



**INSTITUTIONEN FÖR  
DIDAKTIK OCH PEDAGOGISK  
PROFESSION**

# **LÄRAREN, MODELLEN OCH NATURVETENSKAPENS KARAKTÄR**

Om lärares syn på modeller i kemiundervisningen

**Helena Nilsson**

---

Examensarbete:	15 hp
Program och kurs:	KPU, LKXA1G
Nivå:	Grundnivå
Termin/år:	Vt/2018
Handledare:	Birgitta Frändberg
Examinator:	Bjørn Friis Johannsen
Rapport nr:	VT18-2930-005-LKXA1G

## Abstract

Engelsk titel:	The teacher, the model and the nature of science About teachers' views on models in chemistry teaching
Examensarbete:	15 hp
Program och kurs:	KPU, LKXA1G
Nivå:	Grundnivå
Termin/år:	Vt/2018
Handledare:	Birgitta Frändberg
Examinator:	Bjørn Friis Johannsen
Rapport nr:	VT18-2930-005-LKXA1G
Nyckelord:	Teacher, model, nature of science

---

The aim of this study is to investigate teachers' views regarding models in chemistry teaching. The study defines models as simplifications of scientific theories supposed to make the abstract meaningful to the student. In the study, five teachers, active within lower secondary school in one of Sweden's largest cities, have been interviewed about their views on using models when teaching chemistry. The interviews were semi-structured and the questions revolved around some different aspects of models. Collected data in the form of audio recorded speech were transcribed and analysed using content analysis, during which the research questions were addressed directly. The results were interpreted using theories about descriptions and explanations of chemical processes and teachers' pedagogical content knowledge. One conclusion is that teachers use a lot of different models and representations of models to make the content understandable to students. They also use models to emphasise the nature of science to some extent.

## Förord

Det här är ett examensarbete gjort vid institutionen för didaktik och pedagogisk profession vid Göteborgs universitet under den senare hälften av vårterminen 2018.Handledare för arbetet har varit Birgitta Frändberg. Stort tack Birgitta för alla uppslag och en tydlig riktning. Arbetets fokus är lärares syn på modeller i kemiundervisningen och i studien har fem lärare som arbetar i grundskolans årskurs sju till nio på skolor i Göteborgsområdet intervjuats utifrån ett antal givna frågor om modeller. Varmt tack till de lärare som låtit sig intervjuas och ställt upp med sin tid och sitt kunnande. Intervjuerna har transkriberats samt analyserats med avseende på innehåll och med utgångspunkt i forskningsfrågorna, varpå resultaten har tolkats med hjälp av teorier om beskrivning och förklaringar av kemiska processer samt pedagogiska ämneskunskaper. Resultaten har också diskuterats utifrån adekvat litteratur om modeller. Tusen tack till Lasse för all stöttning och hjälp med transkriptioner.

# Innehållsförteckning

Inledning.....	1
Syfte och frågeställning.....	2
Bakgrund.....	3
Naturvetenskap och modeller i styrdokumentet.....	3
Modeller i styrdokumentet över tid.....	4
Elevers förståelse av modeller i kemiundervisning.....	5
Lärares användning av modeller i naturvetenskaplig undervisning.....	6
Modeller som del i ett teoretiskt perspektiv.....	7
Lärares pedagogiska ämneskunskaper.....	8
Lärarperspektivet på modeller.....	9
Metod.....	11
Datainsamling och urval.....	11
Analys.....	11
Etiska aspekter.....	12
Validitet och reliabilitet.....	12
Resultat och analys.....	13
Modeller som används i kemiundervisningen.....	13
Varför modeller används i kemiundervisningen.....	17
Modeller som ett medel att understryka naturvetenskapens karaktär.....	18
Diskussion.....	20
Referenser.....	22
Bilaga 1 Intervjuguide.....	26
Bilaga 2 Inför intervjun.....	27

# Inledning

I kursplanen i kemi för grundskolan (Skolverket, 2011a) sätts tonen för vad elever behöver veta om naturvetenskap enligt statsmakten. Förutom de förklaringar av fysikaliska fenomen som naturvetenskapen tillhandahåller, så är en viktig del av bildning i ämnet att också förstå naturvetenskapens karaktär, som innebär att kemins begrepp, modeller och teorier formas genom erfarenheter från undersökningar av omvärlden. Vetenskapliga modeller är bärare av det ämnesmässiga innehållet och utgör alltså kunskap i ämnet, samtidigt som de ingår i det naturvetenskapliga arbetssättet, och det är därför angeläget att elever utvecklar en förståelse för sådana. Liknande innebörd har examensmålen för gymnasieskolans naturvetenskapsprogram (Skolverket, 2011b; Skolverket 2011c) och ämnesplanen i kemi (Skolverket, 2011d). Om skolan lägger grunden för en förståelse av modellers användbarhet och begränsningar banar det väg både för en personlig förståelse av naturvetenskapliga teorier och arbetssätt och förhoppningsvis också för en utveckling av samhället i stort. Lärares kunskap om och inställning till att använda modeller i undervisningen är därför viktig.

En nyligen publicerad avhandling (Bergqvist, 2017) fokuserar på hur lärare undervisar om kemiska bindningsmodeller. Den tar upp hur olika teorier inom kemin slås samman till modeller för att förklara en rad fenomen. Dessa modeller är till för att skapa förståelse, men kan också komplicera elevers lärande. Vikten av tydlighet i läroböcker och lärares presentationer av modeller, samt att befintlig didaktisk forskning i ämnet behöver komma lärare till hands utgör kärnan i resultaten. Forskning inom andra pedagogiska ämnesområden, såsom inom undervisning om syror och baser (Drechsler & Van Driel, 2008) samt genetik (Gericke & Hagberg, 2007), visar att användningen av modeller behöver problematiseras, så att modellerna ger den förståelse av naturvetenskapen som det är tänkt. Det finns även belägg för att visualiseringen inom naturvetenskap innebär en utmaning vid lärande, eftersom det krävs metakognitiva färdigheter för att kunna navigera mellan olika representationer (Gilbert, 2005).

En nordisk översiktsstudie (Kinnunen, Lampiselkä, Meisalo & Malmi, 2016) handlar om att lärare och lärares undervisning i kemi och fysik studeras mer sällan än elevers egenskaper, deras förståelse av innehåll och deras lärande. Det här arbetet riktar in sig mot just lärares syn på modeller i kemiundervisningen, och kommer följaktligen att öka lärarrepresentationen inom didaktisk forskning och därmed eventuellt belysa frågeställningar från en annan synvinkel.

## Syfte och frågeställning

De i inledningen nämnda studierna visar att beskrivningar av naturvetenskapliga teorier med hjälp av modeller kan försvåra lärande och undervisning, trots att avsikten är den motsatta. I detta arbete kommer den här dikotomin att undersökas närmare. Det som kommer utforskas är lärares syn på modeller i kemiundervisningen i grundskolans årskurs sju till nio. Undersökningen baseras på intervjuer med lärare och syftet är att ta reda på dels vad lärarna anser att en modell är, men också vilka modeller lärarna använder, hur modellerna används och om lärarna upplever att modellerna är en bra och viktig del i att förstå naturvetenskapens karaktär. Eventuellt klarlägger arbetet något om hur lärare kan förhålla sig till naturvetenskapliga modeller.

Syftet med den här studien är således att ta reda på hur kemilärare i grundskolans årskurs sju till nio arbetar med modeller i undervisningen och om modellerna blir till det innehåll i undervisningen som forskning och styrdokument förespråkar. Syftet mynnar ut i följande konkreta frågor som studien försöker besvara:

Vilka modeller använder lärarna i den här studien i sin kemiundervisning?

Hur använder lärarna i den här studien modeller i kemiundervisningen?

I vilken utsträckning använder lärarna i den här studien modeller för att understryka naturvetenskapens karaktär?

# Bakgrund

Då det här arbetet handlar om lärares användning av modeller och huruvida denna användning speglar naturvetenskapens karaktär, kommer det som tas upp här i någon form beröra just dessa ämnen. Avsnittet inleds med en inramning i form av naturvetenskap och modeller i styrdokumentet som fortsätter in i en beskrivning av modeller i styrdokumentet över tid. Därefter följer ett stycke om elevers förståelse av modeller i kemiundervisning och ett som handlar om lärares användning av modeller i naturvetenskaplig undervisning. Dessa följs av ett resonemang kring vad en modell kan vara och hur modeller blir till innehåll i kemin. Mot slutet kommer en introduktion till teorin om pedagogiska ämneskunskaper och vilka delar av den som kan appliceras på den här studien anges. Avslutningsvis sätts arbetet in i sitt didaktiska sammanhang.

## Naturvetenskap och modeller i styrdokumentet

Enligt Hodson (1993) finns det tre huvudsakliga undervisningsområden i de naturvetenskapliga skolämnena. Undervisningen syftar för det första till att eleverna utvecklar kunskap i naturvetenskapen, det vill säga de begrepp, modeller och teorier som den är uppbyggd av. Detta kan kallas ämneskunskaper. För det andra syftar undervisningen till att elever utvecklar kunskaper om naturvetenskapen. Det handlar om hur vetenskap tas fram och kan benämnas naturvetenskapens karaktär. Undervisningen syftar för det tredje till att eleverna utvecklar kunskaper i att använda det naturvetenskapliga arbetssättet med systematiska undersökningar.

Utifrån styrdokumentet (Skolverket, 2011a) går det att länka modeller till alla de tre aspekterna av naturvetenskaplig undervisning som Hodson (1993) nämner. De vetenskapliga modellerna är bärare av det ämnesmässiga innehållet och styrdokumentet säger att elever ska tillägna sig ämneskunskapen i form av modeller. Vidare säger styrdokumentet att eleverna ska känna till att modeller är förenklingar av verkligheten och att de kan förändras över tid, vilket är en aspekt av naturvetenskapens karaktär. Angående det naturvetenskapliga arbetssättet är kunskap om det experimentella arbetet viktigt för att testa och revidera modeller enligt styrdokumentet.

I det här arbetet är fokus på vetenskapliga modeller som bärare av det ämnesmässiga innehållet och naturvetenskapens karaktär. Därför tas några aspekter kring dessa ämnen upp här nedan.

Angående vetenskapliga modeller kan sägas att det finns studier som tyder på att en begränsad förståelse av modeller som vetenskapligt verktyg också leder till sämre förståelse av ämnesinnehållet (Halloun, 2007). Vad gäller elevers förståelse av modeller inom naturvetenskapen har Grosslight, Unger, Jay och Smith (1991) urskilt tre generella nivåer av förståelse. På den första nivån ser eleven modeller som enkla avbilder av verkligheten, vilket kan vara problematiskt då eleven inte förstår att modeller har begränsningar. På den andra nivån ser eleven modellen som ett sätt att förklara ett fenomen. Eleven förstår att det finns skillnader mellan fenomenet och modellen. På den tredje nivån ser eleven modellen som ett verktyg att beskriva och undersöka fenomenet. Eleven förstår att modellen är en abstrakt beskrivning av en idé om ett verkligt fenomen. Ett sådant avancerat sätt att förstå modeller gör att eleven inser att det går att testa modeller och jämföra olika modellers fördelar och nackdelar (Treagust, Chittleborough & Mamiala, 2002).

Det finns studier som visar att lärare sällan utgår från ett modellperspektiv i sin undervisning och inte reflekterar särskilt mycket över modeller och deras betydelse för elevers lärande av naturvetenskap (Van Driel & Verloop, 2002). Detta trots att styrdokumentet

(Skolverket, 2011a) påtalar att elever ska tillägna sig ämneskunskapen i form av modeller och få en inblick i naturvetenskapens karaktär. Lärares undervisning om vetenskapliga modeller kan enligt Justi och Gilbert (2002) ske i fem steg. Steg ett innebär att eleverna lär sig modellen eller modellerna för ett fenomen. Andra steget är att låta eleverna använda modellen eller modellerna i olika sammanhang där den eller de framgångsrikt kan förklara fenomenet. I tredje steget kan eleverna få utvärdera och revidera modellen eller modellerna. I ett fjärde steg får elever skapa modeller utifrån förlagor eller kända förutsättningar. I ett femte och sista steg kan eleverna få skapa modeller utan förlagor eller kända förutsättningar. Stegen kräver en ökande mängd tid och de högsta stegen kan vara svåra att uppnå i grundskolan.

Gericke (2008) har i sin avhandling resonerat kring naturvetenskapens karaktär eller nature of science (NOS). Den beskrivs som trevande eller förändringsbar, empiriskt baserad, subjektiv, kreativ, socialt och kulturellt omgärdad, att där finns en åtskillnad mellan observationer och slutsatser samt att där finns en distinktion mellan teorier och lagar. Inom genetik finns många historiska modeller för genfunktion (Gericke & Hagberg, 2007). Vilken modell som används har betydelse för vilken sort kunskap som genereras. De många olika modellerna skulle kunna användas för att belysa naturvetenskapens karaktär och då i kombination med vetenskapshistoria. Ramverken kan också användas för att prata om modeller, om deras giltighet och begränsningar (Gericke, 2008). I en artikel av Bjønness och Knain (2018) söktes en förklaring till varför det inom skolans naturvetenskap, till skillnad från vad styrdokumentet förespråkar, finns en utbredd positivism, där logiska resonemang är källan till all sann kunskap. En lärares uppfattning om naturvetenskapens karaktär undersöktes och enligt författarna verkar det vara färgat av vad som anses utgöra god undervisning. För att utveckla professionen föreslås lärare därför behöva guidade reflektioner för att öka medvetenheten kring vad denna uppfattning gör med undervisningen.

## Modeller i styrdokumentet över tid

Ordet modell har förekommit i skolans styrdokument under lång tid. I kursplanen för naturorienterande ämnen från 1980 (Skolöverstyrelsen, 1980) finns en skrivelse om modeller, i kursplanen i kemi för grundskolan från 1994 (Utbildningsdepartementet, 1994) skrivs om begrepp och modeller och i kursplanen i kemi för grundskolan från 2011 (Skolverket, 2011a) finns formuleringar om kemins begrepp, modeller och teorier. Om man studerar dokumentet i detalj går det att se en markant ökning av antal gånger ordet modell nämns i övergången från 1980 års kursplan till 1994 års kursplan i kemi.

I kursplanen för naturorienterande ämnen från 1980 (Skolöverstyrelsen, 1980), som är en del av orienteringsämnena, ingår ordet genom att ett av huvudmomenten för högstadiet är studier av modeller som klargör atom- och molekylbegreppen.

I kursplanen för biologi, fysik och kemi för grundskolan från 1994 (Utbildningsdepartementet, 1994) står att eleverna ska försöka tillägna sig begrepp och teoretiska modeller. För att begreppens och modellernas karaktär av teoretiska konstruktioner ska framträda är det viktigt att knyta abstraktionerna till konkreta fenomen och direkta empiriska iakttagelser och resonemang kring sådana. Skillnaden mellan modell och den verklighet den avser att belysa tydliggörs genom ett historiskt perspektiv på kunskapens utveckling. Gemensamma mål att sträva mot involverar att utveckla kunskaper om naturvetenskapliga begrepp och modeller och medvetenhet om att dessa är mänskliga konstruktioner. I mål att sträva mot i kemi ingår att eleven ska utveckla kunskap om atomteorin som förklaringsmodell för kemiska processer utifrån iakttagelser och tolkningar av experiment



och inblick i äldre tiders kunnande. I ämnets uppbyggnad och karaktär nämns att materiens egenskaper och omvandlingar i första hand studeras genom åskådliga modeller.

I kursplanen i kemi för grundskolan från 2011 (Skolverket, 2011a) är syftet bland annat att eleverna ska utveckla förtrogenhet med kemins begrepp, modeller och teorier samt förståelse för hur dessa formas i samspel med erfarenheter från undersökningar av omvärlden. Sammanfattningsvis ska eleverna ges förutsättningar att utveckla sin förmåga att använda kemins begrepp, modeller och teorier för att beskriva och förklara kemiska samband i samhället, naturen och inuti människan. I det centrala innehållet i årskurs sju till nio nämns att partikelmodellen ska användas för att beskriva och förklara materiens byggnad, kretslopp och oförstörbarhet ska behandlas. Partikelmodellen ska också användas för att beskriva och förklara fasers egenskaper, fasövergångar och spridningsprocesser för materia. Där tas även de kemiska modellernas och teoriernas användbarhet, begränsningar, giltighet och föränderlighet upp, liksom sambandet mellan kemiska undersökningar och utvecklingen av begrepp, modeller och teorier.

Det som skiljer dokumenten åt, och som har att göra med hur många gånger ordet nämns, är hur synen på modellens giltighet och föränderlighet blir mer och mer framträdande och kopplas hårdare till naturvetenskapens karaktär.

Ytterligare en skillnad är hur innehållet, och därmed skrivelserna om modeller, knyts mer och mer till betygskriterier och kunskapskrav. I 1980 års kursplan för naturorienterande ämnen (Skolöverstyrelsen, 1980) fanns inga betygskriterier, till 1994 års kursplan i kemi för grundskolan (Utbildningsdepartementet, 1994) kom de senare och i 2011 års kursplan i kemi för grundskolan (Skolverket, 2011a) fanns de med direkt. Detta ligger utanför ramen för den här studien, men bör ändå nämnas då det är något som lärare i sin profession måste förhålla sig till.

## Elevers förståelse av modeller i kemiundervisning

Det här arbetets fokus är modeller och modeller som ett medel att understryka naturvetenskapens karaktär. Det handlar om hur lärare undervisar om modeller, men också hur modeller uppfattas av elever. Den forskning som presenteras här handlar om elevers förståelse av modeller i kemiundervisning.

Tätt förknippat med hur modeller presenteras är ämnesspråket (Ribeck, 2015), som i sig kan utgöra ett hinder. I en översikt av Taskin och Bernholt (2014) framkommer att elevers svårigheter att förstå kemiska formler härrör från språkproblem, problem med den konceptuella förståelsen och svårigheter att tolka formler, eller formlers relevans. Angående språket är det främst inkonsekvenser i kemiska formler och trivialnamn som kan vålla bekymmer. Beträffande konceptet med ämnens partikelnatur är det de tre dimensionerna i form av partikelmodellen på mikronivå, de makroskopiska fenomenen och symboliska representationer som är problematisk, vilket även Andersson (2008) påpekar. Svårigheter med tolkning visar sig som problem att förstå de olika sätten som atomer kan sitta ihop på. Taskin och Bernholt (2014) föreslår ett helhetsgrepp på de tre problemområdena språk, koncept och relevans för att få en ökad förståelse av kemiska formler. Detta helhetsgreppet innebär att symboliska representationer lärs i kombination med hur strukturen ser ut och med reflektioner kring varför just den representationen är adekvat i sammanhanget.

En modell som särskilt understryks i kursplanen i kemi för grundskolan (Skolverket, 2011a) är partikelmodellen. Elevers förklaringar av avdunstning med utgångspunkt i partikelmodellen har undersökts av Lindner och Redfors (2007). En tidig introduktion av modellen pekar på mer utvecklade resonemang när eleverna blir äldre.

När det gäller modeller för kemisk bindning finns ett traditionellt sätt att undervisa i ämnet (Bergqvist, 2017). Det finns flera faktorer som leder till att elever utvecklar ett oktettiskt ramverk med påföljande svårigheter att förstå kemisk bindning, varav en är ett misslyckande i att förklara att all kemisk bindning beror på elektrostatiske krafter. Ordningen i vilken de olika bindningstyperna introduceras har också betydelse för förståelsen. Även Dhinosa och Treagust (2014) föreslår en specifik undervisningsordning vid introduktion av kemiska bindningar. Ett nytt ramverk för undervisning i kemisk bindning har föreslagits av Levy Nahum, Mamlouk-Naaman, Hofstein och Kronik (2008). Här presenteras kemisk bindning som ett kontinuum av relaterade koncept i stället för olika typer av bindningar. Ramverket innehåller fem steg som startar i basala principer och slutar i egenskaper. Holt, Øyehaug och Bergliot (2017) har använt metaforer för kemiska bindningar i kreativ skrivning för att försöka få elever att förstå detta abstrakta ämne på mikronivå. Vardag och tidigare naturvetenskaplig utbildning verkar spela viktiga roller då elever gör kemien begriplig.

Elevers förståelse av skillnaden mellan kemiska reaktioner och fysikaliska egenskaper har studerats av Ahtee och Varjola (1998). Här framkommer att både verkliga observationer och atommodellen behövs för att en distinktion ska kunna göras. Cheng och Gilbert (2017) har undersökt elevers förståelse av magnesiums reaktion med saltsyra. Resultaten pekar på att det vid undervisning och lärande om kemiska reaktioner är viktigt att använda för ändamålet rätt nivå av representation, med endera partikelmodellen eller atommodellen. Materiens bevarande bör också understrykas, liksom vikten av ett mer horisontellt lärande i form av modellbaserat resonemang.

Resultat som är av intresse för den här studien är hur fördelar av en tidig introduktion av partikelmodellen ökar förmågan till resonemang (Lindner & Redfors, 2007), vilket är en del av att förstå naturvetenskapen. Även svårigheterna med de tre dimensionerna för beskrivning och förklaring av kemiska processer inom konceptet kemiska formler (Andersson, 2008; Taskin & Bernholt, 2014) och problematiken bakom hur atomer sitter ihop (Taskin & Bernholt, 2014) är relevant. Intressant är också hur rätt representationsnivå är av betydelse för förståelsen (Cheng & Gilbert, 2017), vilket kan vara en del i lärares pedagogiska ämneskunskaper. Detta sammantaget kan komma att bli en hjälp vid diskussionen av de modeller lärarna i den här studien använder samt för att försöka förklara i vilken grad lärarna använder modeller som ett medel för att understryka naturvetenskapens karaktär.

## Lärares användning av modeller i naturvetenskaplig undervisning

I det här stycket presenteras forskning som handlar om lärares användning av modeller i naturvetenskaplig undervisning.

Håland (2010) har utforskat hur lärarstudenter förstå förångning och droppbildning och det verkar finnas brister i deras kunskaper på området. Detta utgör en motsättning till studien av Lindner och Redfors (2007), som visar på att en tidig introduktion av partikelmodellen ger mer utvecklade resonemang när eleverna blir äldre. Brister i kunskap hos blivande lärare kontra partikelmodellens vikt för elevers förmåga till resonemang utgör en utmaning i undervisnings- och lärandesituationer.

Hur lärare i naturvetenskapliga ämnen använder modeller i undervisningen har studerats av Harrison (2001). Resultatet som framkom var att de använder betydligt fler modeller och analogier än de som finns i läroböckerna. Eftersom naturvetenskapliga ämnen är beroende av modeller och då styrdokumentet förespråkar undervisning om naturvetenskapens karaktär behöver läroböcker som tar upp modellens giltighet och begränsningar utvecklas.

Användningen av fysiska modeller i ett biologiklassrum har studerats av Werner, Förtsch, Boone, von Kotzebue och Neuhaus (2017). Resultatet var att de fysiska modellerna sällan användes för naturvetenskapliga resonemang eller kritisk reflektion kring den använda modellen. Naturvetenskapliga resonemang är viktiga i detta sammanhang eftersom de är en del av att förstå naturvetenskapliga teorier.

Det som är av störst intresse för den här studien är resultaten från Harrison (2001) om att lärare använder fler modeller än de som finns i läroböckerna samt Werner, Förtsch, Boone, von Kotzebue och Neuhaus (2017) insikter om att fysiska modeller sällan används för naturvetenskapliga resonemang och kritisk reflektion.

## Modeller som del i ett teoretiskt perspektiv

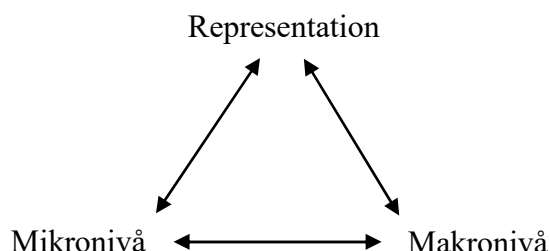
Den här uppsatsens fokus är modeller, vetenskapliga modeller är bärare av det ämnesmässiga innehållet och modeller är en del av naturvetenskapens karaktär. Därför kan det vara på sin plats att föra ett resonemang kring vad en modell kan vara. SAOL (2014) beskriver ordet modell bland annat som en ram för vetenskapligt arbete. En naturvetenskaplig teori som oftast går att formulera i ord kan göras begripligt med hjälp av en modell. Modellen beskriver teorin till en viss nivå av förståelse. Det kan finnas flera olika och eventuellt överlappande modeller som beskriver samma teori. Modellerna kan ta förståelsen till olika nivåer. Denna vida betydelse av ordet gör att det kan appliceras på både mikro- och makronivå (Johnstone, 1993; Andersson, 2008). En modell kan alltså både beskriva atomteorin liksom större system såsom vattnets kretslopp. En modell kan också utgöra en beskrivning av hur undervisning av ett område inom kemi kan gå till. Detta innebär att det går att tala om modeller för undervisning av modeller i kemi. Här kan det vara bättre att istället använda uttrycket ramverk för undervisning av modeller i kemi. Sammantaget kan man säga att bara att försöka definiera vad en modell egentligen är inte är trivialt.

Enligt Gericke (2008) finns inte heller någon absolut beskrivning av vad en modell är. Den kan vara ett verktyg för att inom forskning få information om något som inte går att observera direkt. Modellen representerar det observerade men beskriver det inte utifrån alla aspekter. Den hålls så enkel som möjligt, är en kompromiss och utvecklas genom en iterativ process. Av vikt är att känna till modellens begränsningar och hur den förhåller sig till andra modeller.

Hur modellen representeras eller åskådliggörs kan delas in i det konkreta sättet med fysiska modeller, det verbala eller beskrivande sättet, det symboliska sättet med kemiska namn, det visuella sättet med tvådimensionella bilder eller genom gester med kroppen som redskap (Gilbert, 2005). Vad gäller visualisering inom naturvetenskap finns belegg för att den innebär en utmaning vid lärande, eftersom det krävs metakognitiva färdigheter för att kunna navigera mellan olika representationer (Gilbert, 2005).

Beskrivningarna av Johnstone (1993), Andersson (2008) och Gilbert (2005) ovan kan användas som utgångspunkt för en analys av lärares beskrivningar av vilka modeller de använder och hur. Enligt Andersson (2008) innefattar förståelse av kemiska processer tre aspekter, vilka är den atomära, den makroskopiska och den symboliska. Den atomära gäller hur atomer och molekyler är strukturerade och hur de arrangeras om vid olika reaktioner. Den makroskopiska utgörs av iakttagelser och mätningar av den värld som kan observeras med sinnen. Den symboliska aspekten innefattar de kemiska formlerna. För att kunna hantera dessa aspekter krävs kunskap om de tre delarna och hur de är relaterade till varandra. I figur 1 sammanfattas teorierna av Johnstone (1993) och Andersson (2008). Figuren innehåller tre dimensioner för beskrivning och förklaring av kemiska processer och skildrar växelspelet mellan den förklarande atomära nivån och den observerbara makronivån (Andersson, 2008).

Mikronivån handlar om atomteorin och den dynamiska partikelteorin och inbegriper atomer, joner, molekyler, struktur och förklaringar, medan makronivå rör ämnen och beskrivningar. Dimensionen som kallas representation innebär formler, reaktionsformler, bilder, tredimensionella modeller, animationer och beräkningar. Denna dimension kan gälla både mikro- och makronivå. Lärare rör sig ledigt mellan dessa nivåer medan elever kan ha svårt att följa skiften mellan nivåer.



**Figur 1** Tre dimensioner för beskrivning och förklaring av kemiska processer enligt Johnstone (1993) och Andersson (2008).

Beskrivningarna av Johnstone (1993) och Andersson (2008) har bland annat använts då lärares och elevers kemiska förklaringar undersökts (Treagust, Chittleborough & Mamiala, 2003). Resultaten pekar på att effektivt lärande och en förståelse av inte bara hur utan varför något händer kräver användning av både mikronivå och representationer. Elever förstår heller inte alltid representationens roll i den kemiska förklaringen. Forskning inom området kemiska reaktioner (Jaber & BouJaoude, 2012) indikerar också att förståelsen ökar om både mikronivå, makronivå och representationer används vid undervisningen.

Mahaffy (2004) har utökat de tre dimensionerna för beskrivning och förklaring av kemiska processer till fyra, där det fjärde hörnet i en tetraeder utgörs av ett mänskligt element. Sjöström (2013) har delat in det mänskliga elementet i tillämpad kemi, en sociokulturell kontext och ett kritiskt-filosofiskt synsätt och förespråkar en bildningsorienterad kemiundervisning. Det handlar om problematisering och att ha ett metaperspektiv på kemi. Bevins och Price (2016) understryker autenticitet och en personlig dimension inom naturvetenskaplig utbildning. Den konceptuella förståelsen ökar också då elevernas förförståelse integreras i klassrumsdiskussionen (Teichert & Stacy, 2002).

## Lärares pedagogiska ämneskunskaper

Teorin om pedagogiska ämneskunskaper eller pedagogical content knowledge (PCK) behandlar hur lärares ämneskunskaper och generella pedagogiska kunskaper kan kopplas samman (Shulman, 1986). Den delar in *lärares kunskaper om ämnet* i tre områden; ämneskunskap, pedagogisk ämneskunskap och kunskap om kursplaner. Ämneskunskapen handlar om hur själva ämnet är organiserat i lärarens hjärna eller intellekt och vetenskap om att det går att arrangera på olika sätt. Den pedagogiska ämneskunskapen innefattar hur ämnet representeras och formuleras för att göra det begripligt för andra. Eftersom det inte finns ett enda bästa sätt att representera något behöver lärare ha ett stort förråd av alternativa representationsformer till hands, av vilka några härrör från forskning och andra från praktiska erfarenheter. Lärare behöver också en förståelse för vad som gör ett ämne så svårt. Kunskap om kursplaner handlar om hur kurser är upplagda och vilka instruktionsmaterial som finns tillgängliga i relation till kursen.

Lärares kunskaper om ämnet delas alltså in i tre områden, men enligt Shulman (1986) representerar lärare också den kunskapen på olika sätt. Dessa *former av lärares kunskaper* betecknas föreslagen kunskap, fallkunskap och strategisk kunskap. Föreslagen kunskap uppträder som principer, maxim och normer, där principer grundas i empirisk forskning, maxim i erfarenheter och där normer är just normativa. Fall är rikt beskrivna händelser och delas upp i prototyper som exemplifierar principer, prejudikat som fångar maximernas grunder och parabler som förmedlar normer och värden. Den strategiska kunskapen innebär förmåga att kunna välja när det finns flera alternativ.

Pedagogiska ämneskunskaper har också beskrivits av Abell (2008). Fyra karaktäristika hos pedagogiska ämneskunskaper är att de innehåller diskreta kategorier av kunskap som appliceras synergistiskt på praktiska problem, de är dynamiska, ämnesinnehållet är centralt och de innebär en transformering av andra typer av kunskaper såsom ämneskunskap, pedagogisk kunskap och kunskap om kontext.

Ovanstående framställningar av pedagogiska ämneskunskaper är teoretiska och för att göra PCK mer lättillgänglig eller praktiskt användbar för lärare och för att kunna utveckla professionen har Loughran, Mullhall och Berry (2004) utvecklat ytterligare två element inom området. Det första hänger ihop med ämnets innehåll och kallas innehållsrepresentation eller content representation (CoRe), medan det andra är förknippat med undervisningen och benämns professionell och pedagogisk erfarenhetsrepertoar eller professional and pedagogic experience repertoire (PaP-eR).

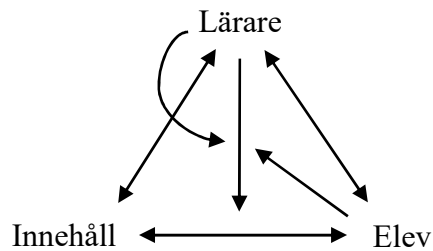
Lärares pedagogiska ämneskunskaper har undersökts inom ett flertal områden av kemin. Relevant för den här studien kan vara en studie av De Jong, Van Driel och Verloop (2005) där lärarstudenters pedagogiska ämneskunskaper vad gäller partikelmodellen undersöktes. Det framkom att de pedagogiska ämneskunskaperna utvecklades genom att lära från undervisning. Några blev mer medvetna om möjligheter och begränsningar av att använda partikelmodellen i specifika undervisningssituationer. I en annan studie som kan vara av intresse undersöktes lärares pedagogiska ämneskunskaper vid undervisning av syror och baser (Drechsler & Van Driel, 2008). Här framkom att lärarna använder modeller i olika stor utsträckning i sin undervisning och att några tycker att det räcker att göra en klar distinktion mellan mikro- och makronivå. Diskussioner med forskare som har klassrumsvana samt kollegor sägs bidra till att höja lärares pedagogiska ämneskunskaper.

Den här undersökningen utgår från kemilärares användning av modeller i undervisningen och därför kommer delar av teorin om pedagogiska ämneskunskaper att vara tillämpbar. Detta beror på att det innehåll i undervisningen som presenteras och hur det presenteras beror av lärarens ämneskunskaper och pedagogiska kunskaper. Det som går att applicera på resultaten i det här arbetet handlar om hur lärare gör kemin begriplig för elever, alltså den delen i *lärares kunskaper om ämnet* som kallas pedagogisk ämneskunskap (Shulman, 1986). Även vissa *former av lärares kunskaper* är applicerbara, exempelvis den som är erfarenhetsbaserad och den som innebär förmågan att kunna välja när det finns flera alternativ (Shulman, 1986). Dessutom kan utvecklingsmöjligheter inom pedagogiska ämneskunskaper diskuteras utifrån studierna av De Jong, Van Driel och Verloop (2005) och Drechsler och Van Driel (2008).

## Lärarperspektivet på modeller

För att sätta in den här studien i sitt sammanhang används översiktsstudien om didaktisk forskning i Norden (Kinnunen, Lampiselkä, Meisalo & Malmi, 2016) som nämndes i inledningen. I den används ett teoretiskt ramverk som beskrivs översiktligt i figur 2. Ramverket

utgår från den didaktiska triangeln som sedan utökats i flera omgångar (Peterßen, 1999; Kansanen & Meri, 1999; Kinnunen, 2009; Kinnunen, Lampiselkä, Meisalo & Malmi, 2016).



**Figur 2** Den utökade didaktiska triangeln av Kinnunen, Lampiselkä, Meisalo och Malmi (2016).

I triangeln visas relationerna mellan de tre huvudaspekterna i undervisnings- och lärandeprocessen, det vill säga läraren, eleven och innehållet. Lärandeprocessen sker mellan eleven och innehållet, och lärarens pedagogiska handlingar påverkar denna. Även elevens upplevelse av de pedagogiska aktiviteterna och återkoppling på desamma ingår i strukturen, liksom lärarens reflektioner kring sitt eget arbete. De två sistnämnda relationerna beskrivs av pilarna som pekar från eleven respektive läraren och in mot lärarens pedagogiska handlingar. Triangeln kan utökas till att bli flera utanpå varandra liggande genom att även beskriva vilken kontext den ingår i. Den kan ses på kursnivå, organisationsnivå, samhällsnivå och internationell nivå (Kinnunen, Lampiselkä, Meisalo & Malmi, 2016).

Den här studien utgår från och kretsar kring läraren. Den handlar också om innehållet i och med att fokus är på lärares syn på modeller, som är bärare av det ämnesmässiga innehållet. Triangeln kan således utökas ytterligare genom att hörnet med innehåll ersätts med de tre dimensionerna för beskrivning och förklaring av kemiska processer i figur 1. Studien rör sig huvudsakligen på kursnivå, men kommer även in på samhällsnivå till följd av styrdokumentet.

# Metod

## Datainsamling och urval

Eftersom studiens syfte är att undersöka lärares erfarenheter av, uppfattningar om och tankar kring användandet av modeller i kemiundervisningen i årskurs sju till nio användes den semistrukturerade personliga forskningsintervjun som metod för datainsamling (Denscombe, 2016). Datakällan är således människors svar på forskarens frågor. För att utgå från något beprövat inom ett närliggande område har den intervjuguide som använts hämtat sin struktur från Bergqvist (2016). Frågorna i guiden konstruerades dock utifrån den här undersökningens syfte och frågeställningar. Intervjuguiden finns i sin helhet i bilaga 1.

Informanter eftersöktes genom att kontakt togs med tre personer på vardera fyra skolor belägna på olika geografiska platser i Göteborgsregionen. Valet av skolor gjordes för att få en spridning i upptagningsområde, men även med avseende på skolans styrning och vilka läromedel som används. Urvalet av informanter gjordes för att få en fördelning i kön, antal år i yrket och till viss del även vad gäller arbetssätt. Urvalet har även påverkats av befintliga kontakter, eller den så kallade bekvämlighetsprincipen (Stukát, 2011). Informanterna söktes upp personligen via e-post. Meddelandet innehöll en kort presentation av studien och frågan om de kunde tänka sig att delta i densamma. Bifogat fanns de forskningsetiska principer inom humanistisk-samhällsvetenskaplig forskning (Vetenskapsrådet, 1990) som studien följer. De informanter som självmant valde att delta i studien fick ytterligare ett e-postmeddelande med några frågor de ombads tänka igenom innan intervjun. Det andra utskicket gjordes för att informanterna skulle kunna svara på teknikaliteter såsom antal år i yrket, men också för att redan innan intervjun kunna påbörja reflektionerna kring modeller. Frågorna finns specificerade i bilaga 2.

Intervjuerna gjordes genom att intervjuaren besökte informanternas arbetsplatser. Intervjuerna ägde rum i ett avskilt rum och tog mellan 20 och 50 minuter. Intervjuaren bar vid tillfället neutrala kläder och den inspelningsutrustning som användes var en mobiltelefon.

Bland de fem lärare som deltog i studien fanns både män och kvinnor som hade en yrkeserfarenhet på mellan åtta och mer än trettio år. De arbetade på tre olika kommunala skolor i Göteborgsregionen vilka använde olika läromedel. Alla lärarna undervisade vid tidpunkten för studien bland annat i kemi i grundskolans årskurs sju till nio. Lärarna var förutom i kemi även behöriga i några av ämnena biologi, fysik, geografi, matematik, miljövetenskap, naturkunskap och teknik. Alla som deltog i undersökningen uppgav att de tycker att det är roligt att undervisa i kemi.

## Analys

Erhållen data i form av ljudinspelade intervjuer transkriberades (Denscombe, 2016) och analyserades med hjälp av innehållsanalys (Cohen, Manion & Morrison, 2007; Merriam, 2009; Denscombe, 2016). Syftet med analysen är att beskriva beståndsdelarna, förklara hur det fungerar och tolka vad det betyder. Vid innehållsanalysen lästes transkriptionerna noga och relevanta ord, meningar eller textstycken grupperades kring de tre forskningsfrågorna. Texten analyserades med hjälp av två teoretiska perspektiv. Ett av dem är de tre dimensionerna för beskrivning och förklaring av kemiska processer på mikronivå, på makronivå och genom representation av Johnstone (1993) och Andersson (2008). I detta ingår hur modeller kan representeras, vilket kan vara konkret eller fysiskt, verbalt eller beskrivande, symboliskt med kemiska namn, visuellt med tvådimensionella bilder eller genom gester med kroppen som

redskap (Gilbert, 2005). Det andra perspektivet som använts under analysen är delar av teorin om pedagogiska ämneskunskaper (Shulman, 1986).

## Etiska aspekter

Studien följer de forskningsetiska principer inom humanistisk-samhällsvetenskaplig forskning som fastställts av Vetenskapsrådet (1990) samt de etiska huvudprinciper som anges i Denscombe (2016). Under studien informerades de av forskningen berörda om forskningens syfte, dels vid förfrågan om deltagande och dels i samband med intervjun. Deltagarna bestämde själva över sin medverkan genom informerat samtycke i anknytning till intervjun. Samtidigt informerades om att det när som helst går att avbryta medverkan i undersökningen. Informanternas konfidentialitet säkerställdes genom att de i allt skrivet material i och kring studien aidentifierades.

## Validitet och reliabilitet

Validitet i en mätning talar om huruvida det är det som ska mätas som mäts, medan reliabilitet handlar om mätningens stabilitet, alltså om mätningens resultat går att lita på eller om det varierar av skäl som inte har med det som mäts att göra (Wikström, 2013).

Validiteten i den här studien skulle kunna höjas genom ett mer iterativt arbetssätt, så att intervju och intervjuguide hela tiden anpassas till varandra och mot de frågeställningar som studien syftar till att besvara. Genom att kombinera studien med observationer i reella klassrum (Denscombe, 2016), för att titta närmare på hur lärare faktiskt använder modeller i praktiken, skulle validiteten också förstärkas. Detta beror på att data från intervjuer baseras på vad människor säger och inte på vad de gör och det är inte alltid som uttalande och handling stämmer överens. Ett sådant förfarande skulle även kunna bidra till studiens didaktiska relevans. Undersökningen skulle kunna stärkas ytterligare via en kombination med textboksanalys av de av skolorna använda läroböckerna (Denscombe, 2016).

Reliabiliteten kan förbättras genom att utöka antalet intervjuer, vilket även ökar undersökningens generaliserbarhet. För att bredda studien skulle intervjuerna dessutom kunna omfatta lärare i gymnasieskolan.

Ytterligare aspekter som bör tas i beaktande när det gäller intervjun som metod för datainsamling är att informanternas uttalanden kan vara påverkade av intervjuarens identitet samt hämmade av inspelningsutrustningen (Denscombe, 2016).



## Resultat och analys

Det här arbetet försöker besvara frågorna om vilka modeller lärarna i studien använder i kemiundervisningen i grundskolans årskurs sju till nio, varför de använder modeller i sin undervisning och ifall modellerna används som medel att understryka naturvetenskapens karaktär. Resultaten har därför delats upp under tre rubriker som närmar sig varsin fråga. I hela resultatdelen varvas tolkningar av lärarnas svar med citat som är menade att göra tolkningen berättigad.

### Modeller som används i kemiundervisningen

För att få en uppfattning om vad lärarna i studien anser att en modell är inleddes intervjun med just den frågan. De fem lärarna L1, L2, L3, L4 och L5 gav följande svar:

En modell för mig är nog en atom, att man kan förklara en atom och att dom får nån slags uppfattning om vad en atom är och hur man kan kombinera olika atomer, och just det här med protoner och elektroner och neutroner, var dom är placerade och hur det är uppbyggt.

Det är en förenklad, lite avskalad beskrivning av verkligheten, där man försöker göra det så enkelt som möjligt, fast det egentligen är oerhört svårt. Väldigt abstrakt men ändå hands on på något sätt.

Någoting som ger en förenklad bild av hur någoting är, om det nu kan bli en förenklad bild, det är ju inte alla modeller som ger det, men kolets kretslopp, hur man skulle kunna ha en bild för hur det går till. Cellandning, fotosyntes, förbränning skulle kunna vara modeller då.

Någoting som skall förenkla verkligheten och göra den greppbar.

Det är svårt att skilja en modell från en illustration eller en figur, där är gränsen hårfin, men någoting som illustrerar ett fenomen på något sätt. Oftast behöver vi ju ingen modell förrän, en fisk är en fisk och vi målar upp den som en fisk men den ser ändå ganska lik ut, men en syremolekyl är det ju ingen som har sett så då har vi en modell som får ersätta den.

Utifrån svaren går det att se att det inte är alldeles självklart hur en modell kan beskrivas, vilket även Gericke (2008) påpekar. Lärarnas svar är både abstrakta och konkreta. Endast lärare L5 reflekterar kring att det kan vara skillnad på en vetenskaplig modell som kan förändras och representationen av denna modell. Svaren om vad en modell är för de här lärarna följer med dem genom hela intervjun om modeller. De lärare som utgår från det lilla eller mikronivån har en tendens att stanna där genom hela intervjun, medan de som utgår från det stora eller makronivån rör sig där under merparten av tiden. Detta beror eventuellt på att lärarna har tyngdpunkten i sin utbildning inom endera kemi eller biologi. Forskning har visat att biologilärare generellt har en mer holistisk syn på modeller (Justi & Gilbert, 2003) än lärare i fysik och kemi. Av lärarna ovan har lärare L1, L2, L5 och möjligen lärare L4 sin start i mikronivån, medan lärare L3 har tyngdpunkten mer mot makronivå.

Det kan också vara på sin plats att redovisa vilka modeller de olika lärarna i studien använder. För att illustrera det spontana sättet på vilket lärarna pratar om de modeller de använder redovisas först varje lärares modeller i den ordning de nämns. Möjligen går det att urskilja lärarnas utgångspunkt i det lilla alternativt det stora. Lärare L1 pratar om växthuseffekten, ozonlagret, stora och små atom- och molekyllmodeller i kulform, strålning, vågiga streck, Lego, atom- och molekyllmodeller med magneter till tavlan, bilder av atom- och molekyllmodeller på tavlan, försurning, vätejoner, vattnets kretslopp, värme i form av tennisbollar, en svart låda med saker i för att representera Bohrs atommodell. Lärare L2 nämner

atom- och molekylmodeller i bildform, protoner, elektroner, bindningar som armar i bildform, ekosystem, näringspyramid, näringsväv, jonpussel, text och bilder på atomer och protoner på tavlan, kulmodeller, fotosyntes, cellandning och bilder i böcker. Lärare L3 tar upp modeller för kretslopp, fotosyntes, cellandning, kolets kretslopp, modellen för återvinning, atommodellen, atommodellen som löparbanor runt en gräsmatta, elektroner, ljus, energiövergångar, elektronhopp, ritade bilder av atomer, klipp-och-klistra-modeller av atomer, egenhändigt byggda modeller av atomer, den egna kroppen som representation för atomen, reaktionsformler, kulmodeller, dubbelbindningar, enkelbindningar, kovalenta bindningar och jonbindningar, metallbindningar, van der Waals-bindningar, polära bindningar, modell för försurning, katalysatorer, eld och brand samt ämnens faser. Lärare L4 talar om molekylmodeller, atommodeller, modeller för energiomvandlingar, kemiska reaktioner, kolets kretslopp i ord och bilder, molekylmodeller som ritade bilder, kulmodeller samt nätbaserade program för att bygga atomer och joner. Lärare L5 beskriver partikelmodellen, molekylmodeller, atommodellen, kretslopp, växthuseffekten, ozonlagret, partikelrörelse i fasövergångar, cellen, cellmembran, DNA, proteinsyntes, jonbindningar, joner med plus- och minustecken, egna armar som elektroner, kroppen, kryss och prickar för elektroner, kulmodeller, fotosyntes, förbränning, atomen i bilder, kemiska tecken och skriven text och fettsyror. Alla lärarna uppger också att det kan vara problematiskt att gå mellan mikro- och makronivå samt att en verbal förtydning av läroböckerna ofta är nödvändig.

I stycket innan kan man se att lärarna växlar fritt mellan modeller på mikronivå, modeller på makronivå och representationer av modeller (Johnstone, 1993; Andersson, 2008). Alla sätt att representera modeller av Gilbert (2005) finns med. Det handlar om konkreta, fysiska modeller, det verbala eller beskrivande sättet, symbolsättet i form av kemiska namn, det visuella sättet med bilder i två dimensioner och genom gester med kroppen som redskap.

För att strukturera upp lärarnas svar kring vilka modeller de använder i kemiundervisningen delas de upp i svar som gäller mikronivå och svar som handlar om makronivå (Johnstone, 1993; Andersson, 2008), skrivs i bokstavsordning och redovisas i tabell 1. Efter varje modell anges representationssätt och om inget angivits är det den vetenskapliga teoretiska modellen som kan förändras som avses, till skillnad från representationen av den. Den vetenskapliga teoretiska modellen är bärare av det ämnesmässiga innehållet och utgör kunskap i ämnet.

**Tabell 1** Modeller som lärarna i studien använder i kemiundervisningen fördelade på mikronivå och makronivå (Johnstone, 1993; Andersson, 2008).

Lärare	Mikronivå	Makronivå
L1	Atommodellen, låda med saker i Molekylmodeller, Lego Molekylmodeller, magneter Molekylmodeller, ritade Molekylmodeller, små kulor Molekylmodeller, stora kulor Strålning Strålning, tennisbollar Strålning, ritad, vågiga streck Vätejoner	Försurning Kretslopp, vatten Ozonlagret Växthuseffekten

Lärare	Mikronivå	Makronivå
L2	Atommodellen, ritad Atommodellen, text Bindningar, ritade armar Cellandning Elektroner Fotosyntes Joner, pussel Molekylmodeller, bilder Molekylmodeller, kulor Molekylmodeller, ritade Protoner Protoner, ritade Protoner, text	Ekosystem Näringspyramid
L3	Atommodellen Atommodellen, egenbyggd Atommodellen, klipp-och-klistra Atommodellen, kroppen Atommodellen, ritad Atommodellen, ritad, löparbanor Cellandning Dubbelbindningar Elektroner Elektronhopp Energiövergångar Enkelbindningar Fotosyntes Jonbindningar Katalysatorer Kovalenta bindningar Ljus Metallbindningar Molekylmodeller, kulor Polära bindningar Reaktionsformler van der Waals-bindningar	Brand Eld Förurning, modell Kretslopp, kol Kretslopp, modell Återvinning, modell Ämnen, faser
L4	Atommodellen Atommodellen, ritprogram Joner, ritprogram Molekylmodeller Molekylmodeller, kulor Molekylmodeller, ritade Reaktionsformler	Energiomvandling, modell Kretslopp, kol Kretslopp, kol, ord Kretslopp, kol, ritad

Lärare	Mikronivå	Makronivå
L5	Atomen, bild Atomen, kemiskt tecken Atomen, text Atommodellen Cellmembran DNA Elektroner, egna armar Elektroner, ritade, kryss Elektroner, ritade, prickar Fettsyror Fotosyntes Jonbindningar Joner, ritade, minustecken Joner, ritade, plustecken Molekylmodeller Molekylmodeller, kulor Partikelmodellen Partikelrörelse, fasövergång Proteinsyntes	Cellen Förbränning Kretslopp Ozonlagret Växthuseffekten

Tabell 1 visar att den här studiens lärare i kemi använder många modeller i sin undervisning och att fler modeller befinner sig på mikronivå än på makronivå. Modellerna på mikronivå har också många fler representationssätt. Detta kan bero på att lärarna använder modellerna på mikronivå för att resonera kring och skapa förståelse utifrån, vilket även undersökts av Treagust, Chittleborough och Mamiala (2003). Modeller på mikronivå är enligt Andersson (2008) till för att förklara fenomen på makronivå.

Svaren om vilka modeller lärarna använder i sin undervisning i kemi går att kategorisera ytterligare genom att dela upp dem utifrån representationssätt (Gilbert, 2005). I tabell 2 har representationerna i tabell 1 räknats och klassificerats som konkreta eller fysiska modeller, verbala eller beskrivande, symboliska med kemiska namn, visuella eller tvådimensionella bilder och som gester med kroppen som redskap. Observera att tabellen endast visar de av lärarna uttalade sätten att representera modeller.

**Tabell 2** Sätt att representera modeller enligt Gilbert (2005) som lärarna i studien använder i sin kemiundervisning.

Lärare	Konkret	Verbalt	Symboliskt	Visuellt	Via gester
L1	6			2	
L2	2		2	5	
L3	3			2	1
L4	1	1		4	
L5	1		2	5	1

I tabell 2 kan man se att de vanligaste representationssätten den här studiens lärare i kemi i grundskolans årskurs sju till nio använder är konkreta och visuella. Endast en lärare har angett det verbala representationssättet. Detta har troligtvis att göra med att endast uttalade

representationer finns med i tabellen och att det talade är underförstått i en lärares sammanhang, vilket också kommer fram i mindre konkreta delar av intervjuerna. Exempelvis anger alla lärarna att läroböcker behöver ett verbalt förtydligande och att resonemang är viktiga inslag i undervisningen. En av lärarna säger att användningen av olika representationer gynnar lärandet då fler elever kan nås på detta sätt, vilket kan kopplas till lärarens pedagogiska ämneskunskaper (Shulman, 1986). Visualiseringen är i det här fallet tänkt att skapa en förståelse kring kemins begrepp, modeller och teorier, alltså ämnesinnehållet. En reflektion kring resultaten i tabell 2 är att det symboliska representationssättet möjligen skulle öka om undersökningen gjordes på lärare i gymnasieskolan, eftersom formelskrivning och beräkningar kommer in mer där.

Representationssätten (Gilbert, 2005) som lärarna i den här studien använder kan gälla både mikronivå och makronivå (Andersson, 2008). I tabell 3 har representationssätten delats upp på dessa båda nivåer.

**Tabell 3** De olika sätten att representera modeller enligt Gilbert (2005) som lärarna i studien använder i sin kemiundervisning uppdelade på mikronivå och makronivå (Johnstone, 1993; Andersson, 2008).

	Konkret	Verbalt	Symboliskt	Visuellt	Via gester
Mikronivå	13		4	17	2
Makronivå		1		1	

I tabell 3 kan man se att lärarnas representationer av modeller till övervägande del gäller mikronivå. Detta beror troligen på att de flesta modeller lärarna använder befinner sig på mikronivå, men också på att modeller på denna nivå är till för att förklara fenomen på makronivå (Andersson, 2008). Det skulle också kunna bero på att modeller på denna nivå är svårare för elever att greppa och att de därför kan behöva visualiseras.

## Varför modeller används i kemiundervisningen

Motiveringar som lärarna i den här studien anger till att de använder ovanstående modeller är exempelvis en medveten vald strategi genom hela kemiundervisningen om att bygga upp en förståelse eller att man med tiden förvärvat en kunskap om vad som passar ens egen undervisning och vad som går hem hos eleverna. Detta torde vara förbundet med lärarnas pedagogiska ämneskunskaper (Shulman, 1986). Lärare L1 uttrycker det som att:

Nuförtiden är jag ju så himla bekväm med vad dom ska kunna och vad som problemen brukar vara, så då jobbar jag ju mycket mer med förståelsen.

Det kan också handla om att det underlättar för eleverna och att det ger något att bygga vidare på, eller som lärare L2 beskriver:

Det är ett sätt att få eleverna att förstå vad vi pratar om. Har man liksom fått den synen så tror jag att man kan bygga på den modellen om man fortsätter att läsa sen, och kanske då förstå att det var bara en modell och att den var förenklad.

Lärare L3 arbetar mycket med att få in elevernas vardag i undervisningen och formulerar det som att:

Atommodellen är ju väldigt komplex då man inte kan se den så att, har man haft friluftsdag på Slottskogsvallen med löparbanor så är det ju enklare att rita en atom som löparbanor runt en gräsyta i

mitten, dom kan till och med känna igen sig i det här då, så det gör jag, jag ritar nog väldigt sällan de mer abstrakta atommodellerna än så.

Flera av de intervjuade lärarna uppger också att det finns intentioner i styrdokumentet om att det ska resoneras mycket mer nu, eller som lärare L3 uttrycker det:

Modellerna är nog samma, fast man använder dem på lite annat sätt kanske.

Lärare L5 har en bildningstanke om att kunskapen ska leda till en förståelse av omvärlden eller att kunna göra val i livet.

Sammanfattningsvis handlar resultaten i den här delen om en bedömning utifrån lärarnas pedagogiska ämneskunskaper (Shulman, 1986), att bygga förståelse och att öva förmågan till resonemang, men även om bildning samt att få in elevernas vardag i lärandet.

## Modeller som ett medel att understryka naturvetenskapens karaktär

För att få en inblick i om modellerna leder till en förståelse av naturvetenskapens karaktär söktes texten i transkriptionerna på information om hur lärarna använder modellerna och om de tar upp modellernas giltighet och föränderlighet.

Inledningsvis kan nämnas att alla lärare anser att modeller är nödvändiga för att kunna förstå kemi. Lärare L1 använder modeller som utgångspunkt för att bygga vidare på och resonera kring. Samma lärare talar om atommodellens föränderlighet som ett resultat av nya experiment och säger:

Om man ger eleverna den här svarta lådan, det är massa grejer i den. Hur ska ni ta reda på vad som finns i den? Vi sätter upp ett experiment. Så har man ju tänkt hela tiden.

Det här citatet sätter fingret på naturvetenskapens karaktär, som handlar om hur naturvetenskap tas fram. Lärare L2 nämner att det är en förenklad bild som det sedan går att bygga vidare på. Även här handlar det om att resonera och att förstå och atommodellen tas upp som en föränderlig modell. Lärare L3 understryker elevernas delaktighet i form av att rita, klippa och klistra, bygga samt använda kroppen som verktyg. Återigen är det resonemanget kring atomerna som är i fokus. I de fall det går att hitta flera olika modeller för samma teori används de. Läraren uttrycker det som att:

Om man kan hitta fler olika modeller så kan man nog få fler som förstår. Att förklara varför det bildas koldioxid när man eldar upp kolväten kan man ju göra på flera sätt. Jag skriver propan plus syre blir vatten plus koldioxid, visar med kulmodeller och sedan ritar jag dem med atommodeller under och sedan bara översätter jag det som kemiska tecken så att de ser samma sak på tre, fyra olika sätt.

Lärare L4 säger att det handlar om att rita mycket och att resonera kring bilderna, men att det inte är alltid som det finns olika modeller att ta upp för att prata föränderlighet. Det periodiska systemet och att regler för valenselektroner inte alltid gäller går dock att diskutera i detta sammanhang. Lärare L5 anger också att det handlar om att kunna resonera. Samma person använder atommodellen för att diskutera giltighet samt anger att en svart prick, C och att skriva ordet kolatom är tre olika sätt att representera samma sak, vilket läraren menar kan behövas för att nå fler elever. Detta kan kopplas till lärarens pedagogiska ämneskunskaper (Shulman, 1986).

Här ser vi att för att närma sig naturvetenskapens karaktär nämner alla lärare i den här studien atommodellen eller valenselektroner i atommodellen, alltså en modell på mikronivå. Något som det också talas om i sammanhanget är vikten av resonemang. Dessutom visar det sig att alla lärarna i studien inte alltid skiljer på vad som är en vetenskaplig föränderlig modell

jämfört med vad som är dess representation, vilket exempelvis går att se i citatet av lärare L3 och i det lärare L5 säger. De pratar inte särskilt mycket om naturvetenskapens karaktär och hur modeller kan användas för att förstå den. På vilket sätt kan exempelvis atommodellen användas för att förstå naturvetenskapliga teories föränderlighet?

## Diskussion

Syftet med den här studien har varit att ta reda på hur många, i detta fall fem, lärare i grundskolans årskurs sju till nio använder modeller i kemiundervisningen och om de blir till det innehåll i undervisningen som forskning och styrdokument förespråkar.

Denna studie har visat att de fem intervjuade lärarna använder många olika modeller i sin undervisning och att de pratar om modeller utifrån både mikronivå och makronivå samt som representationer. Den här studiens resultat kan jämföras med Harrison (2001), som funnit att lärare i naturvetenskapliga ämnen använder fler modeller och analogier än de som finns i läroböckerna, vilket skulle kunna ses som att också de använder många modeller. Alla sätt att representera modeller av Gilbert (2005) finns med. De mest använda är det konkreta sättet med fysiska modeller samt det visuella sättet med bilder i två dimensioner. Det symboliska sättet med kemiska namn och att genom gester använda kroppen som redskap förekommer i liten utsträckning. Det verbala eller beskrivande sättet används bara av en av lärarna i studien. Värt att notera är att det verbala eller beskrivande sättet troligtvis är underrepresenterat då det inte uttrycks i konkreta sammanhang under intervjuerna. Alla lärarna uppger också att det kan vara problematiskt att gå mellan mikronivå och makronivå och att det ofta krävs sätt att förtydliga här, något som även poängteras av Andersson (2008) samt Taskin och Bernholt (2014).

Varför lärarna i studien använder just de modeller de nämner uttrycker några som att det är ett val utifrån förvärvade kunskaper från den egna undervisningen och elevers förståelse, vilket motsvarar lärarens pedagogiska ämneskunskaper (Shulman, 1986). Att kunna välja rätt representationsnivå är av betydelse för förståelsen, exempelvis vad gäller kemiska reaktioner (Cheng & Gilbert, 2017). Lärarna säger också att det handlar om att bygga förståelse och att öva förmågan till resonemang, något som uttrycks i styrdokumentet för grundskolan (Skolverket, 2011a). En ytterligare aspekt på varför lärare i den här studien använder de modeller de gör är att de vill få in elevernas vardag i lärandet. Detta kan röra sig om intresse, vilket har undersökts av Broman, Ekborg och Johnels (2011). Tanken som framkom i studien om att använda modeller som ett sätt att förstå naturvetenskapens karaktär eller att nå bildning, har diskuterats av Duit och Treagust (2003) som ett sätt att förbättra undervisning och lärande inom naturvetenskap. Även Sjöström (2011) talar om en bildningsorienterad kemiundervisning, där men inte bara lär sig kemi, utan också *om* kemi, om kemins natur och dess roll i samhället. Det handlar exempelvis om att belysa fördelar och risker med kemi och dess applikationer. Att inkludera ett mänskligt element i triangeln för beskrivning och förklaring av kemiska processer av Johnstone (1993), som både Sjöström (2011) och Mahaffy (2004) gjort, kanske är en väg att gå för att öka förståelsen av naturvetenskapens karaktär.

Den här studien visar också att de intervjuade lärarna tycker att modeller är nödvändiga för att kunna förstå kemi. Då det gäller de kemiska modellernas och teoriernas användbarhet, begränsningar, giltighet och föränderlighet, som är tätt förknippat med naturvetenskapens karaktär, anger alla lärarna i studien att atommodellen eller kemiska bindningar tas upp i detta sammanhang. Varför alla nämner just atommodellen tål att diskuteras, men kanske är det för att den är så central inom kemin, eller att den närbesläktade partikelmodellen är den enda modell som namnges i kursplanen i kemi för grundskolan (Skolverket, 2011a), att modeller på makronivå ofta är mer komplexa eller att svaren skulle divergera mer om fler lärare tillfrågats. Alla lärarna uppger också resonemanget som en viktig del i konceptet. En lärare nämner relationen mellan modell, experiment och giltighet. I vilken grad lärarna i den här studien verkligen använder modellerna för att understryka naturvetenskapens karaktär kan vara svårt att få ett grepp om endast utifrån informationen i de gjorda intervjuerna. Här skulle djupare frågor kring hur modellerna används i kombination med klassrumsobservationer kunna ge



större kunskaper om i vilken utsträckning det faktiskt är naturvetenskapens karaktär som understryks. Klassrumsobservationer skulle också kunna ge svar på hur modellerna tas emot och uppfattas av eleverna. Utifrån befintlig information kan sägas att lärarna ändå till viss del är naturvetenskapens karaktär på spåren. Fokus för lärarna i den här studien är dock förklaringar av naturvetenskap och inte av naturvetenskapens karaktär, troligen för att dessa förklaringsprocesser tar längre tid att bygga upp. Gericke (2008) har undersökt hur textböcker representerar modeller inom området genetik och konstaterar att länkningen mellan olika modeller samt olika modellers användbarhet, begränsningar, giltighet och föränderlighet sällan tas upp. Läroböckerna lyfter således inte naturvetenskapens karaktär, vilket leder till frågor om hur vetenskap ska förmedlas till elever och vad det innebär att kunna något.

De i den här studien deltagande lärarnas beskrivningar av vad en modell är visar att det inte är ett alldeles självklart koncept. Modellers komplexitet har även diskuterats av Gericke (2008). Det är heller inte alltid lärarna gör en uttalad åtskillnad mellan den vetenskapliga och föränderliga modellen jämfört med representationen av den. Huruvida detta är ett problem eller inte kan diskuteras. Både den vetenskapliga modellen och dess representationer går ju att använda för att föra resonemang och skapa förståelse kring, vilket i sig är kunskap. Likväl är det ett faktum att det finns styrdokument (Skolverket, 2011a; Skolverket, 2011b; Skolverket, 2011c; Skolverket, 2011d) som innehåller skrivelser om modeller, som en del av naturvetenskapens karaktär. Kanske kan det utifrån detta då vara befogat att modellen som sådan belyses och eventuellt också får ett förtydligande i dessa dokument. En mer praktisk implikation är att en genomgång av vilka historiska modeller som finns inom olika områden i kemin skulle kunna generera en för lärare användbar uppsättning verktyg för att prata om naturvetenskapens karaktär, likt Gericke (2008) gjort inom genetik.

Sammanfattningsvis kan sägas att de studerade kemilärarna i grundskolans årskurs sju till nio använder många olika modeller och representationer av modeller i sin undervisning och att flertalet av dem befinner sig på mikronivå. De understryker att modeller är nödvändiga för att förstå kemin, men att de inte alltid är så enkla att förklara som de är ämnade att vara. Exempelvis kan det vara problematiskt för elever att förstå kopplingen mellan mikronivå och makronivå. Valen av modeller och representationssätt baseras på lärarnas pedagogiska ämneskunskaper och modellerna används till viss del för att understryka naturvetenskapens karaktär, som innebär att de kemiska modellernas och teoriernas användbarhet, begränsningar, giltighet och föränderlighet diskuteras.

## Referenser

- Abell, S. K. (2008). Twenty Years Later: Does pedagogical content knowledge remain a useful idea? *International Journal of Science Education*, 30(10), 1405-1416. doi: 10.1080/09500690802187041
- Ahtee, M. & Varjola, I. (1998). Students' understanding of chemical reaction. *International Journal of Science education*, 20(3), 305-316. doi: 10.1080/0950069980200304
- Andersson, B. (2008). *Att förstå skolans naturvetenskap. Forskningsresultat och nya idéer*. Lund: Studentlitteratur.
- Bergqvist, A., Drechsler, M. & Chang Rundgren, S.-N. (2016). Upper Secondary Teachers' Knowledge for Teaching Chemical Bonding Models. *International Journal of Science Education*, 38(2), 298-318. doi: 10.1080/09500693.2015.1125034
- Bergqvist, A. (2017). *Teaching and learning of chemical bonding models. Aspects of textbooks, students' understanding and teachers' professional knowledge* (Doctoral thesis, Karlstad University Studies, 2017:23). Karlstad: Karlstads universitet. Tillgänglig: <http://kau.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2:1093420>
- Bevins, S. & Price, G. (2016). Reconceptualising inquiry in science education. *International Journal of Science Education*, 38(1), 17-29. doi: 10.1080/09500693.2015.1124300
- Bjønness, B. & Knain, E. (2018). A science teacher's complex beliefs about nature of scientific inquiry. *Nordic Studies in Science Education*, 14(1), 54-67. doi: <http://dx.doi.org/10.5617/nordina.2676>
- Broman, K., Ekborg, M. & Johnels, D. (2011). Chemistry in crisis? Perspectives on teaching and learning chemistry in Swedish upper secondary schools. *Nordic Studies in Science Education*, 7(1), 43-60. doi: <http://dx.doi.org/10.5617/nordina.245>
- Cheng, M. M. W. & Gilbert, J. K. (2017). Modelling students' visualisation of chemical reaction. *International Journal of Science Education*, 39(9), 1173-1193. doi: 10.1080/09500693.2017.1319989
- Cohen, L., Manion, L. & Morrison, K. (2007). *Research Methods in Education* (6. uppl.). New York: Routledge.
- De Jong, O., Van Driel, J. H. & Verloop, N. (2005). Preservice Teachers' Pedagogical Content Knowledge of Using Particle Models in Teaching Chemistry. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(8), 947-964. doi: 10.1002/tea.20078
- Denscombe, M. (2016). *Forskningshandboken. För småskaliga projekt inom samhällsvetenskaperna* (3. uppl.). Lund: Studentlitteratur.
- Dhinosa, H. S. & Treagust, D. F. (2014). Prospective pedagogy for teaching chemical bonding for smart and sustainable learning. *Chemistry Education Research and Practice*, 15, 435-446. doi: 10.1039/c4rp00059e
- Drechsler, M. & Van Driel, J. (2008). Experienced Teachers' Pedagogical Content Knowledge of Teaching Acid-base Chemistry. *Research in Science Education*, 38(5), 611-631. doi: 10.1007/s11165-007-9066-5
- Duit, R. & Treagust, D. F. (2003). Conceptual change: a powerful framework for improving science teaching and learning. *International Journal of Science Education*, 25(6), 671-688. doi: 10.1080/09500690305016
- Gericke, N. (2008). *Science versus School-science. Multiple models in genetics - The depiction of gene function in upper secondary textbooks and its influence on student's understanding* (Doctoral thesis, Karlstad University Studies, 2008:47). Karlstad: Karlstads universitet. Tillgänglig: <http://kau.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2:128104>

- Gericke, N. M. & Hagberg, M. (2007). Definition of historical models of gene function and their relation to student' understanding of genetics. *Science & Education*, 16(7-8), 849-881. doi: 10.1007/s11191-006-9064-4
- Gilbert, J. K. (2005). Visualization: A metacognitive skill in science and science education. I J. K. Gilbert (Red.), *Visualization in Science Education* (s. 9-27). Dordrecht: Springer.
- Grosslight, L., Unger, C., Jay, E. & Smith, C. L. (1991). Understanding Models and their Use in Science: Conceptions of Middle and High School Students and Experts. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(9), 799-822. doi: 10.1002/tea.3660280907
- Halloun, I. A. (2007). Mediated Modeling in Science Education. *Science & Education*, 16(7-8), 653-697. doi: 10.1007/s11191-006-9004-3
- Harrison, A. G. (2001). How do Teachers and Textbook Writers Model Scientific Ideas for Students? *Research in Science Education*, 31(3), 401-435. doi: 10.1023/A:1013120312331
- Hodson, D. (1993). Re-Thinking Old Ways: Towards A More Critical Approach To Practical Work In School Science. *Studies in Science Education*, 22(1), 85-142. doi: 10.1080/03057269308560022
- Holt, A. & Bergliot Øyehaug, A. (2017). Bruk av metaforer om kjemiske bindinger i kreativ skrivning. *Nordic Studies in Science Education*, 13(2), 134-148. doi: <http://dx.doi.org/10.5617/nordina.2855>
- Håland, B. (2010). Student teacher conceptions of matter and substances - evaporation and dew formation. *Nordic Studies in Science Education*, 6(2), 109-124. doi: <http://dx.doi.org/10.5617/nordina.251>
- Jaber, L. Z. & BouJaoude, S. (2012). A Macro-Micro-Symbolic Teaching to Promote Relational Understanding of Chemical Reactions. *International Journal of Science Education*, 34(7), 973-998. doi: 10.1080/09500693.2011.569959
- Johnstone, A. H. (1993). The Development of Chemistry Teaching. A Changing Response to Changing Demand. *Journal of Chemical Education*, 70(9), 701-705. doi: 10.1021/ed070p701
- Justi, R. S. & Gilbert, J. K. (2002). Modelling, teachers' views on the nature of modelling, and implications for the education of modellers. *International Journal of Science Education*, 24(4), 369-387. doi: 10.1080/09500690110110142
- Justi, R. S. & Gilbert, J. K. (2003). Teachers' views on the nature of models. *International Journal of Science Education*, 25(11), 1369-1386. doi: 10.1080/0950069032000070324
- Kansanen, P. & Meri, M. (1999). The Didactic relation in the teaching-studying learning process. *TNTEE Publications*, 2(1), 107-116.
- Kinnunen, P. (2009). *Challenges of teaching and studying programming at a university of technology - Viewpoints of students, teachers and the university* (Doktorsavhandling, TKK research reports in computer science and engineering A, TKK-CSE-A4/09). Helsingfors: Department of Computer Science and Engineering, Helsinki University of Technology. Tillgänglig: <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-248-195-5>
- Kinnunen, P., Lampiselkä, J., Meisalo, V. & Malmi, L. (2016). Research on teaching and learning in Physics and Chemistry in NorDiNa Papers. *Nordic Studies in Science Education*, 12(1), 3-20. doi: <http://dx.doi.org/10.5617/nordina.907>
- Levy Nahum, T., Mamlok-Naaman, R., Hofstein, A. & Kronik, L. (2008). A New "Bottom Up" Framework for Teaching Chemical Bonding. *Journal of Chemical Education*, 85(12), 1680-1685. doi: 10.1021/ed85p1680

- Lindner, A.-C. & Redfors, A. (2007). Partikelmodell som utgångspunkt för elevers förklaringar av avdunstning. *Nordic Studies in Science Education*, 3(1), 29-44. doi: <http://dx.doi.org/10.5617/nordina.390>
- Loughran, J., Mulhall, P. & Berry, A. (2004). In Search of Pedagogical Content Knowledge in Science: Developing ways of Articulating and Documenting Professional Practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(4), 370-391. doi: 10.1002/tea.20007
- Mahaffy, P. (2004). The future shape of chemistry education. *Chemistry Education: Research and Practice*, 5(3), 229-245. doi: <http://dx.doi.org/10.1039/B4RP90026J>
- Merriam, S. B. (2009). *Qualitative Research. A Guide to Design and Implementation* (2. uppl.). San Francisco: Jossey-Bass.
- Peterßen, W. H. (1989). *Lehrbuch Allgemeine Didaktik*. München: Ehrenwirth.
- Ribeck, J. (2015). *Steg för steg. Naturvetenskapligt ämnesspråk som räknas* (Doktorsavhandling, Data linguistica 28). Göteborg: Acta Universitatis Gothoburgensis. Tillgänglig: <http://hdl.handle.net/2077/40506>
- Shulman, L. S. (1986). Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.
- Sjöström, J. (2013). Towards *Bildung*-Oriented Chemistry Education. *Science & Education*, 22(7), 1873-1890. doi: 10.1007/s11191-011-9401-0
- Skolverket (2011a). *Läroplan för grundskolan, förskoleklassen och fritidshemmet 2011*. Hämtad från <https://www.skolverket.se/publikationer?id=3813>
- Skolverket (2011b). *Gymnasieskola 2011*. Hämtad från <https://www.skolverket.se/publikationer?id=2597>
- Skolverket (2011c). *Läroplan, examensmål och gymnasiegemensamma ämnen för gymnasieskola 2011*. Hämtad från <https://www.skolverket.se/publikationer?id=2705>
- Skolverket (2011d). *Ämnesplan i kemi*. Hämtad 2018-04-10, från <https://www.skolverket.se/laroplaner-amnen-och-kurser/gymnasieutbildning/gymnasieskola/kem>
- Skolöverstyrelsen (1980). *Läroplan för grundskolan. Allmän del. Mål och riktlinjer, timplaner, kursplaner*. Hämtad 2018-04-13, från <http://hdl.handle.net/2077/31016>
- Stukát, S. (2011). *Att skriva examensarbete inom utbildningsvetenskap* (2. uppl.). Lund: Studentlitteratur.
- Svenska Akademiens ordlista [SAOL] (2014). *Modell*. Tillgänglig: <https://svenska.se/tre/?sok=modell&pz=1>
- Taskin, V. & Bernholt, S. (2014). Student' Understanding of Chemical Formulae: A review of empirical research. *International Journal of Science Education*, 36(1), 157-185. doi: 10.1080/09500693.2012.744492
- Teichert, M. A. & Stacy A. M. (2002). Promoting Understanding of Chemical Bonding and Spontaneity through Student Explanation and Integration of Ideas. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(6), 464-496. doi: 10.1002/tea.10033
- Treagust, D. F., Chittleborough, G. & Mamiala, T. L. (2002). Students' understanding of the role of scientific models in learning science. *International Journal of Science Education*, 24(4), 357-368. doi: 10.1080/09500690110066485
- Treagust, D., Chittleborough, G. & Mamiala, T. (2003). The role of submicroscopic and symbolic representations in chemical explanations. *International Journal of Science Education*, 25(11), 1353-1368. doi: 10.1080/0950069032000070306
- Utbildningsdepartementet (1994). *Kursplaner för grundskolan*. Hämtad 2018-04-13, från <http://hdl.handle.net/2077/30959>

- Van Driel, J. H. & Verloop, N. (2002). Experienced teachers' knowledge of teaching and learning of models and modelling in science education. *International Journal of Science Education*, 24(12), 1255-1272. doi: 10.1080/09500690210126711
- Vetenskapsrådet (1990). *Forskningsetiska principer inom humanistisk samhällsvetenskaplig forskning*. Stockholm: Vetenskapsrådet. Hämtad från [www.codex.vr.se/texts/HSFR.pdf](http://www.codex.vr.se/texts/HSFR.pdf)
- Werner, S., Förtsch, C., Boone, W., von Kotzebue, L. & Neuhaus, B. J. (2017). Investigating How German Biology Teachers Use Three-Dimensional Physical Models in Classroom Instruction: a Video Study. *Research in Science Education*, 1-27. doi: 10.1007/s11165-017-9624-4
- Wikström, C. (2013). *Konsten att göra bra prov - vad lärare behöver veta om kunskapsmätning*. Stockholm: Natur & Kultur.

# Bilaga 1 Intervjuguide

## Inledning

Hej.

Jag heter Helena och håller just nu på med mitt examensarbete, där jag intervjuar några lärare om deras syn på modeller i kemiundervisningen och varav du är en.

Du kommer att vara anonym i arbetets alla texter, deltagandet är frivilligt och du kan när som helst avbryta din medverkan.

Får jag tillåtelse att använda inspelningsutrustning under intervjun?

Har du några frågor om intervjuförfarandet?

Då börjar vi.

Vad heter du?

Hur länge har du arbetat som lärare?

Vilka ämnen undervisar du i för närvarande?

Vilka ämnen och årskurser är du behörig att undervisa i?

Vad tycker du om att undervisa i kemi?

## Huvuddel

### *Modeller*

Enligt kursplanen i kemi ska eleverna kunna använda kemins begrepp, modeller och teorier.

Vad är en modell för dig?

Vilka modeller använder du i din undervisning?

Hur använder du modellerna?

Vad tycker du om att använda modeller i kemiundervisningen?

Har användningen av modeller underlättat din undervisning på något sätt?

Vilka svårigheter har du stött på när du använt modeller i kemiundervisningen?

### *Läromedel*

Använder du något/några läromedel och i så fall vilket/vilka?

Hur använder du läromedlets/läromedlens modeller?

Vad tycker du om läromedlets/läromedlens förklaringar av modellerna?

### *Elever*

Hur upplever du att elever förstår olika modeller?

### *Tid*

Har din syn på användningen av modeller i kemiundervisningen förändrats över tid?

### *Om modeller*

Enligt kursplanen i kemi ska de kemiska modellernas och teoriernas användbarhet, begränsningar, giltighet och föränderlighet tas upp.

Hur ser du på att använda olika modeller för att förklara samma teori?

Pratar du *om* modeller med eleverna?

Tar du upp vad modellerna är bra till och vad som kan vara problematiskt med dem?

## Avslutning

Hur upplevde du intervjun?

Får jag använda den här inspelningen?

Har du något övrigt att tillägga utan att inspelningsutrustningen är på?

Tack för att du tog dig tid att göra den här intervjun.

## Bilaga 2 Inför intervjun

Intervjun inleds med några allmänna frågor om vilka ämnen du undervisar i och hur länge du arbetat som lärare, så tänk gärna igenom detta innan.

Skriv ned några stödpunkter här om du vill.

Huvuddelen av intervjun handlar om modeller i kemiundervisningen i årskurs sju till nio. Inför den delen vill jag att du funderar kring vad en modell är för dig.

Skriv också gärna ned vilka modeller du använder dig av. Tänk igenom hur du använder modellerna.

Om du använder något läromedel, ta med det till intervjun och fundera kring vad du tycker om läromedlets modeller.

Reflektera också över hur elever förstår de olika modellerna.