skriveferdighetene, gjennom opplæringen skal eleven bli i stand til å tolke fakta og bruke tolkningen i argumentasjon. Drøfting krever dype tankeprosesser hos elevene. Dette gjenspeiles i det taksonomiske verktøyet jeg har utviklet i arbeidet med denne masteroppgaven. Argumentasjon kan bidra i prosessen med å lære kjemi og føre til at eleven får bruke alle tre sider av faget og alle de fire læringstrådene. Det etterlyses derfor mer forskning på argumentasjon og drøftingskultur i kjemifaget slik at denne siden ved faget også kan inkluderes på skriftlig eksamen.

²⁴⁶ St. melding nr. 30 (2003–2004).

Litteratur

Alseth, B., Breiteig, T., og Brekke, G. (2003). *Endring og utvikling ved R97 som bakgrunn for videre planlegging og justering - matematikkfaget som kasus*. Notodden: Telemarksforsking.

Andersen, A. B. (2011). *Eksamen i Kjemi2 – som forventet?* [online]. Tilgjengelig: <http://www.naturfag.no/artikkel/vis.html?tid=1995650> [Hentet 08.04.13].

Andersen, H., L. og Tofteskov, J. (2008). *Eksamen og eksamensformer*. Frederiksberg: Samfundslitteratur.

Andersen, K. (1999). *Allmennutdanning og yrkesutdanning i Norge: hovedlinjer i utviklingen av videregående opplæring etter 1945*. Kristiansand: Høyskoleforlaget.

Anderson, L. W. og Krathwohl, D. R. (2001). *A Taxonomy for learning, teaching, and assessing : a revision of Bloom's Taxonomy of educational objectives*. New York: Longman.

Angell, C. og Lie, S. (1990). *Fysikkeksamen og eksamensfysikk : en undersøkelse om fysikkeksamen i den videregående skolen våren 1989*. Oslo: Skolelaboratoriet, avdeling for fysikk, UiO.

Angell, C., Kjærnsli, M. og Lie, S. (1999). *Hva i all verden skjer i realfagene i videregående skole?* Oslo: Universitetsforlaget.

Angvik, M. (1982). *Skolebokanalyse som tema for lærerutdanning og forskning*. I: Norsk pedagogisk tidsskrift 66(10), side 367–379.

Bachmann, K. (2005). *Læreplanens differens : formidling av læreplanen til skolepraksis*. Trondheim: NTNU.

Ben-Peretz, M. (1975). *The concept of curriculum potential*. Curriculum theory network, 5, side 151–159.

Behrendt, S. C. (2008). *Contextual analysis* [online]. Tilgjengelig: <http://www.unl.edu/english/sbehrndt/StudyQuestions/ContextualAnalysis.html> [Hentet 01.04.14].

Berre, B. (2007). *Eksamenshefte i 3KJ*. Bergen: Fagbokforlaget.

- Bjerknes, E. (2011). *En analyse av læreplan i programområdet Helse- og sosialfag i videregående opplæring* [online]. Tilgjengelig: <http://utdanningsnytt.no/4/Meny-A/Meninger/Innspill/En-analyse-av-lareplan-i-programområdet-Helse---og-sosialfag-i-videregaende-opplaring/> [Hentet 09.03.14].
- Bjørndal, B. (1982). *Et studium i lærebøkernes didaktikk*. Oslo: Pedagogisk forskningsinstitutt, Universitetet i Oslo.
- Bjørndal, I. (2005). *Videregående opplæring i 800 år – med hovedvekt på tiden etter 1950*. Halden: Forum bok.
- Brandt, H. og Hushovd, O. T. (2011). *Kjemi 2 : studiespesialiserende utdanningsprogram*. Oslo: Aschehoug.
- Brandt, T. (1970). *Kjemi for gymnasiet*. Oslo: Aschehoug.
- Bratholm, B. (2001). *Godkjenningsordningen for lærebøker 1889–2001, en historisk gjennomgang* [online]. Tilgjengelig: <http://www-bib.hive.no/tekster/hveskrift/notat/2001-05/not5-2001-02.html>. [Hentet 01.08.2013].
- Brimi, A. O. og Hansen, M. R. (2008). *Likevekt i læring, læring i likevekt? : en studie av kjemisk likevekt i forhold til undervisning*. Trondheim: NTNU.
- Bruun, S. (1914). *Lærebok i kjemi for gymnasiet*. Kristiania: Norli.
- Bungum, B. (2008). *Images of physics: an explorative study of the changing character of visual images in Norwegian physics textbooks*. I: *NorDiNa*, 4(2), side 132–140.
- Cappelen Damm (hentet 2014). *Om forfatterne* [online]. Tilgjengelig: <http://kjemienstemmer-larer.cappelendamm.no/vgreal/tekst.html?tid=1047238> [Hentet 15.03.14].
- Cuban, L. (1995). *The hidden variable: how organizations influence teacher responses to secondary science curriculum reform*. *Theory into practice*, 34, side 4–11.
- Domin, D. S. (1999). *A Content Analysis of General Chemistry Laboratory Manuals for Evidence of Higher-Order Cognitive Tasks*. I: *Journal of Chemical Education*, 76(1), side 109–111.

- Duschl, R. A., Schweingruber, H. A., og Shouse, A. W. (2007). *Taking science to school. Learning and Teaching Science in Grades K-8* [online]. Washington: National Research Council. Tilgjengelig: http://www.interamerican.edu.ec/downloads/Science_NGSS_2013/Taking_Science_to_School_NRCouncil_2007_Pub_Pdf_Pgs_1_405.pdf [hentet 17.02.14].
- Engelsen, B. U. (1973). *Forstår vi undervisningsmålene? : målpresisering, målbeskrivelse og målanalyse som grunnlag for måltolkning*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Engelsen, B. U. (2009). Et forskningsblikk på skoleeierne i implementering av Kunnskapsløftet og LK06. I: Dale, E. L. (red.). *Læreplan: et forskningsperspektiv*, Oslo: Universitetsforlaget. Side 62–115.
- Engelsen, B. U. (2012). *Kan læring planlegges? : arbeid med læreplaner – hva, hvordan, hvorfor*. Oslo: Gyldendal akademisk.
- Engh, R., Dobson, S, Høihilder, E. K (2007). *Vurdering for læring*. Kristiansand: Høgskoleforlaget.
- Fimland (2007). *Strukturbestemmelse av to-peptidbakteriocinet plantaracin EF i membranliknende miljø ved bruk av NMR-spektroskopi*. Oslo: UiO.
- Fiskum, K. (1995). *En kartlegging av innholdet i eksamensoppgaver gitt i 3KJ i forhold til fagplanens intensjoner og retningslinjer for faget*. Oslo: UiO.
- Forskrift til opplæringslova (2006). *Forskrift til opplæringslova* [online]. Tilgjengelig: <http://www.lovdata.no/cgi-wift/ldeles?doc=/sf/sf/sf-20060623-0724.html> [Hentet: 09.10.13].
- Garmannslund, K. (1983). *Kan ikke jenter regne?* Oslo: Gyldendal Norsk Forlag.
- Gjerde, C. L. (1978). *The domains and cognitive processes in medical school objectives*. I: *Journal of Medicine Education*, 53(4), side 352–355.
- Gjerde, C. L. (1981). *'Curriculum mapping': objectives, instruction, and evaluation*. I: *Academic Medicine*, 56(4), side 316–323.
- Goodlad, J. I. (1979). *Curriculum inquiry: the study of curriculum practice*. New York: McGraw–Hill.

- Grankvist, R. (2000). *Utsyn over norsk skole: norsk utdanning gjennom 1000 år*. Trondheim: Tapir akademiske forlag.
- Grønneberg, T., Hannisdal, M., Pedersen, B. og Ringnes, V. (2013). *Kjemien Stemmer 2 : Kjemi 2 Grunnbok*. Oslo: Cappelen Damm.
- Gundem, B. B. (1997). *Læreplanhistorie – historien om skolens innhold – som forskningsfelt : en innføring og noen eksempler*. Oslo: Universitetet i Oslo, Pedagogisk institutt.
- Gundem, B. B. (2008). *Perspektiv på læreplanen*. Bergen: Fagbokforlaget.
- Gundem, B. B. og Hopmann, S. (1998). *Didaktik and/or curriculum : an international dialogue*. New York: P. Lang.
- Gustafsson, C. (1982). Læromedlens styrande funktion i undervisningen: En empirisk studie. I Lundgren, U. P., Svingby, G. og Wallin, E. (Red.), *Läroplaner och läromedel : En konferensrapport*. Stockholm: Högskolan för lärarutbildning i Stockholm. Side 75–106.
- Hafferty, F. W. og Franks, R. (1994). *The hidden curriculum, ethics teaching, and the structure of medical education*. *Academic medicine*, 69, side 861–71.
- Halliday, M. A. K. og Martin, J. R. (1993). *Writing science : literacy and discursive power*. London: Falmer Press.
- Halsan, H. Ø. (2009). *Lærebøker i fysikk etter Kunnskapsløftet: en analyse av lærebøkernes tekstlige behandling av nye temaer i fysikk i videregående skole*. Oslo: UiO.
- Hiortdahl, T. (1870). *Kortfattet Lærebog i Chemi*. Christiania: Johan Dahl.
- Hiortdahl, T. (1917). *Kvalitativ kemisk analyse : kortfattet veiledning*. Kristiania: Cammenmeyer.
- Holt, A. og Kvammen, P. I. (2010). Vurdering i naturfag. I: Dobson, S. og Engh, R. (red). *Vurdering for læring i fag*. Kristiansand: Høyskoleforlaget. Side 151–166.
- Holt, A. og Øyehaug, A. B. (2010). *Metode for analyse av læreplaner i naturfag – anvendt på den norske læreplanen*. I: NorDiNa 6(2), side: 192–209.
- Hsieh, H. F. og Shannon, S. E. (2005). *Three approaches to qualitative content analysis*. I: *Qualitative health research*, 15(9), side 1277–1288.

Imsen, G. (1997). *Lærerens verden: innføring i generell didaktikk*. Oslo: Universitetsforlaget.

Imsen, G. (2009). *Lærerens verden: innføring i generell didaktikk*. Oslo: Universitetsforlaget.

Inglar, T. (2011). Læreplanforskning og dokumentanalyse. I: Berg, T. og Walstad, P. H. B. (red.). *Om å tolke og forstå tekster*. Oslo: Høgskolen i Oslo og Akershus. Side 59–84.

Johannesen, O. og Nicolaysen, C. (1897). *Kemiens Elementer: For gymnasierne*. Kristiania: Aschehoug.

Johnsen, E. B. et. al (1999). *Lærebokkunnskap : innføring i sjanger og bruk*. Oslo: Tano Aschehoug.

Karseth, B. og Sivesind, K (2009). Læreplanstudier – perspektiv og posisjoner. I: Dale, E. L. (red.). *Læreplan : I et forskningsperspektiv*. Oslo: Universitetsforlaget. Side 23–61.

Kirke- og Undervisningsdepartement (1885). *Undervisningsplan for Middelskolerne og Gymnasierne: vedtaget den 1ste Marts 1885*. Christiania: Chr. Schibsteds Bogtrykkeri.

Kirke- og Undervisningsdepartementet (1899). *Undervisningsplan for gymnasiet, i henhold til Lov om høiere almenkoler af 27de juli 1896*. Kristiania: Det norske aktieforlaget.

Kirke- og Undervisningsdepartementet (1911). *Gymnasiet: lov om høiere almenkoler ; reglement for de høiere almenkoler undervisningsplan ; eksamensreglement*. Kristiania: A. W. Brøgers boktrykkeri.

Kirke- og Undervisningsdepartementet (1950). *Undervisningsplaner*. Oslo: Brøgers boktrykkeris forlag.

Kirke- og undervisningsdepartementet (1976). *Læreplan for den videregående skole : Del 3a Studieretning for allmenne fag : Mars 1976*. Oslo: Gyldendal.

Kirke-, utdannings- og forskningsdepartementet (1996). *Læreplan for videregående opplæring: Kjemi. Studieretningsfag i studieretning for allmenne, økonomiske og administrative fag* [online]. Tilgjengelig:

http://www.udir.no/Upload/larerplaner/al_ok_adm/5/kjemi.rtf [Hentet 15.09.2013].

Kirke- utdannings- og forskningsdepartementet (2000). *Oppheving av godkjenningsordninga for lærebøker* [online]. Tilgjengelig:

http://www.regjeringen.no/en/dokumentarkiv/Regjeringen-Bondevik-I/kuf/Nyheter-og-pressemeldinger/1999/oppheving_av_godkjenningsordninga.html?id=241524 [Hentet 05.10.2013].

Kjølberg, O. (2003). *Thorstein Hiortdal* [online]. I: Norsk biografisk leksikon. Tilgjengelig: http://nbl.snl.no/Thorstein_Hiortdahl [Hentet 11.02.14].

Knain, E. og Kolstø, S. D. *Utforskende arbeidsmåter i naturfag – uenighet og tvil som grunnlag for læring*. I: Bedre skole, 4, side 33–37.

Kolstø, S., D. (2009). *Vektlegging av lesing i naturfaget. Del 1: Vil den nye norske læreplanen i naturfag øke elevens lesekompetanse?* I : NorDiNa 5(1), side 61–74.

Krathwohl, D. R. (2002). *A revision of Bloom's taxonomy: An overview*. Theory into practice, 41(4), side 212–218.

Kvale, S. og Brinkmann, S. (2009). *Det kvalitative forskningsintervju*. Oslo: Gyldendal akademisk.

Lauvås, P. og Jakobsen, A. (2002). *Exit eksamen – eller? Former for summativ evaluering i høgre utdanning*. Oslo: Cappelen Akademisk forlag.

Leer, L. G. (2009). *Vurdering av matematisk problemløsning : En studie av sammenhengen mellom fokuset på problemløsning i læreplanen i matematikk og oppgavene som gis på eksamen*. Trondheim: NTNU.

Lindgjerdet, P. M. (2013). *Organisk kjemi som allmenndannelse: En analyse av organisk kjemi i lærebøker i kjemi i perioden 1914–1960*. Trondheim: NTNU.

Lundgren, U. P. (1989). *Att organisera omvärlden: en introduktion till läroplansteori*. Stockholm: Utbildningsförlaget.

Lundgren, U. P., Svingby, G. og Wallin, E. (1982.), *Läroplaner och läromedel : En konferensrapport*. Stockholm : Högskolan för lärarutbildning i Stockholm.

Lykknes, A. (under utgivelse). Ignored, Disregarded, Discarded? : On the introduction of the periodic system in Norwegian periodicals and textbooks, c. 1870–1930s. I: Kaji, M., Kragh, H. og Pallo, G. (red). *Early Responses to the Periodic System*. Oxford: University Press.

Lykknes, A. og Arnesen (2008). Fra lister til tankekart: skriving i naturfag i noen nye lærebøker. I: Lorentzen, R. T. og Smidt, J. (red). *Å skrive i alle fag*. Oslo: Universitetsforlaget. Side 191–203.

Lykknes, A. og Smidt, J. (2009). Skriving i arbeidsbok i naturfag på ungdomstrinnet: Innhold, form og formål. I: Groven, B., Guldal, T. M., Lillemyr, O. F, Naastad, N. og Rønning, R. (red.). *FoU i praksis 2008. Rapport fra konferanse om praksisrettet FoU i lærerutdanningen*. Trondheim: Tapir Akademiske Forlag.

Læringscenteret (2003). *Rundskriv LS – 34 – 2003 : Utvidet bruk av hjelpemidler til eksamen i kjemi 3KJ, prøveordning for eksamen våren og høsten 2004 og 2005* [online]. Tilgjengelig: http://www.udir.no/Upload/Rundskriv/2003/5/LS-34-2003_hjelpem_eks_kjemi_3kj_proveordn_V-H-2004_2005.pdf [Hentet 03.03.13].

Martinsen, M. R. og Martinsen, A. (2000). *Eksamenshefte i 3KJ*. Bergen: Fagbokforlaget.

Martinsen, M. R. og Martinsen, A. (2002). *Eksamenshefte i 3KJ*. Bergen: Fagbokforlaget.

Martinsen, M. R. og Martinsen, A. (2005). *Eksamenshefte i 3KJ*. Bergen: Fagbokforlaget.

Meld. St. 19 (2009–2010). *Tid til læring – oppfølging av Tidsbrukutvalgets rapport*. Oslo: Kunnskapsdepartementet.

Molland og Flottorp (2009). *Pietisme* [online]. I Store norske leksikon. Tilgjengelig: <http://snl.no/pietisme> [Hentet 15.09.2013].

Myhre, R. (1998). *Den norske skoles utvikling*. Oslo: Ad notam Gyldendal.

Naturfag.no (hentet 2013). *Eksamensoppgaver naturfag vg1* [online]. Tilgjengelig: <http://www.naturfag.no/oppgavesamling/vis.html?tid=1998625> [Hentet 13.10.13].

Nelson, J. (2012). *Hur används läroboken av lärare och elever?* I: NorDiNa 2(2), side: 16–27.

- Norge (1869). *Lov om offentlige skoler for den høiere almendannelse : 17. juni 1869*. Christiania.
- Norge (1924). *De høiere almenskoler : lov av 27. juli 1896 med tilleggslover : reglement for årsprøver og avgangsprøvene*. Kristiania: Brøgger.
- Norge (1935). *Lov om høiere almenskoler, datert 10. Mai 1935*. Oslo.
- NOU (1995: 18). ... *og for øvrig kan man gjøre som man vil*. Kirke-, utdannings- og forskningsdepartementet.
- NOU (2003:16). *i første rekke. Forsterket kvalitet i en grunnopplæring for alle*. Utdannings- og forskningsdepartementet.
- NOU (2007: 6). *Formål for framtida. Formål for barnehagen og opplæringen*. Kunnskapsdepartementet.
- Olsen, T. T. S. (2009). *Flervalgsoppgaver og digitale læringsplattformer: En kvalitativ studie av forberedelse til den første delen av skriftlig eksamen i Biologi 2*. Trondheim: NTNU.
- Ohles, F., Ohles, S. M og Ramsay, J. G. (1997). *Biographical dictionary of modern American educators*. Westport, Conn.: Greenwood Press.
- Patton, M. (1990). *Qualitative evaluation and research methods*. Newbury Park: Sage.
- Pedersen, B. (2012). *Truls Øystein Grønneberg* [online]. I: Store norske leksikon. Tilgjengelig: http://snl.no/Truls_%C3%98ystein_Gr%C3%B8nneberg [Hentet 16.03.14].
- Pedersen, B. (2007). *Peter Waage : kjemiprofessoren fra Hydra*. Oslo: Skolelaboratoriet – kjemi, UiO.
- Pedersen, B. (2013). *Moritz Christian Thaulow* [online]. I: Store norske leksikon. Tilgjengelig: http://snl.no/Moritz_Christian_Julius_Thaulow [Hentet 04.03.14].
- Postholm, M. B. (2005). *Kvalitativ metode : en innføring med fokus på fenomenologi, etnografi og kasusstudier*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Ringnes, V. (1993). *Elevers kjemiforståelse og læringsvansker knyttet til kjemibegreper*. Oslo: UiO.

Ringnes, V. (2003). Lærebøker i kjemi gjennom hundre år. I: Åsheim, P. A. (red.) HiT Working Paper, *Science Didactic – Challenges in a period of time with focus on learning processes and new technology*. Porsgrunn, Høgskolen i Telemark.

Ringnes, V. og Hannisdal, M. (2006). *Kjemi fagdidaktikk: Kjemi i skolen*. Kristiansand: Høyskoleforlaget.

Robson, C. (2011). *Real world research : a resource for users of social research methods in applied settings*. Chichester: Wiley.

Rønning, W. M. (2008). *Læreplan, læreverk og tilrettelegging for læring: analyse av læreplan og et utvalg læreverk i naturfag, norsk og samfunnsfag*. Bodø: Nordlandsforskning.

Raaheim, A. og Hauge, H. (2007). Eksamen og eksamensangst. I: Tveit, S. (red). *Elevvurdering i skolen : grunnlag for kulturendring*. Oslo: Universitetsforlaget. Side 66–73.

Selander, S. (1988). *Lärobokskunskap*. Lund: Studentlitteratur.

Sjyvollen, R. B. (2007). Elevens syn på elevvurdering. I: Tveit, S. (red). *Elevvurdering i skolen : grunnlag for kulturendring*. Oslo: Universitetsforlaget. Side 17–28.

Sjøberg, S. (2009). *Naturfag som allmenndannelse : en kritisk fagdidaktikk*. Oslo: Gyldendal akademisk.

Skarpenes, O. (2004). *Kunnskapens legitimering: en studie av to reformer og tre fag i videregående skole*. Bergen: Sosiologisk institutt, UiB.

Skjelbred, D. (2003). *Valg, vurdering og kvalitetsutvikling av lærebøker og andre læremidler* [online]. Tilgjengelig: <http://www-bib.hive.no/tekster/hveskrift/rapport/2003-12/rapport12.pdf> [Hentet 01.10.2013].

Steen, B., Fimland, N. og Juel, L. A. (2011). *Aqua 2 : Kjemi 2 : Grunnbok*. Oslo: Gyldendal Akademisk.

Stortingsmelding nr. 16 (2006–2007). *... og ingen sto igjen. Tidlig innsats for livslang læring*. Kunnskapsdepartementet.

Stortingsmelding nr. 20 (2012–2013). *På rett vei*. Kunnskapsdepartementet.

Stortingsmelding nr. 30 (2003–2004). *Kultur for læring*. Det kongelige utdannings- og forskningsdepartement.

Stortingsmelding nr. 32 (1998–1999). *Videregående opplæring*. Kirke-, utdannings- og forskningsdepartementet.

Strand, S. B. (1996). *Analyse av lærergitt prøver i kjemi 3KJ*. Oslo: UiO.

Sverre Bruun og Olaf Devik: et lærebokjubileum (1964). Oslo: Olaf Norlis forlag.

Telhaug, A. (1997). *Utdanningsreformene : oversikt og analyse*. Oslo: Didakta norsk forlag.

Telhaug, A. (2007). Kunnskapsløftet i et utdanningshistorisk perspektiv. I: Hølleland, H. (red) *På vei mot Kunnskapsløftet : begrunnelser, løsninger og utfordringer*. Oslo: Cappelen akademisk forlag. Side 47–63.

Thaulow, M. C. (1941). *Chemiens Anvendelse i Agerdyrkingen*. Christiania: Johan Dahls Bogtrykkerie.

Thune, C. og Brøndum, S. (2003). *Eksamensformer i det almene gymnasium*. Danmarks Evalueringsinstitutt.

Turmo, A. (1998). *Analyse av lærebøker i natur- og miljøfag*. Oslo: UiO.

Tønnesen, L., K., B. (1995). *Norsk utdanningshistorie: en innføring*. Oslo: Universitetsforlaget.

UiO (hentet 2014). *Deltakere i Skolelaboratoriet* [online]. Tilgjengelig:

<http://www.mn.uio.no/kjemi/forskning/grupper/skole/index.html?vrtx=list-related-persons>

[Hentet 12.03.14].

Utdanningsdirektoratet (2006). *Læreplan i kjemi – programfag i studiespesialiserende utdanningsprogram* [online]. Tilgjengelig: <http://data.udir.no/kl06/KJE1-01.pdf?lang=nob>
[Hentet 05.08.2013].

Utdanningsdirektoratet (2009a). *Eksamen : 02.06.2009 : REA3012 Kjemi 2*.

Utdanningsdirektoratet.

Utdanningsdirektoratet (2009b). *Eksamen : 20.11.2009 : REA3012 Kjemi 2*.
Utdanningsdirektoratet.

Utdanningsdirektoratet (2010a). *Eksamen : 02.06.2010 : REA3012 Kjemi 2*.
Utdanningsdirektoratet.

Utdanningsdirektoratet (2010b). *Eksamen : 23.11.2010 : REA3012 Kjemi 2*.
Utdanningsdirektoratet.

Utdanningsdirektoratet (2011a). *Kunnskap og læringsambisjoner for ungdom i seks land*.
Oslo: Utdanningsdirektoratet.

Utdanningsdirektoratet (2011b). *Den generelle delen av læreplanen* [online]. Tilgjengelig:
http://www.udir.no/Upload/larerplaner/generell_del/generell_del_lareplanen_bm.pdf?epslanguage=no [Hentet 01.08.2013 2013].

Utdanningsdirektoratet (2011c). *Kunnskapsløftet og tolking av læreplanen i naturfag* [online].
Tilgjengelig: <http://www.udir.no/gammeltinnhold/Gamle-lareplanveiledninger/Naturfag/Naturfag/Artikler-niva-1/Kunnskapsloftet-og-tolking-av-lareplanen-i-naturfag/> [Hentet 01.08.2013].

Utdanningsdirektoratet (2011d). *Bakgrunn for Kunnskapsløftet* [online]. Tilgjengelig:
<http://www.udir.no/Lareplaner/Veiledninger-til-LK06/Veiledning-i-lokalt-arbeid-med-lareplaner/Artikler/Bakgrunn-for-Kunnskapsloftet/> [Hentet 01.08.2013].

Utdanningsdirektoratet (2011e). *Prinsipper for opplæringen* [online]. Tilgjengelig:
http://www.udir.no/upload/larerplaner/fastsatte_lareplaner_for_kunnskapsloftet/prinsipper_lk06.pdf?epslanguage=no [Hentet 05.08.2013].

Utdanningsdirektoratet (2011f). *Eksamen : 24.05.2011 : REA3012 Kjemi 2*.
Utdanningsdirektoratet.

Utdanningsdirektoratet (2011g). *Eksamen : 22.11.2011 : REA3012 Kjemi 2*.
Utdanningsdirektoratet.

Utdanningsdirektoratet (2012a). *Eksamen : 24.05.2012 : REA3012 Kjemi 2*.
Utdanningsdirektoratet.

Utdanningsdirektoratet (2012b). *Eksamen : 23.11.2012 : REA3012 Kjemi 2*.

Utdanningsdirektoratet.

Utdanningsdirektoratet (2013a). *Læringsresultater – Eksamen programfag* [online].

Tilgjengelig:

<http://skoleporten.udir.no/rapportvisning.aspx?enhetsid=00&vurderingsomrade=11&underomrade=18&skoletype=4&trinn=0&periode=2007-2012&orgAggr=A&program=-&diagramtype=tabell&fordeling=2&artikkelvisning=False&indikator=&stmtall=ANT#rapport> [Hentet 24.09.13].

Utdanningsdirektoratet (2013b). *Eksamensveiledning – om vurdering av eksamensbesvarelser* [online]. Tilgjengelig:

<https://pgsf.udir.no/dokumentlager/DokumenterAndre kataloger.aspx?proveType=Ev> [Hentet 10.10.13].

Utdanningsdirektoratet (2013c). *Eksamen : 24.05.2013 : REA3012 Kjemi 2 : Del 1 og Del 2*.

Utdanningsdirektoratet.

Valdermo, O. (1995). *Hvem sine interesser og hvem sine behov er nedfelt i kjemifaget i den videregående skole?* Tromsø: Institutt for matematiske realfag.

Wahl, A. (2009). *"Kan du velge fysikk uten å vite hva det er?" en undersøkelse av fysikkens posisjon i naturfaget*. Trondheim: NTNU.

Webb, N. L. (1997). *Criteria for Alignment of Expectations and Assessments in Mathematics and Science Education*. Council of Chief State School Officers and National Institute for Science Education Research Monograph. No 6. Madison: University of Wisconsin, Wisconsin Center og Education.

Webb, N. L. (2002). *Depth of Knowledge for four content areas* [online]. Tilgjengelig:

http://www.bullittschools.org/tis/curriculummap/DOK/DOK_ContentAreas.pdf [Hentet 12.12.13].

Vedlegg 1: Samtykkeerklæring

Trondheim 21/01-2013

Margrete Baardsgaard

e-post: margrba@stud.ntnu.no

Telefon: 988 91 275

Kjære lærere i Kjemi 2

Forskningsprosjekt om undervisning i Kjemi 2

I forbindelse med masteroppgave i kjemifagdidaktikk ved NTNU som omhandler hva som er styrende for undervisningen i Kjemi 2, vil jeg gjennomføre intervjuer med lærere i faget, samle inn periodeplaner, innleveringer, prøver og tentamener.

Intervjuene vil bli tatt opp, men slettes når prosjektet er ferdig. Intervjuene og materialet som blir samlet inn vil bli behandlet og presentert på en slik måte at det ikke vil være mulig for andre å vite hvilke lærere som har deltatt i undersøkelsen eller hvilke skoler de tilhører.

Dersom du har noen spørsmål, eller vil vite mer om hva intervjuene eller det innsamlede materialet skal brukes til, må du bare ta kontakt per telefon eller e-post.

Jeg ber dermed om å få din tillatelse til å gjennomføre intervjuet og samle inn materiale til bruk i dette forskningsprosjektet. Dette gjøres ved første intervju hvor jeg ber om din underskrift på dette skjemaet.

Med vennlig hilsen

Margrete Baardsgaard.

Jeg gir med dette mitt samtykke på at opplysninger, som beskrevet ovenfor, kan benyttes i forskningsarbeidet med masteroppgaven til Margrete Baardsgaard.

Sted, dato

Underskrift

Vedlegg 2: Intervjuguide

Intro

- Navn?
- Utdanning?
- Hvor lenge har du undervist kjemi?

Periodeplan: ”Hva legger du vekt på i utforming av periodeplan?”

- Hvordan fordeles hovedområdene i læreplanen?
- Er noen hovedområder med omfattende/viktigere enn andre?

Undervisning: ”Hva legger du vekt på når du planlegger undervisningen?”

- Hvilke verktøy bruker du? (lærebok/læreplan/eksamen/annet)
- Er avsluttende eksamen styrende for hva du underviser? Eller hva som vektlegges i undervisningen?
- Underviser du hele læreplanen?
- Hovedområdene Forskning og Materialer er nye gjennom Kunnskapsløftet 06. Hvordan får elevene kjennskap til dette hovedområdet?

Vurdering: ”Hvordan utformes prøver/tentamener i forhold til innhold?”

- Eksamenssettene gitt etter innføringen av LK06 tester ikke elevene i alle kompetansemål. Hovedområdene testes dessuten i ulik grad. Hva synes du om dette?
 - o Påvirker dette din undervisning?
 - o Er det viktigere å undervise elevene i kompetansemål som oftere blir testet ved eksamen?

Vedlegg 3: Utdrag fra undervisningsplanen av 1885

Undervisningsplan for Middelskolerne og Gymnasierne : vedtaget den 1ste Marts 1885.²⁴⁷

Side 53:

Naturvidenskab.

«Diciplene bør derhos besitte Kjendskab til det væsentligste af den anorganiske Kemi og Mineralogien, samt til Grundtrækene af Dyr – og Planterigets Systematik og Fysiologi.»

«Følgende læreplan opstilles:

Kl. I (6 Timer):

Fysik og Kemi (6 Timer; i 2 Sommermaaneder 4 Timer)»

«Kl. II (5 Timer):

Fysik, Kemi og Mineralogi (4 Timer; i 2 Sommermaaneder 3 Timer). Fysiken og Kemien fortsættes»

«Kl III (4 Timer):

Fysik, Kemi og Mineralogi (3 Timer). Afslutning og Repetition.»

²⁴⁷ KUD (1885).

Vedlegg 4: Utdrag fra undervisningsplanen av 1899 (side 60–63)

Undervisningsplan for gymnasiet, i henhold til Lov om høiere almenkoler af 27de juli 1896 §11 : vedtaget 5te december 1899 af Kirke- og undervisningsdepartementet som gjældende indtil videre.²⁴⁸

²⁴⁸ KUD (1899).

Norges og de vigtigste landes økonomiske forhold med kort repetition af topografien. Almindelig repetition.

Naturfag.

Lovens fordringer angaaende naturkundskab i gymnasier:

Kjendskab til de vigtigste kemiske love, til dyrs og planters udvikling og liv samt til grundtrækkene af menneskets fysiologi og sundheds-lære. For reallinjen desuden nærmere kjendskab til fysiken.

Kemi.

1ste klasse (4 timer ugentlig 1ste halvaar, 2 timer 2det halvaar.)

Undervisningen i kemi bør paa det første trin gennemgaaende støtte sig til eksperimenter, og den bør derfor som regel foregaa i skolens kemiske arbejdsrum; enhver skole maa være udstyret med et saadant.*)

Skal tiden strække til, maa alle eksperimenter være omhyggelig forberedte.

En lærebog, afpasset efter undervisningsplanen, bør eleverne benytte, men væsentlig kun som middel til at undgaa notering under det foredrag, hvormed læreren ledsager eksperimenterne, samt som støtte ved repetition.

Lekser gives ikke om stoffer, før disse har været fremviste, delvis fremstillede, og deres vigtigste egenskaber har været omhandlede.

*) En af skolens faglærere maa her være den raadende og ansvarshavende, der sørger for, at de nødvendige apparater og kemikalier til enhver tid forefindes.

En kortere tid i begyndelsen af timen anvendes til eksamination efter bogen i det i den foregaaende time gennem eksperimenter og demonstration gennemgaaede.

Under særlig gunstige omstændigheder (naar man har et godt kuld elever, og disses antal er ringe) anbefales den ordning, at eleverne selv faar anledning til under lærerens veiledning og umiddelbare tilsyn at udføre en del af de lettere eksperimenter.

Før man begynder paa gennemgaaelsen af de enkelte grundstoffer og deres forbindelser, bør man anvende nogle timer til indledende eksperimenter og forklaringer. Herunder paaviser man forskjellen mellem mekaniske blandinger og kemiske forbindelser, indfører begreberne atom og molekyl, affinitet; omhandler atomtegnene og atomvægterne, saa vidt at eleverne kan forstaa betydningen af en kemisk formel og en kemisk ligning; forklarer materiens konstans.

Af elementerne gennemgaaes kun et udvalg. Af ikke-metaller: surstof, vandstof, kvælstof, svovl, klor, jod, kulstof, fosfor, silicium. (Arsenik og borsyre fremvises, og deres egenskaber, anvendelse og sammensætning omtales.)

Under kulstoffets kemi gennemgaaes først kuldioxyd, kuloxyd, sumpgas, æthylen, acetylen og lysgas samt petroleum; her falder det naturligt at indskyde et kapitel om brændematerialer og belysningsstoffer. Dernæst behandles i korthed: kulhydrater (stivelse, dextrin, rørsukker, melkesukker, druesukker), alkoholer (gjæring, vin, øl, spiritus, brød), eddikesyre, melkesyre, fede syrer og fedtstoffer (lys- og sæbefabrikation); eggehvidestoffer, lidt om amider og amidosyrer.

Af metaller omhandles kalium, natrium, calcium, aluminium, magnesium, zink, jern, tin, bly, kobber, kviksølv, sølv og guld (platina nævnes). Eleverne bør dog vide, at der findes mange andre grundstoffer, og at flere af de om-

handlede er at anse som repræsentanter for hele grupper; saaledes maa under jernets gruppe nikkellortelig omhandles, ligesom manganets hyperoxyd, brunsten, maa gennemgaaes.

Forud for gennemgaaelsen af de enkelte metaller bør gaa en indledning, der omhandler metallernes almindelige egenskaber, forekomst og (for de vigtigstes vedkommende) udvinding; her kan ogsaa hensigtsmæssig indskydes et afsnit om saltene. Der bør forøvrigt intet være til hinder for, at læreren, istedenfor under hvert enkelt af de gennemgaaede metaller at behandle deres forskellige salte, under behandlingen af de enkelte syrer gennemgaaer disses vigtigste metalsalte.

Af de metaller, hvis behandling efter det ovenstaaende indgaaer under undervisningsplanen, gennemgaaes kun forbindelser, der har større praktisk betydning eller er af speciel teoretisk interesse. Idetheletaget bør man under gennemgaaelsen af de enkelte grundstoffer og ellers, naar dertil er anledning, specielt fæste elevernes opmærksomhed ved de kemiske processer, der spiller en rolle i menneskets og naturens husholdning.

Den nye skolelov medtager ikke mineralogien blandt gymnasiets fag; det er dog en selvfølge, at man under gennemgaaelsen af siliciums kemi maa fremvise og omhandle bjergkrystal, kvarts osv., under calcium kalkspat, gips og apatit; under magnesium bør gennemgaaes talk, serpentin, augit og hornblende, under aluminium feldspatterne, glimmer og ler. Under gennemgaaelsen af de tunge metaller maa man medtage deres vigtigste ertser (jernglans med rødjernsten, magnetjernsten, brunjernsten, svovlkis, blyglans, zinkblende, tinsten, kobberkis og muligens nogle flere). Man bliver saaledes ogsaa ledet til kortelig at omhandle de egenskaber, mineralogen støtter sig til ved mineralernes bestemmelse: haardhed, glans, krystalform, gennemgange osv. Den

tid, der er tilmaalt undervisningen i kemi, vil dog neppe tillade nogen grundigere behandling af disse emner; af kystalografien kan der kun blive tale om at meddele de aller-enkleste hovedtræk.

Naar det hele kemipensum er gennemgaaet eksperimentalt, er tiden kommen til en mere systematisk behandling af den teoretiske kemi. Selvfølgelig har dog læreren tidligere ved enhver hensigtsmæssig anledning, der har frembudt sig under det eksperimentale kursus, dels ladet eleverne selv udlede, dels paavist for dem de generelle love, der kan deduceres af eksperimenterne.

Under den teoretiske undervisning gennemgaaes:

Varmeudviklingen ved kemiske forbindelsers dannelse.

Temperaturens, opløselighedsforholdenes og flygtighedsforholdenes indflydelse paa affiniteten.

Loven om faste og multiple forhold i forbindelsen.

Atomteorien.

De kemiske formler og ligninger; hertil knyttes lette beregningsopgaver. (Saadanne kan der dog allerede være anledning til at gennemgaa enkeltvis under det eksperimentale kursus.)

Grundstoffernes valens.

Menneskets fysiologi og sundhedslære.

(1ste klasse, 2 timer ugentlig eller ca. 36 timer i 2det halvaar.)*)

*) Der bør intet være til hinder for, at enkelte af disse timer henlægges til kemiundervisningen, om erfaringen skulde vise, at en saadan ordning var ønskelig. — Samme lærer bør undervise i kemi, fysiologi og sundhedslære.

Vedlegg 5: Utdrag fra undervisningsplanen av 1911 (side 107–111)

Undervisningsplan for gymnasiet. Vedtat 23. februar 1911 av Kirke- og undervisningsdepartementet i henhold til § 11 i lov om høiere almenkoler av 27. juni 1896.²⁴⁹

²⁴⁹ KUD (1911).

V.

Plante- og dyregeografi. Indvandringen av plantene siden istiden, plantenes nuværende karakter (geografisk set). Dyrenes utbredelse, faunaens ændringer.

Skogbruk og landbruk i Norge kan behandles under dette avsnit eller muligvis bedre under avsnit III.

VI.

Menneskets første optræden her i landet.

Der foreligger for nærværende ingen lærebok som vil kunne tilfredsstille kravet til en saadan fremstilling av fædrelandets geografi. Til veiledning for en vordende læreboksforfatter bemerkes at den ovenstaaende plan ikke er at betragte som obligatorisk, hverken med hensyn til stoffets anordning eller til dets enkeltheter. Den tjener kun til at antyde hvorledes den kan tænkes lagt.

Hvad angaar den matematiske geografi, som bare skal læses i realgymnasiet paa øverste trin med 1 time ukentlig, da har man tænkt sig at en lærebok i omfang omtrent som Alexanders vil kunne vise sig passende.

Naturfag.

Lovens fordringer angaaende naturkundskap i gymnasiet er:

Kjendskap til de vigtigste kemiske love, til dyrs og planters utvikling og liv, samt til grundtrækkene av menneskets fysiologi og sundhetslære. For reallinjen desuten nærmere kjendskap til fysikken.

Kemi.

Iste klasse (4 timer ukentlig 1ste halvaar, omtr. 2 timer 2det halvaar).

Undervisningen i kemi bør gjennemgaaende støtte sig til eksperimenter, og den bør derfor som regel foregaa i skolens kemiske arbeidsrum; enhver skole maa være utstyrt med et saadant¹.

Skal tiden strække til, maa alle eksperimenter være omhyggelig forberedt.

En lærebok avpasset efter undervisningsplanen bør elevene benytte, men væsentlig kun som en hjelp for at undgaa notering under det foredrag hvormed læreren ledsager eksperimentene, samt som støtte ved repetitionen.

Lekser gives ikke om stoffer før disse har været fremvist, delvis fremstillet, og deres viktigste egenskaper har været omhandlet. Til supplerung av undervisningen maa det anbefales at der av og til gives elevene anledning til at eksperimentere selv — i eller utenfor skoletiden — om mulig i to sammenhengende timer.

Før man begynner paa gjennemgaaelsen av de enkelte grundstoffer og deres forbindelser, bør man anvende nogen timer til indledende eksperimenter og forklaringer. Herunder behandler man forskjellen mellem mekaniske blandinger og kemiske forbindelser, begrepene element og sammensat stof, affinitet, de konstante forhold i forbindelsene, forbindelsesvegter, kemisk tegn og kemisk formel som uttryk for de vektforhold hvori elementene indgaar i forbindelsen, kemisk ligning, materiens konstans. Efterhaanden som man saa videre under behand-

¹ En av skolens faglærere maa her være den raadende og ansvarshavende, som sørger for at de nødvendige apparater og kemikalier til enhver tid forefindes.

ling av grundstoffene og deres forbindelser indarbeider nye kemiske begreper, fremstilles enkelte andre vigtige hovedtræk av den teoretiske kemi: loven om de multiple forhold i forbindelsen, atomteorien, Avogadros lov, valens, varmetvikling (eller forbruk av varme) ved kemiske omsætninger, temperaturens, oppløselighetsforholdenes og flygtighetsforholdenes indflydelse paa affiniteten, litt om dissociationen. Til yderligere indøvelse av det kemiske tegnsprog knytter man til bruken av de kemiske formler og ligninger lettere beregningsoppgaver. Syre, base, salt defineres. Til slut — naar hele kemipensumet er gjennomgaaet — gir man en mere sammenhengende og systematisk fremstilling av de behandlede punkter av den teoretiske kemi.

Av elementene gjennomgaaes kun et utvalg. Av ikke-metaller: surstoff, vandstoff, kvælstof, svovel, klor, jod, kulstoff, fosfor, silicium (arsenik og borsyre fremvises, og deres egenskaper, anvendelse og sammensætning omtales).

Under kulstoffets kemi gjennomgaaes kuldioksyd, kuloksyd, sumpgas, æthylen, acetylen og lysgas samt petroleum; her falder det naturlig at indskytte et kapitel om brændematerialer og belysningsstoffer. Endvidere behandles i korthet: kulhydrater (stivelse, dekstrin, rørsukker, melkesukker, druesukker), alkoholer (gjæring og fermentvirkning, vin, øl, spiritus, brød), eddiksyre, melkesyre, fete syrer og fettstoffer (lys- og sæpefabrikation); eggehvitestoffer, litt om amider og amidosyrer.

Av metaller omhandles: kalium, natrium, kalcium, aluminium, magnesium, sink, jern, tin, bly, kobber, kviksølv, sølv og guld (platina og radium nævnes). Elevene bør dog vite at der findes mange andre grundstoffer, og at flere av de omhandlede er at anse som

repræsentanter for hele grupper; saaledes maa under jernets gruppe nikkell kortelig omhandles, likesom manganets hyperoksyd, brunsten, maa gjenneingaaes.

Av de metaller hvis behandling efter det ovenstaaende indgaar under undervisningsplanen, gjenneingaaes kun forbindelser som har større praktisk betydning eller er av speciel teoretisk interesse. I det hele tat bør man under gjenneingaaelsen av de enkelte grundstoffer, og ellers naar dertil er anledning, specielt fæste elevenes opmerksomhet ved de kemiske processer som spiller en rolle i menneskets og i naturens husholdning.

Læreren stilles frit i valget av den rækkefølge hvori de forskjellige grundstoffer kommer til behandling, likesaa avgjør han om han ved gjenneingaaelsen av de enkelte elementer vil la fremstillingen av selve elementet, dets egenskaper og affinitetsforhold komme først eller heller anvende en typemetode, saaledes eksempelvis indlede behandlingen av klor og dets forbindelser med en undersøkelse av en almindelig kjendt klorforbindelse som koksaltet, hvorfra man naturlig gaar over til saltsyre og endelig til klor og klorider i sin almindelighet.

Skoleloven medtar ikke mineralogien blandt gymnasiets fag; det er dog en selvfølge at man under gjenneingaaelsen av siliciums kemi maa fremvise og behandle bergkrystal, kvarts o. s. v., under kalcium kalkspat, gips og apatit; under magnesium bør gjenneingaaes talk, serpentin, augit og hornblende; under aluminium feltspattene, glimmer og ler. Under gjenneingaaelsen av de tunge metaller maa man medta deres viktigste ertser (jærnglans med rødjernsten, magnetjernsten, brunjernsten, svovlkis, blyglans, sinkblende, tinsten, kobberkis og muligens nogen flere). Man blir saaledes ogsaa ledet til kortelig at behandle de egenskaper

mineralogen støtter sig til ved mineralenes bestemmelse: haardhet, glans, krystalform, gjennemganger o. s. v. Den tid som er tilmaalt undervisningen i kemi, vil dog neppe tillate nogen grundigere behandling av disse emner; av krystalografien kan der kun bli tale om at meddele de allerenkleste hovedtræk.

Menneskets fysiologi og sundhetslæren.

(1ste klasse omtr. 2 timer ukentlig eller omtr. 36 timer i 2det halvaar).¹

Undervisningen i fysiologi og hygiene henlægges til 2det halvaar i 1ste gymnasieklasse.

Noget fuldstændig kursus i menneskets fysiologi vil der ikke godt kunne bli tale om at gjennemgaa; enkelte kapitler av fysiologien er efter sin natur litet skikket til at omhandles i skolen; andre kapitler vil dels være for vanskelige i og for sig, dels være for litet gjennearbeidet til at egne sig som undervisningsobjekt i gymnasiet; det timetal som er faget tilmaalt, forbyder ogsaa en fuldstændig behandling. Man er derfor henvist til at gjøre et hensigtsmæssig utvalg.

Mens nervesystemets fysiologi kun kan gjennemgaaes i største korthet, synes ernæringsfysiologien og stofvekslingen av mange grunde at fremstille sig som den disciplin der fortrinsvis bør bli gjenstand for tilegnelse; ved siden derav vil ogsaa aandedrættets fysiologi og blodets sammensætning danne hovedpunkter for undervisningen.

¹ Der bør intet være til hinder for at enkelte av disse timer henlægges til kemiundervisningen, om erfaringen skulde vise at en saadan ordning var ønskelig. — Samme lærer bør undervise i kemi, fysiologi og sundhetslære.

Vedlegg 6: Utdrag fra undervisningsplanen av 1950 (direkte sitert, side 88–89)

Undervisningsplaner.²⁵⁰

Kjemi og fysiologi.

Mål.

Kjennskap til de viktigste kjemiske teorier og lover, noen av de viktigste kjemiske stoffer, særlig de uorganiske, og kjennskap til noen av de viktigste kjemiske reaksjoner.

Pensum.

Uorganisk kjemi: Av begreper, lover, teorier og annet teoretisk stoff tar en med: Kjemisk forandring. Kjemisk sammenbinding. Mekanisk blanding. Loven om stoffmengders konstans. Loven om det konstante forhold. Atom- og molekylteori. Avogadros lov. Kjemiske tegn og formler. Valens. Affinitet. Uttrykk for kjemiske reaksjoner (reaksjonsskjemaer, likninger). Ekvivalensvekt. Enkle kjemiske utregninger. Varmetoning ved kjemiske reaksjoner. Joneteori. Syrer, baser og salter. Katalyse. Litt om kjemisk likevekt. Litt om radioaktivitet. Litt om slektskapet mellom grunnstoffene.

Av grunnstoffene tar en med: surstoff, vannstoff, klor, brom, jod, fluor. Svovel, kvelstoff, et par edelgasser, fosfor, arsen, bor, silisium, kullstoff, natrium, kalium, kalsium, radium, magnesium, sink, aluminium, jern, nikkel, krom, mangan, molybden, wolfram, tinn, bly, titan, kopper, kvikksølv, gull, platina. En del av disse grunnstoffene kan en bare omtale ganske kort.

Av kjemiske reaksjoner og kjemiske sambindinger fra den uorganiske kjemi tar en bare med slike som har særlig stor pedagogisk, praktisk eller teoretisk interesse. En må unngå slikt stoff som ikke kan bli annet en pugg. Særlig stor vekt må en legge på oksydasjoner, reduksjoner, og nøytralisasjon mellom syre og base. I forbindelse med disse siste reaksjoner tar en med litt titreranalyse. Noen få eksempler fra norsk kjemis industri (f.eks. salpeter og aluminium).

I forbindelse med silisiums kjemi og metallenes kjemi tar en med en del av de viktigste mineraler. En gir de aller enkleste hovedtrekk av krystallografien, og omtaler ganske kort de viktigste av de egenskapene ved mineralene som en bruker når en skal bestemme dem: krystallform, farge, glans, hardhet, strek, og egenvekt.

²⁵⁰ KUD (1950).

Organisk kjemi: i forbindelse med kullstoffets kjemi tar en med: Noen kullvannstodder. Et par alkoholer. Kullhydrater (druesukker, melkesukker, rørsukker, stivelse, cellulose, glykogen, hydrolyse, gjæring). Estere, fett og hydrolyse av fett. Såpe. Enkelte kvelstoffholdige organiske stoffer, vesentlige eggehvitestoffer og enkelte av deres kløyvingsprodukter. Lysgass. Steinkulltjære. Jordolje. Flammen (stearinlys-, lysgass- og vedflammen).

I forbindelse med den organiske kjemi blir det naturlig å gjennomgå en del grunnstoffers kretsløp fra jord, sjø og luft gjennom planter og dyr og tilbake til jord, sjø og luft. Samtidig fester en oppmerksomheten på den energivandringen som er knyttet til dette kretsløpet, og påviser den store rolle bakterier spiller. Særlig vekt må en legge på kullsyreassimilasjonens kjemi.

Vedlegg 7: Utdrag av læreplanen av 1976 (side 30–32, 37–40)

Læreplan for den videregående skole : Del 3a Studieretning for allmenne fag : Mars 1976.²⁵¹

²⁵¹ KUD (1976).

Kjemi

Kurs på 3 uketimer

1. GENERELL INFORMASJON

Kurset er et av studieretningsfagene på naturfaglinjen. Det er på 3 timer og bygger på kjemidelen (kjernestoffet) i Naturfag, som er lest i 1. år.

Kurset er et selvstendig og avsluttet kurs, men danner også grunnlaget for en videregående kursenhet på 5 timer, som leses i 3. år. Til sammen danner disse to kurs et studieretningskurs på 8 timer.

2. MÅL

Gjennom arbeidet med faget kjemi skal elevene få

- innsikt i og forståelse av faget, skjerpet iaktakelsesevne og øvelse i kritisk vurdering av de eksperimenter som utføres,
- en viss øvelse i bruk av vanlig kjemisk laboratorieutstyr og enklere kjemisk apparatur,
- en viss fortrolighet med det periodiske system og kjennskap til viktige kjemiske teorier og lover og derigjennom en oversikt over og forståelse av en del vanlige grunnstoffers kjemiske egenskaper,
- forståelse av at kjemiske forbindelser er byggesteiner i levende organismer, og at kjemiske reaksjoner danner grunnlag for livsprosessene.

2.1. Kommentar til målet

Undervisningen i 3-timers kurset i kjemi må føre videre de prinsipper en bygger på i målet for den kjemiske delen av Naturfag. Elevenes kunnskaper, innsikt og forståelse skal imidlertid utvides noe, og elevene må gis anledning til å arbeide mer selvstendig.

3. EMNEPLAN

3.1. Målets konsekvenser for utvalg av fagstoff

For å kunne realisere målet for undervisningen må det tas med emner fra både generell, organisk og uorganisk kjemi. En del av emnene må gis en grundigere behandling, f.eks. det periodiske system, bindingsteori, redoksreaksjoner og kjemisk likevekt. Innenfor de hovedområder som er nevnt ovenfor, må en del av emnene gjennomgås i elevøvinger og demonstrasjoner. Lærestoffet må også gi grunnlag for løsning av enkle kjemiske problemer og regneoppgaver, og det bør i så stor grad som mulig være knyttet til eksempler fra dagliglivets kjemi.

3.2. Emneliste

GENERELL KJEMI

Utvidet behandling av atom- og bindingslæren

- kovalent binding og enkle molekylers romlige bygning
- polaritet og dipol
- ioniseringsenergi
- elektronaffinitet
- elektronegativitet
- ionebinding
- krefter mellom molekyler
- metallbinding

Litt om aggregattilstander

Kvantitative forhold ved kjemiske omsetninger

- masse og stoffmengde, enheten mol
- volumforhold ved gassreaksjoner
- støkiometri
- konsentrasjon i løsninger

Energiforhold ved kjemiske reaksjoner

Reaksjonshastighet og katalyse

Kjemisk likevekt

- homogene likevekter i gass og vannløsning
- massevirkningsloven med regneeksempler
- protolyselikevekt i vannløsning
- pH-begrepet, pH-beregning, pH-bestemmelse

Reduksjon og oksydasjon

- generelt om reduksjon og oksydasjon, oksydasjonstall
- vanlige reduksjonsmidler og oksydasjonsmidler
- "spenningsrekken"

ORGANISK KJEMI

Inndeling i klasser etter typer av funksjonelle grupper

- hydrokarboner (mettede og umettede)
- alkoholer (primære, sekundære, tertiære, enverdige og flerverdige)
- aldehyder, ketoner, karboksylsyrer og estere (herunder litt om fett)
- aminosyrer og proteiner
- karbohydrater

UORGANISK KJEMI

Det gis en kortfattet behandling av følgende grunnstoffer og deres viktigste forbindelser:

- ikke-metallene
hydrogen, edelgassene, halogenene, oksygen, svovel, nitrogen, fosfor og karbon
- metallene
natrium, kalium, magnesium, kalsium, aluminium, kobber, sølv, sink, kvikksølv, jern, tinn og bly

Kjemi

Kurs på 5 uketimer

1. GENERELL INFORMASJON

Kurset er et av studieretningsfagene på naturfaglinjen. Det er på 5 time og er en fortsettelse av 3-timerskurset. Da disse to til sammen utgjør et 8-timerskurs, kan en ikke velge 5-timerskurset uten at en først har gjennomgått 3-timerskurset.

2. MÅL

Gjennom arbeidet med faget kjemi skal elevene

- få kunnskaper om de teoretiske hovedprinsipper og de eksperimentell metoder som ligger til grunn for de emner som er nevnt i emneplanen
- få praktisk opplæring i enklere kjemisk laboratoriearbeid og øvelse i å finne fram i litteraturen (både reint faglige og andre kilder),
- få økt ferdighet i å arbeide systematisk og selvstendig.

2.1. Kommentar til målet

Hensikten med kurset er i første rekke at elevene skal få en dypere forståelse av og innsikt i de emner som er behandlet i de to første år.

Ved bruk av friere arbeidsformer i undervisningen, som f.eks. gruppearbeid, diskusjoner, langlekser, eget arbeid i laboratoriet og selvstudium, skal eleven få opplæring i å arbeide systematisk og selvstendig.

3. EMNEPLAN

3.1. Målets konsekvenser for utvalg av fagstoff

De emner som fagplanen inneholder, må gi anledning til mer laboratoriearbeid enn tidligere. I tillegg må utvalget av fagstoffet gi dypere innsikt i og forståelse av det tidligere innlærte stoff. For å oppnå dette har en derfor valgt å ta med kvalitative og kvantitative analyser og synteser. Disse er valgt fra både organisk og uorganisk kjemi.

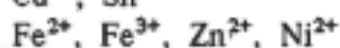
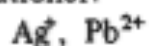
For å gi anledning til friere arbeidsformer er stoffet delt i kjernestoff og tilvalgsstoff. Under tilvalgsstoffet skal elevene utføre en spesialoppgave.

3.2. Emneliste

KJERNESTOFF

Kvalitativ uorganisk analyse kan begrenses til følgende ioner:

Kationer:



Anioner:



Teori: ioneprodukt
løselighetsprodukt
kompleksdannelse
buffersystemer
redoksreaksjoner

Kvantitativ uorganisk analyse

Vektanalyser.

Eksempler: Bestemmelse av krystallvann, termisk spalting av hydrogenkarbonat, karbonat og klorat.

Felling av for eksempel: AgCl , Ag_2CrO_4 , BaSO_4 , CaSO_4 , MgNH_4PO_4

Teori: støkiometriske beregninger
løselighetsprodukt

Titreranalyse:

syre- basetitrering

fellingstitrering

redokstitrering

Teori:

titrerkurver

indikatorer

mer kompliserte redoksreaksjoner

(manganometri, jodometri og systemer der kromat eller dikromat inngår)

Kvalitativ organisk analyse

Grunnstoffanalyse:

karbon
hydrogen
nitrogen } (læreremonstrasjon)
klor

Påvisning av umettethet

Påvisning av funksjonelle grupper:

alkoholgruppe
karbonyl (aldehyd, keton)
karboksylsyregruppe
amin

Teori: omtale av de funksjonelle grupperes viktigste egenskaper

Organiske synteser

Eksempler: alkohol
aldehyd
keton
amin
karboksylsyre
estere
halogensubstituerte hydrokarboner
plast

Teori: omtale av de viktigste organiske reaksjonstyper:

addisjon
substitusjon
eliminering
fri radikalreaksjon
oksydasjon

Spesielle eksempler på slike reaksjonstyper kan være kondensasjon, hydrolyse, polymerisering.

Radioaktivitet

En kortfattet framstilling av naturlig og kunstig radioaktivitet

Elektrokjemi

Elektrolyse
galvaniske elementer

Tilvalgsstoff

Forslag til emner:

Kvalitativ analyse:

analyse etter en utvidet analysetabell
påvisning av grunnstoffer i en prøve tatt fra naturen

Kvantitativ analyse:

analyse av drikkevann

analyse av sjøvann
bestemmelse av syrer i blanding
bestemmelse av løselighetsprodukt
bestemmelse av jern i en stållegering
kolorimetri

Separasjoner:
fraksjonert destillasjon av jordolje
ionebytte
kromatografi
sublimasjon
ekstraksjon

Organisk kjemi:

nærmere studium av en eller flere grupper organiske stoffer, f.eks.
karbohydrater, karboksylsyrer, aminer osv.
emner fra biokjemien
emner fra stereokjemien

Fysikalsk kjemi:

spektroskopi
radioaktivitet
reaksjonshastighet
emner fra elektrokjemien
osmose
utvidet bindingslære

Energiomsetning ved kjemiske reaksjoner (kalorimetri)

Eksempler: syre–basenøytralisering
redoksreaksjoner
fellingsreaksjoner

Molekylvektbestemmelser:

Victor Meyers metode
kokepunktshævning
frysepunktssenkning

Industrikjemi:

petrokjemi
plastkjemi
cellulosekjemi
kunstgjødsel
nærings- og nytelsesmiddelindustri
vaskemidler
maling
elektrometallurgisk industri

Kjemisk forurensning av naturen

Vedlegg 8: Utdrag fra læreplanen av 1994 (mål for studieretningsfagene 2KJ og 3KJ er direkte sitert).

Læreplan for videregående opplæring : Kjemi : Studieretningsfag i studieretning for allmenne, økonomiske og administrative fag.²⁵²

Kapittel 2: Mål og hovedmomenter

2.1 Felles mål for studieretningsfaget kjemi

Elevene skal

kjenne kjemifagets terminologi og grunnleggende teorier og modeller og kunne bruke disse på eksempler fra natur, hverdag og kjemisk produksjon

kunne utføre forsøk innen de ulike områder av faget og kunne arbeide nøyaktig på en sikker måte

kunne behandle data, presentere resultater av undersøkelser og kunne vurdere både data og resultater med hensyn til pålitelighet

kunne innhente informasjon fra ulike kilder

kunne bruke kjemikunnskaper i nye situasjoner

kunne omgås kjemikalier på en forsvarlig måte og ha kjennskap til eventuelle helsemessige og miljømessige konsekvenser ved bruk av enkelte kjemikalier i hverdag og arbeidsliv

kjenne til aktuelle tiltak for å hindre eller redusere kjemisk forurensning

ha kjennskap til problemer knyttet til ressursbruk lokalt, nasjonalt og globalt

kjenne til bruk av kjemi i lokalt eller regionalt næringsliv

kunne vurdere kjemifagets betydning økonomisk, teknologisk og i hverdagen

kunne drøfte etiske spørsmål i forhold til det å ha og bruke kunnskaper i kjemi

kjenne til trekk ved kjemiens historie

kunne bruke tilgjengelig informasjonsteknologi i arbeid med faget

kunne ta ansvar for egen læring og vise kreativitet i møte med faglige utfordringer

kunne bruke erfaringer og kunnskaper tverrfaglig, og i samarbeid med andre

ha evne til å stå for egne meninger og begrunne egne valg, og ha respekt for andres synspunkter

²⁵² KUD (1996).

uavhengig av bakgrunn, livsfase, kjønn og religion

2.2 Kjemi 2KJ

Mål 1

Elevene skal kunne utføre forsøk på en sikkerhetsmessig forsvarlig måte og kunne observere, tolke og presentere resultatene

Hovedmomenter

Elevene skal

- 1a kunne planlegge og begrunne enkle forsøk
- 1b kunne utføre forsøk på en nøyaktig og sikker måte
- 1c kunne observere systematisk og kunne reflektere over det de observerer
- 1d kunne bearbeide og tolke måleresultater og kunne vurdere feilkilder
- 1e kunne presentere resultater både i muntlig og skriftlig form

Mål 2

Elevene skal ha kunnskaper om symboler og modeller som beskriver stoffer og atomer i ulike kjemiske tilstander, og kjenne egenskapene til sentrale kjemiske forbindelser

Hovedmomenter

Elevene skal

- 2a kunne utføre en syntese og kunne forstå at det er dannet et nytt stoff ved kjemiske reaksjoner
- 2b kunne forklare hva som menes med naturlig forekommende stoffer og syntetiske eller kunstige stoffer
- 2c kunne gjøre rede for forskjellen på blandinger og rene stoffer
- 2d kunne bruke periodesystemet til å vurdere sammensetning og bindingstyper i kjemiske forbindelser
- 2e kunne forklare kjemiske bindingers betydning for stoffers egenskaper
- 2f kunne bruke grunnleggende regler for uorganisk nomenklatur

Mål 3

Elevene skal kunne beskrive stoffer, deres tilstand, mengder og reaksjoner

Hovedmomenter

Elevene skal

- 3a kunne bruke kjemiske formler med angivelse av ulike stoffers tilstand (s), (l), (g) og (aq)
- 3b kjenne til grunnstørrelsen stoffmengde og kunne foreta enkle beregninger med atommasse, formelmasse og molar masse
- 3c kunne sette opp enkle reaksjonslikninger, kunne forklare disse og kunne beregne stoffmengdene som reagerer og som dannes
- 3d kunne bruke konsentrasjonsangivelser som er vanlige i kjemi, yrkeshygieniske forskrifter, miljørapporter og dagligliv
- 3e kunne lage løsninger med ulike konsentrasjoner og nøyaktighetsgrad

Mål 4

Elevene skal ha kunnskaper om drivkrefter som fører til kjemiske reaksjoner og kjemisk likevekt, og kunne forutsi konsekvenser av inngrep i likevektssystemer

Hovedmomenter

Elevene skal

- 4a kunne gjøre rede for begrepene kjemisk energi og eksoterme og endoterme reaksjoner
- 4b kjenne til hvordan endringer i graden av orden eller uorden i et system påvirker det kjemiske reaksjonsforløpet
- 4c kunne gjøre rede for begrepene reversible og irreversible reaksjoner og kjemisk likevekt
- 4d kunne gjøre rede for massevirkningsloven og kunne bruke den på enkle regneoppgaver på homogene likevekter
- 4e kunne bruke Le Chateliers prinsipp på eksempler fra homogene og heterogene likevektssystemer
- 4f kunne gjøre rede for begrepene reaksjonshastighet og aktiveringsenergi
- 4g kunne gjøre rede for forhold som påvirker reaksjonshastigheter og kunne beskrive effekten av katalysatorer, katalysatorgifter og inhibitorer

Mål 5

Elevene skal ha kvalitativ forståelse av oppløsnings-, syrebase- og redoksreaksjoner og kunne foreta enkle beregninger

Hovedmomenter

Elevene skal

- 5a kunne gjøre rede for oppløsnings- og utfellingsreaksjoner og kjenne til hydratisering og kompleksdannelse
- 5b kunne gjøre rede for syrebase-reaksjoner og kjenne til vannets ioneprodukt
- 5c kunne foreta kvalitative vurderinger av reaksjoner knyttet til sterke og svake syrer og baser, og kunne titrere sterk syre mot sterk base
- 5d kunne gjøre rede for pH-begrepet, kunne beregne pH i sterke syrer og baser og kunne utføre pH-målinger instrumentelt
- 5e kunne beskrive sure og basiske oksiders reaksjoner med vann
- 5f kunne gjøre rede for begrepene reduksjon og oksidasjon, og kunne gi eksempler på bruk av antioksidanter
- 5g kjenne til spenningsrekken og plasseringen av de mest vanlige bruksmetaller, hydrogen og oksygen og kunne vurdere forløpet av enkle redoksreaksjoner
- 5h kjenne til former for korrosjon og korrosjonsbehandling for noen vanlige metaller

Mål 6

Elevene skal ha kunnskaper om egenskapene til og bruksområdene for ulike hydro-karboner og kunne sette navn på dem. De skal ha kunnskaper om løsemidlers betydning og håndtering, og bruken av råoljeprodukter i petrokjemisk sammenheng

Hovedmomenter

Elevene skal

- 6a kunne gjøre rede for oppbygningen av og egenskapene til hydrokarboner og aktuelle halogenerte hydrokarboner
- 6b kunne sette systematiske navn på hydrokarboner og halogenerte hydrokarboner og kunne bruke noen trivialnavn
- 6c kunne gjøre rede for hydrokarboner og andre aktuelle løsemidlers virkemåte og betydning i yrke og hverdag, og kjenne til en hensiktsmessig håndtering av disse for å redusere risiko
- 6d kjenne til bruken av ulike råoljefraksjoner i petrokjemisk sammenheng

Mål 7

Elevene skal ha kunnskaper om deler av kjemiens historie og kjenne til eksempler på kjemiens betydning for samfunnet og samfunnsutviklingen

Hovedmomenter

Elevene skal

- 7a kunne gjøre rede for hvordan forståelsen av syrer og baser har utviklet seg fra 1700-tallet og fram til idag og kunne forklare eksperimentets betydning for denne utviklingen
- 7b kjenne til petrokjemiens betydning for det norske samfunn og/eller samfunnsmessig betydning av lokal kjemisk industri

2.3 Kjemi 3KJ

Mål 1

Elevene skal kunne utføre forsøk på en sikkerhetsmessig forsvarlig måte og kunne observere, tolke og presentere resultatene

Hovedmomenter

Elevene skal

- 1a kunne planlegge og begrunne forsøk
- 1b kunne utføre forsøk og vurdere risiko og feilkilder
- 1c kunne bearbeide egne og andres resultater
- 1d kunne trekke konklusjoner, kunne presentere resultater og kunne skrive rapporter
- 1e kunne presentere resultater både i muntlig og skriftlig form

Mål 2

Elevene skal ha kunnskaper om de viktigste organiske stoffgrupper og kjenne til sentrale stoffers fremstillingsmåte, egenskaper og anvendelse

Hovedmomenter

Elevene skal

- 2a kunne gjøre rede for oppbygning, fremstilling og bruk av alkoholer og vanlige oksidasjonsprodukter av alkoholer
- 2b ha grunnleggende kunnskaper om organiske forbindelser som er vanlige i næringsmidler og vaskemidler
- 2c kunne gjøre rede for synteser som illustrerer reaksjonstypene oksidasjon, substitusjon, addisjon, eliminasjon og kondensasjon og kunne utføre noen av dem
- 2d kunne foreslå påvisningsreaksjoner eller vise til kjemiske egenskaper som kan brukes til å skjelne mellom utgangsstoff og synteseprodukt
- 2e kunne følge prinsipper for vanlige separasjonsmetoder i organisk kjemi
- 2f kunne gi eksempler på moderne metoder for analyse og strukturbestemmelser av organiske stoffer
- 2g kunne gi eksempler på sammenhengen mellom struktur og funksjon til stoffer som har biologisk betydning
- 2h kunne sette systematiske navn på organiske forbindelser og kunne bruke noen trivialnavn

Mål 3

Elevene skal kunne redegjøre kvalitativt for syrer, baser, saltløsninger og redoksreaksjoner og kunne utføre enkle beregninger

Hovedmomenter

Elevene skal

- 3a kunne gjøre rede for protolyse av salter i vann og kunne forklare sammenhengen mellom syre-basekonstant og pH i løsninger
- 3b kunne beregne pH i svake syrer og baser og kunne forklare framgangsmåten
- 3c kunne forklare hvordan buffervirkning avhenger av syre- og/eller basekonstant og konsentrasjoner og kunne kvalitativt gjøre rede for bufferkapasitet
- 3d kunne gjøre rede for løselighet og løselighetsprodukt og kunne drøfte løselighet og felling på grunnlag av enkle beregninger for salter av typen MX
- 3e kunne gjøre rede for salters løselighet i syrer, baser og saltløsninger sammenliknet med løseligheten i vann
- 3f kunne balansere reaksjonslikninger for redoksreaksjoner
- 3g kunne gjøre rede for elektrokjemiske celler og reaksjoner som skjer i dem

Mål 4

Elevene skal ha kunnskaper om forekomst, fremstilling av, egenskaper til og bruk av noen materialer i hverdag, teknikk og næringsliv og kunne drøfte avfalls- og ressursproblemer knyttet til disse

Hovedmomenter

Elevene skal

- 4a kunne beskrive hovedtrekk i kjemisk oppbygning og sammensetning av noen typer poly-merer, metaller, legeringer, glass og keramer, og kunne drøfte sammenhengen mellom bruksområder og egenskaper
- 4b kunne drøfte problemstillinger knyttet til utvinning av noen råstoffer og produksjon av noen viktige materialer i lys av spørsmål om miljø og bærekraftig utvikling
- 4c kjenne til ulike metoder som brukes ved behandling av avfall, og kunne begrunne valg av metode ut fra avfallets kjemiske sammensetning

Mål 5

Elevene skal kjenne aktuelle stoffers naturlige kretsløp, kunne forstå de kjemiske reaksjonene som skjer og kunne vurdere hvordan menneskelige aktiviteter påvirker kretsløpene lokalt og globalt

Hovedmomenter

Elevene skal

- 5a kunne gjøre rede for betydningen av nitrogen- og fosforholdige plantenæringsstoffer, hvordan de sirkulerer i naturen, og hvordan de fremstilles i form av kunstgjødsel
- 5b kunne forklare hvordan nitrogen- og fosforholdige salter kan påvises og fjernes fra avløpsvann
- 5c kunne beskrive svovelets kretsløp, kunne gjøre rede for både naturlige og antropogene kilder til utslipp

av svovelforbindelser og kunne vurdere tiltak for å redusere utslipp av svoveldioksid

5d kjenne til hovedtrekk ved de kjemiske reaksjonene som finner sted i jord når den forsures

Mål 6

Elevene skal kjenne til analysemetoder i uorganisk kjemi, kunne velge framgangsmåte for egne analyser, kunne utføre beregninger og kunne tolke og presentere resultater

Hovedmomenter

Elevene skal

6a kunne utføre titreranalyser

6b kunne utføre en enkel kolorimetrisk analyse

6c kunne gi minst ett eksempel på moderne metoder for analyse av uorganiske forbindelser

6d kunne analysere enkeltsalter, enkle saltblandinger, metaller og enkle legeringer ved å utføre påvisningsreaksjoner på ioner og observere andre reaksjoner og egenskaper til stoffene

Vedlegg 9: Utdrag fra læreplanen av 2006 (kompetansemål for kjemi1 og kjemi 2, side 4–6).

Læreplan i kjemi – programfag i studiespesialiserende utdanningsprogram.²⁵³

Kompetansemål

Kjemi 1

Metoder og forsøk

Mål for opplæringen er at eleven skal kunne

- planlegge og gjennomføre forsøk og vurdere risiko, feilkilder og resultater
- skrive rapport fra forsøk og presentere prosess, metode og resultater med og uten digitale hjelpemidler
- diskutere og vurdere kjemifaglig innhold i medieoppslag og reklame

Organisk kjemi 1

Mål for opplæringen er at eleven skal kunne

- gjøre rede for struktur, navnsetting, framstilling, egenskaper og bruk av alifatisk hydrokarboner, alkylhalider, alkoholer, aldehyder, ketoner, karboksylsyrer, estere, etere og aminer
- gjøre rede for strukturen til benzen og noen enkle benzenderivater og gi eksempler på anvendelser
- gjøre rede for ulike former for isomeri

Språk og modeller i kjemi

Mål for opplæringen er at eleven skal kunne

- gjøre rede for den historiske utviklingen av atombegrepet og beskrive og sammenligne Bohrs atommodell og dagens atommodell
- forklare, illustrere og vurdere stoffers sammensetning, bindingstyper og egenskaper ved hjelp av periodesystemet
- sette navn på enkle uorganiske forbindelser ved hjelp av regler for navnsetting
- sette opp reaksjonslikninger med tilstandssymboler og bruke reaksjonslikninger i beregninger med stoffmengde
- forklare begrepene entropi og entalpi og bruke dem til å vurdere om en reaksjon er spontan
- gjøre rede for forhold som påvirker reaksjonsfarten
- gjøre beregninger på kjemiske likevekter og drøfte likevektene

²⁵³ Udir (2006).

Syrer og baser

Mål for opplæringen er at eleven skal kunne

- definere syre og base og gjøre rede for syre-base-reaksjoner
- gjøre beregninger med K_a , K_b og K_w
- måle pH med ulike metoder og beregne pH i sterke og svake syrer og baser
- planlegge og gjennomføre syrebasetitreringer, begrunne valg av indikator og tolke titerkurver
- gjøre rede for protolyse av salter og gasser i vann

Vannkjemi

Mål for opplæringen er at eleven skal kunne

- gjøre rede for vannets egenskaper
- gjøre rede for vann som løsemiddel for polare og upolare stoffer
- vurdere løselighet og felling av salter i vann på grunnlag av forsøk og beregninger
- lage løsninger med ulike konsentrasjoner ved hjelp av innveining og fortykning
- gjennomføre forsøk med renseprosesser for vann og gjøre rede for forurensning i drikkevannskilder
- forklare virkemåten til viktige bestanddeler i vaskemidler

Kjemi 2

Analyse

Mål for opplæringen er at eleven skal kunne

- påvise metaller i legeringer og ioner i salter og gjøre rede for resultatene
- utføre analyser med kolorimetri og tolke enkle massespektre og $^1\text{H-NMR}$ -spektre
- planlegge og gjennomføre enkle vannanalyser og vurdere analyseresultatene i forhold til vannets bruksområde
- forklare hvordan buffere virker, og beregne pH og kapasitet i buffere

Forskning

Mål for opplæringen er at eleven skal kunne

- finne fram til og presentere eksempler på aktuell kjemirelatert forskning innen miljø og industri
- publisere rapporter fra egne forsøk, med og uten digitale verktøy
- drøfte hvordan forskere sikrer at forskningen er etisk forsvarlig
- gjøre rede for trekk ved vitenskapelig metode i kjemi, og gi eksempler på forklaringsmodeller som ikke er forenlige med kjemiens forklaringer

Materialer

Mål for opplæringen er at eleven skal kunne

- beskrive den kjemiske strukturen og egenskapene til noen syntetiske polymerer og tilsatzstoffer til dem
- gi eksempler på nanomaterialer, hvordan de framstilles, hva som skiller dem fra vanlige materialer, og hva de kan brukes til
- vurdere miljømessige konsekvenser ved produksjon og deponering av tradisjonelle og nye materialer

Organisk kjemi 2

Mål for opplæringen er at eleven skal kunne

- gjøre rede for reaksjonstypene oksidasjon, substitusjon, addisjon, eliminasjon, kondensasjon og hydrolyse, og gjøre forsøk med minst to av dem
- forklare reaksjonsmekanismen ved addisjon og eliminasjon
- gjøre påvisningsreaksjoner på enkle organiske forbindelser
- gjøre rede for og utføre kromatografi, destillasjon og omkrystallisering
- gjøre rede for struktur og egenskaper til aminosyrer, proteiner, lipider, karbohydrater og ATP
- forklare rollen til hydrogen som energibærer i fotosyntese og celleånding
- forklare betydningen av stereoisomeri i biokjemiske reaksjoner
- gjøre forsøk med enzymer og forklare hvordan de fungerer

Redoksreaksjoner

Mål for opplæringen er at eleven skal kunne

- gjøre forsøk med forbrenningsreaksjoner og forklare hva som skjer
- balansere redoksreaksjoner ved hjelp av halvreaksjoner og oksidasjonstall
- gjøre forsøk med korrosjon og forklare hvordan korrosjon kan hindres
- planlegge og utføre analyser ved hjelp av redokstitrering
- gjøre forsøk med elektrokjemiske celler og gjøre rede for spontane og ikke-spontane redoksreaksjoner
- beregne kapasiteten og cellepotensialet til et batteri og utbyttet i en elektrolyse
- gjøre forsøk med antioksidanter og forklare virkningen av dem

Vedlegg 10: Trinn 1 av læreplananalyse – telling av verb

Tabell 1: Oversikt over antall verb i kompetansemålene og hovedområdene i læreplanen i kjemi 2. Verb som er brukt i hvert enkelt kompetansemål er ført, samt hvor mange ganger verbet/verbene forekommer i det enkelte mål.

Kompetansemål [«Mål for opplæringen er at eleven skal kunne...»]	Verb	Antall
Forskning		
finne fram til og presentere eksempler på aktuell kjemirelatert forskning innen miljø og industri	Finne, presentere	2
publisere rapporter fra egne forsøk, med og uten digitale verktøy	Publisere * 2	2
drøfte hvordan forskere sikrer at forskningen er etisk forsvarlig	Drøfte	1
gjøre rede for trekk ved vitenskapelig metode i kjemi, og gi eksempler på forklaringsmodeller som ikke er forenlige med kjemiens forklaringer	Gjøre rede for, gi eksempler	2
Sum Forskning		7
Analyse		
påvise metaller i legeringer og ioner i salter og gjøre rede for resultatene	Påvise * 2, gjøre rede for * 2	4
utføre analyser med kolorimetri og tolke enkle massespektre og ¹ H-NMR-spektre	Utføre, tolke *2	3
planlegge og gjennomføre enkle vannanalyser og vurdere analyseresultatene i forhold til vannets bruksområde	Planlegge, gjennomføre, vurdere	3

forklare hvordan buffere virker, og beregne pH og kapasitet i buffere	Forklare, beregne *2	3
Sum Analyse		13
Organisk kjemi 2		
gjøre rede for reaksjonstypene oksidasjon, substitusjon, addisjon, eliminasjon, kondensasjon og hydrolyse, og gjøre forsøk med minst to av dem	Gjøre rede for *6, gjøre forsøk*2	8
forklare reaksjonsmekanismen ved addisjon og eliminasjon	Forklare *2	2
gjøre påvisningsreaksjoner på enkle organiske forbindelser	Gjøre	1
gjøre rede for og utføre kromatografi, destillasjon og omkrystallisering	Gjøre rede for *3, utføre *3	6
gjøre rede for struktur og egenskaper til aminosyrer, proteiner, lipider, karbohydrater og ATP	Gjøre rede for (struktur) *5 + (egenskaper) 5	10
forklare rollen til hydrogen som energibærer i fotosyntese og celleånding	Forklare * 2	2
forklare betydningen av stereoisomeri i biokjemiske reaksjoner	Forklare	1
gjøre forsøk med enzymer og forklare hvordan de fungerer	Gjøre, forklare	2
Sum Organisk kjemi 2		32
Redoksreaksjoner		
gjøre forsøk med forbrenningsreaksjoner og	Gjøre forsøk, forklare	2

forklare hva som skjer

balansere redoksreaksjoner ved hjelp av halvreaksjoner og oksidasjonstall	Balansere * 2	2
gjøre forsøk med korrosjon og forklare hvordan korrosjon kan hindres	Gjøre forsøk, forklare	2
planlegge og utføre analyser ved hjelp av redokstitrering	Planlegge, utføre	2
gjøre forsøk med elektrokjemiske celler og gjøre rede for spontane og ikke-spontane redoksreaksjoner	Gjøre forsøk, gjøre rede for * 2	3
beregne kapasiteten og cellepotensialet til et batteri og utbyttet i en elektrolyse	Beregne *3	3
gjøre forsøk med antioksidanter og forklare virkningen av dem	Gjøre forsøk, forklare	2
Sum Redoksreaksjoner		16
Materialer		
beskrive den kjemiske strukturen og egenskapene til noen syntetiske polymerer og tillsatsstoffer til dem	Beskrive *3	3
gi eksempler på nanomaterialer, hvordan de framstilles, hva som skiller dem fra vanlige materialer, og hva de kan brukes til	Gi eksempler *3	4
vurdere miljømessige konsekvenser ved produksjon og deponering av tradisjonelle og nye materialer	Vurdere * 2	2
Sum Materialer		9

Vedlegg 11: Trinn 2 av læreplananalyse – taksonomisk bestemmelse

Tabell 1: Analyse av læreplanens kompetansemål i kjemi 2 i forhold til kunnskapsklasser. Alle kompetansemål er plassert i en av de tre kategoriene lav, middels og høy som er utarbeidet på bakgrunn av Blooms taksonomi og Webbs Depth of Knowledge. Alle kompetansemål har sin kode (F1 står for kompetansemål 1 under Forskning, A er Analyse, O er Organisk kjemi 2, R er redoksreaksjoner og M er materialer).

Nivå	Kompetansemål [«Mål for opplæringen er at eleven skal kunne...»]
Lav (B1, B2, W1, W2)	F1: finne fram til og presentere eksempler på aktuell kjemirelatert forskning innen miljø og industri A4: forklare hvordan buffere virker, og beregne pH og kapasitet i buffere O2: forklare reaksjonsmekanismen ved addisjon og eliminasjon O3: gjøre påvisningsreaksjoner på enkle organiske forbindelser R2: balansere redoksreaksjoner ved hjelp av halvreaksjoner og oksidasjonstill R6: beregne kapasiteten og cellepotensialet til et batteri og utbyttet i en elektrolyse M1: beskrive den kjemiske strukturen og egenskapene til noen syntetiske polymerer og tilsatzstoffer til dem
Middels (B3, B4, W2, W3)	F2: publisere rapporter fra egne forsøk, med og uten digitale verktøy A1: påvise metaller i legeringer og ioner i salter og gjøre rede for resultatene A2: utføre analyser med kolorimetri og tolke enkle massespektre og ¹ H-NMR-spektre O1: gjøre rede for reaksjonstypene oksidasjon, substitusjon, addisjon, eliminasjon, kondensasjon og hydrolyse, og gjøre forsøk med minst to av dem O4: gjøre rede for og utføre kromatografi, destillasjon og omkrystallisering O5: gjøre rede for struktur og egenskaper til aminosyrer, proteiner, lipider, karbohydrater og ATP O6: forklare rollen til hydrogen som energibærer i fotosyntese og celleånding

O7: forklare betydningen av stereoisomeri i biokjemiske reaksjoner

O8: gjøre forsøk med enzymer og forklare hvordan de fungerer

R1: gjøre forsøk med forbrenningsreaksjoner og forklare hva som skjer

R3: gjøre forsøk med korrosjon og forklare hvordan korrosjon kan hindres

R5: gjøre forsøk med elektrokjemiske celler og gjøre rede for spontane og ikke-spontane redoksreaksjoner

R7: gjøre forsøk med antioksidanter og forklare virkningen av dem

M2: gi eksempler på nanomaterialer, hvordan de framstilles, hva som skiller dem fra vanlige materialer, og hva de kan brukes til

**Høy
(B5, B6, W4)**

F3: drøfte hvordan forskere sikrer at forskningen er etisk forsvarlig

F4: gjøre rede for trekk ved vitenskapelig metode i kjemi, og gi eksempler på forklaringsmodeller som ikke er forenlige med kjemiens forklaringer

A3: planlegge og gjennomføre enkle vannanalyser og vurdere analyseresultatene i forhold til vannets bruksområde

R4: planlegge og utføre analyser ved hjelp av redokstitrering

M3: vurdere miljømessige konsekvenser ved produksjon og deponering av tradisjonelle og nye materialer

Vedlegg 12: Analyse av periodeplaner

Tabell 1: Prosentvis fordeling av læreplanens hovedområder i utvalgets periodeplaner. I tabellen brukes koden F for hovedområdet Forskning, A er Analyse, O er Organisk kjemi 2, R er redoksreaksjoner, M er Materialer. Gjennomsnitt for hovedområdenes omfang i periodeplanene er beregnet.

	Terje	Bjørn	Ole	Tuva	Mari	Gj.snitt
F	3	2	3	0	2	2
A	26	37	34	21	29	29
O	38	35	23	43	39	36
R	27	24	33	26	25	27
M	7	3	7	10	5	6

Vedlegg 13: Analyse av eksamensoppgaver

Tabell 1: Analyse av eksamenssett (våren 2009 – våren 2013) i programfaget kjemi 2. Alle deloppgaver i eksamenssettene er plassert under det kompetansemålet/kompetansemålene som prøves (F1 står for kompetansemål 1 under Forskning, A er Analyse, O er Organisk kjemi 2, R er redoksreaksjoner og M er materialer). Oppgaver som prøver eleven i flere kompetansemål er merket med stjerne (*). Prosentvis andel av hvert kompetansemål i hvert eksamenssett er også oppgitt (dette er i henhold til sensorveiledninger som angir hvordan hver oppgave skal vektet i den totale vurderingen).

	V09	%	H10	%	V10	%	H10	%	V11	%	H11	%	V12	%	H12	%	V13	%
F1		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
F2		0,0		0,0		0,0	3f*	1,7		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
F3		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
F4		0,0		0,0	5c1	2,2		0,0		0,0	4a	3,3		0,0		0,0		0,0
A1	1g, 1h, 1i	2,7	1k, 1m, 2b	8,0	1m	0,9	1a, 1d, 1k, 2d	7,7	1d, 1g, 2d1, 2d2, 2d3, 4d,	17,0	1a, 1b, 1c	3,0	1f, 1h, 1r	3,0	1e, 1f, 5a, 5b	10,0	1f, 1r	2,0

									4e, 4f									
A2	1p, 5b1, 5c2, 5c3	10,6	1n, 1o, 4c3	4,6	1p, 1q, 2b	6,8	1l, 1m, 1n	2,7	1h, 1m, 2c3, 5c, 5d, 5f	12,0	1o, 1q, 2b1, 2b2, 2b3, 4c*	8,7	3e, 3f	6,7	1p, 2c3, 3c,	6,0	1e, 1j, 1t, 4d, 5b, 5c	15,0
A3		0,0	1l	0,9	4a1, 4a2, 4a3, 4b2, 4c1, 4c2*	15,0	1s	1,8	1i	1,0	4c*	1,7	5a, 5e, 5f*	8,3	1j, 1k, 4e, 5c	9,3	3b	4,0
A4	1a, 1b, 1c 3b1, 3b2	11,0	1a, 1b, 1c, 3a, 3b, 3c	27,7	1a, 1b, 1c, 4b1, 4c2*	7,7	1q, 1r, 3f*	3,5	1c, 1e, 4a, 4b, 4c	12,0	1f, 1h, 1t	3,0	1a, 1b, 1o, 1q, 5b	7,3	1g, 1h, 1i, 1t, 5d	8,0	1h, 2c1, 2c2, 2c3, 3c	10,0
O1	1k, 1l, 1m, 1x*, 2b*, 2c,	21,3	1q, 1r, 1u*, 4a1, 4a2,	11,7	1j*, 1n, 2c, 3a2	9,7	1e, 2a, 2c, 5a,	20,9	1j, 1k, 1n, 2a1,	21,3	1m, 2a1, 2a2, 3b,	12,7	1k, 1l, 1m, 1s,	14,0	1d, 1s, 2a1, 2a2,	17,0	1k, 1p*, 2a2, 2a3,	13,0

	3a1, 5b2		4c2				5b, 5c		2a2, 2a3, 3a, 3c, 3d, 3f		3d		2a1, 2a2, 2a3, 2c2, 3b,		2a3, 3d, 4c, 4d		2b2, 4c*, 4e	
O2		0,0		0,0		0,0	5e, 5f	6,7		0,0		0,0		0,0		0,0	4c*	2,0
O3	1x*, 3a2	5,1	1u*, 2c*, 4a3	7,7	1j*, 1k	1,4	4c, 4d	6,7	1o, 1t, 3b	5,3	1n, 1p	2,0	1j, 3d	4,3		0,0	1d, 1g*, 4b	6,0
O4	1n, 1o, 3c1, 3c2	10,1	1p, 2d	7,1	2a	5,0	1j, 1t, 5d	6,1		0,0	3c	3,3	1n, 3c	4,3	4b	3,3		0,0
O5	1q, 1r, 1s, 1t	3,6	1s, 1w, 1x, 5b1	7,2	3b	6,7	1c, 3b, 3c	7,6	1l	1,0	1g, 1r	2,0	1p, 1t	2,0	2c2	1,7	1q, 3a, 3d, 3e	13,0
O6		0,0	1t	0,9	1s, 3c1, 3c2,	8,5		0,0	1b	1,0	1k, 5f	4,3		0,0		0,0		0,0

					3c3													
O7	1j	0,9	2c*, 4c1	4,3	1o, 3a1	4,2		0,0	2c1, 2c3	3,3	3a, 3f	6,7		0,0		0,0	1i	1,0
O8	2a	6,3		0,0	1l	0,9	3a, 3d, 3e	10,0	1r	1,0	1c	1,0	2d1, 2d2, 2d3	5,0	1q, 1r	2,0	1m	1,0
R1		0,0	2a*	3,1	1i	0,9	1f	0,9		0,0	5a, 5b, 5e2	8,3	2b1	1,7	1a	1,0	1b, 1c	2,0
R2	1d, 1e, 2d, 4a, 5c1	19,1	1d, 1e*, 1h, 1j, 2a*, 4b1	10,4	1d, 1e, 1f, 1g, 1t*, 5b1, 5b2	10,8	1b, 1g, 1i, 4a, 4b, 4e, 4f	16,1	1a, 1f, 2b1, 5e	7,0	2c1, 4d, 5c, 5d, 5e1	13,3	1c, 1e, 2b2, 2b3, 3a1, 3a2, 4c, 5c	15,3	1b, 1c, 2b2, 2b3, 2c1, 4a, 4f	13,7	1a, 1l, 1n, 2a1, 2d1, 2d2, 5a	12,0
R3	4c	8,3	1e*, 1f, 5b2, 5b3	6,9		0,0	2b	5,0		0,0	1i, 1j, 2c3	3,7	1d	1,0	1l, 1m	2,0	4a	4,0

R4	1v, 4b	10,1	4b2, 5c1, 5c2	12,5	1t*	1,36		0,0	2b2, 2b3, 5b, 5f*	8,3	2d1, 2d2, 2d3	5,0	5d, 5f*	5,0		0,0	2d3, 5d, 5e	9,7
R5	1f, 1u, 1w*, 5a1	7,7	1g, 1i, 5a1, 5a2	7,3	1h, 2d, 5a1, 5a2, 5a3, 5c2	14,80		0,0	1q, 1s*, 5a	5,1	1e, 1l, 2c2, 4e, 4f	10,3	1g, 1i, 4b, 4f	8,7	1o, 2d1, 2d2, 5e	10,0	1s	1,0
R6	1w*, 5a2	5,1	5a3	2,8	5c3	2,22	1h, 1o, 1p	2,7	1s*	0,3		0,0	4d, 4e	6,7	1n	1,0		0,0
R7		0,0		0,0		0,00		0,0		0,0		0,0	2c3	1,7		0,0		0,0
M1	2b*	3,1	1v	1,8	1r	0,91		0,0	1p, 3e	4,3	1s, 3e, 4b	7,7	2c1	1,7	3a, 3b, 3e, 3f	13,3	1o, 2b1, b3	4,3
M2		0,0		0,0		0,00		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0
M3		0,0		0,0		0,00		0,0		0,0		0,0	4a	3,3	2b1	1,7		0,0