

Fælles Mål og modelleringskompetence i biologiundervisningen

– forenkling nødvendiggør fortolkning



Sanne Schnell Nielsen,
Professionshøjskolen UCC
& Institut for Naturfagenes
Didaktik, KU

Abstract: Artiklen beskriver hvilke kvaliteter og begrænsninger de nye Forenklede Fælles Mål indeholder i forhold til at understøtte lærernes arbejde med at implementere modelleringskompetencemålet for biologifaget i folkeskolen. Der gives et bud på hvordan modelbegrebet og modelleringskompetencemålet i de nye Forenklede Fælles Mål kan fortolkes når modeller og modellering skal inddrages kvalificeret i undervisningen. Artiklen problematiserer hvordan indholdet og formatet i de nye Forenklede Fælles Mål understøtter lærernes arbejde med at kvalificere brugen af modeller og modellering i undervisningen. Desuden gives der konkrete eksempler på hvordan modelleringskompetencemålet kan udfoldes og omsættes til undervisningspraksis så der bliver sammenhæng mellem biologifagets formål, modelbegrebet og modelleringskompetencemålet.

Introduktion

Fælles Mål er udarbejdet med henblik på at understøtte lærernes arbejde med at få omsat de lovmæssige intentioner i folkeskoleloven til praksis i skolen (UVM, 2014a). Der sker løbende en revidering af Fælles Mål. Den seneste udgave, de nye Forenklede Fælles Mål, skal implementeres på alle skoler fra august 2015 (UVM, 2014b).

Baggrunden for den seneste revision er bl.a. Danmarks Evalueringsinstituts undersøgelse af læreres brug af Fælles Mål. Undersøgelsen viste at Fælles Mål kun anvendes i begrænset omfang i den daglige praksis (Danmarks Evalueringsinstitut, 2012). Derudover pegede undersøgelsen på at lærernes planlægning og tilrettelæggelse af undervisning ikke er præget af tænkning om læringsmål som styrende for undervisningen (ibid.).

Formålet med ændringerne var at formulere målene så enkelt og klart at de bliver lettere at anvende som didaktisk planlægningsredskab, og herigennem at understøtte at lærernes undervisning bliver mere målstyret (Dolin, 2014).

Forenklingen af Fælles Mål betyder dog også at ansvaret for fortolkningen af Fælles Mål i vid udstrækning er lagt ud hos den enkelte lærer eller det enkelte lærerteam. Det er derfor interessant at undersøge hvordan indholdet og formatet i de nye Forenklede Fælles Mål enten kan bidrage til eller udgøre en barriere for at lærerne kan omsætte intentionerne til praksis.

Forenklede Fælles Mål – forskrifter og vejledning til læreren

De nye Forenklede Fælles Mål (herefter: FM) indeholder fagets formål, en læseplan og en vejledning. Derudover indeholder FM en oversigtsmatrix som beskriver fagets kompetenceområder og kompetencemål samt fagets færdigheds- og vidensmål (UVM, 2014b). Fagformålet og læseplanen inkl. kompetencemålene er det lovmæssige grundlag for lærerens undervisning. Derudover stiller Undervisningsministeriet en række understøttende tiltag til rådighed, bl.a. oplæg, kurser og supplerende materiale på hjemmesiden EMU Danmarks læringsportal (www.emu.dk). Denne artikel forholder sig til det lovmæssige grundlag og vejledningen. For en uddybning af de andre tiltag henvises til kommentarindlægget "Udvikling og forankring af ny undervisningspraksis tager tid" (Nielsen, 2015).

Ifølge FM skal der nu i biologi og i skolens andre naturfag ud over de fagspecifikke mål også arbejdes med fagenes praksis inden for de fire kompetenceområder: undersøgelse, modellering, perspektivering og kommunikation (UVM, 2014b). Hvert af disse kompetenceområder består af et overordnet kompetencemål og en række underliggende progressionsopdelte færdigheds- og vidensmål (figur 1).

Fagenes praksis er i FM kendetegnet ved de arbejdsmetoder, processer og tankegange som er fælles for alle skolens naturfag, fx modellering.

Modellernes potentialer i forhold til undervisning og læring

Modeller og modellering er centrale kendetegn for naturvidenskaberne og rummer potentialet til at integrere fagets andre praksisser (Lehrer & Schauble, 2015), fx undersøgelse, perspektivering og kommunikation. Det er imidlertid udfordrende for både elever og lærere at arbejde med modellering i naturfagsundervisningen (Schwarz et al., 2009).

Inddragelse af modellering i undervisningen har betydning for elevernes erkendelse af hvorledes naturvidenskaberne skaber og formidler viden. Derudover peger empiriske undersøgelser på gode læringspotentialer i forhold til elevernes begrebs- og

Kompetenceområde	Overordnet kompetencemål	Fase	Færdigheds- og vidensmål	
Modellering	Eleven kan anvende og vurdere modeller i biologi.	1	Eleven kan anvende modeller til forklaring af naturfaglige fænomener og problemstillinger i naturfag.	Eleven har viden om modellering.
		2	Eleven kan vælge modeller efter formål.	Eleven har viden om karakteristika ved modeller i naturfag.
		3	Eleven kan vurdere modellers anvendelighed og begrænsninger.	Eleven har viden om vurderingskriterier for modeller i naturfag.

Figur 1. Eksempel fra biologifagets Fælles Mål på et af de fire kompetenceområder og forskellige måltyper. De tre faser henviser til en indbygget progression i færdigheds- og vidensmålene (UVM, 2014b).

sammenhængsforståelse samt elevernes forståelse for og brug af naturvidenskabelige arbejdsmetoder og tankegange (Nicolaou & Constantinou, 2014).

Der er altså relevante begrundelser for at inddrage modeller og modellering i naturfagsundervisningen. Forståelsen af de to begreber har imidlertid stor betydning for hvorfor og hvordan modeller og modellering bliver anvendt i en undervisningskontekst.

Modelbegrebet og modellernes funktion i undervisningen

Modeller og modellering defineres ikke i FM. Det er derfor op til den enkelte lærer at tolke og udfolde begrebet. Dette kan være problematisk da lærernes tolkning og dermed også forståelse af begreberne har stor betydning for hvordan modelleringskompetencemålet bliver omsat til praksis (Krell & Krüger, 2015).

Internationale undersøgelser peger på at modeller (a) i høj grad tolkes som kopier eller idealiserede beskrivelser af virkeligheden af både lærere og elever, (b) primært anvendes i undervisningen for at vise eller forklare naturvidenskabelige fænomener eller objekter og (c) sjældent bliver sammenlignet, evalueret eller ændret gennem elevaktiviteter (Krell & Krüger, 2015; Oh & Oh, 2011).

Ovenstående peger på at lærerne i høj grad tolker modeller som et statisk produkt

og i mindre grad forholder sig til modeller som vidensgenererende, kumulative og i fortsat udvikling. Tolkningen kan være problematisk i en undervisningskontekst da den afspejler modeller som et statisk beskrivende billede af virkeligheden. Det kan bidrage til at bekræfte elevernes generelle fejlopfattelse af modeller som statiske og tro kopier af naturen (Grünkorn et al., 2014). Læseplanen og vejledningen i FM forholder sig til ovennævnte problemstilling og fremhæver at der skal arbejdes med elevernes evne til at skelne mellem virkelighed og model.

Hvis lærerne primært har fokus på modellernes forklaringsværdi, kan det reducere modellernes potentiale til at udvikle elevernes naturfaglige kompetencer. Det skal forstås således at læringen i biologifaget gennem modeller primært bliver et spørgsmål om elevernes evne til at kunne forklare begreber og sammenhænge samt anvende praktiske færdigheder til modelkonstruktion.

Det kan betyde at der i undervisningen vil blive mindre opmærksomhed på hvilken rolle modeller spiller som proces, som metode og som redskab til at svare på nye spørgsmål. I værste fald kan det bidrage til en (mis)forståelse af videnskabs- og biologifaget som statiske vidensprodukter frem for en kumulativ proces.

Som nævnt indeholder FM en oversigtsmatrix der beskriver fagets kompetenceområder og mål. Oversigtsmatrixen har en central placering på EMU's hjemmeside og findes desuden i en Excel-version så den direkte kan eksporteres til en årsplan eller elevplan. Mit gæt er at oversigtsmatrixen vil blive lærernes centrale planlægningsværktøj når de arbejder med FM. Matrixens indhold og lærernes tolkning af formuleringerne spiller derfor en central rolle i forhold til hvordan modelleringskompetencemålet bliver omsat til praksis.

Formuleringerne i FM-matrixen kan let fortolkes som et udtryk for en relativt produktorienteret brug af modeller og modellering i undervisningen med fokus på modellernes forklaringsværdi. I UVM's første matrixudgave skulle eleverne "udvikle" og "udvælge" modeller. Ifølge den reviderede udgave skal eleverne kun "vælge" modeller (UVM, 2014b), og der er primært fokus på at eleverne skal bruge modeller til at beskrive og forklare naturfaglige begreber og sammenhænge. Det gælder både når de anvender, vælger og vurderer modeller. Det afspejles fx i formuleringerne af matrixens 12 fagspecifikke færdighedsmål. Her bruges verbet "forklare" 11 gange og "vurdering" en gang. I forbindelse med modellering nævnes verberne "udvikle" og "ændre" ikke i matrixen, men alene i læseplanen og vejledningen.

Ifølge læseplanen skal elevernes vurdering af modeller ligeledes knyttes til modellernes anvendelighed i forhold til at kunne synliggøre og forklare naturfaglige forhold. Vejledningen har primært fokus på modellernes forklaringsværdi, men den åbner dog samtidig op for en mere procesorienteret tilgang til modeller. Fx nævnes at eleverne kan teste en model mod virkelige processer og ændre i modellen eller finde en anden og bedre model hvis der er uoverensstemmelse med virkeligheden.

Baseret på ovenstående betragtninger sammenholdt med de tidligere nævnte undersøgelser af lærernes forståelse og brug af modeller mener jeg at der er en reel fare for at lærerne vil omsætte formuleringerne i FM til en undervisningspraksis som prioriterer modellernes forklaringsværdi højt, og at det finder sted på bekostning af en mere procesorienteret tilgang til modeller. Der er dermed en risiko for at der ikke bliver fokus på modellernes procesegenskaber til fx at opstille hypoteser og problemformuleringer, valg af variabler, tolkning af observationer og undersøgelsesdata, vidensgenerering, -deling og -diskussion.

Procesorienterede modelaktiviteter kan bidrage til elevernes epistemologiske forståelse

I den nuværende udformning af FM er fagets epistemologi udelukkende placeret under kompetenceområdet perspektivering. Procesorienterede modelaktiviteter har imidlertid oplagte potentialer til at bidrage til elevernes epistemologiske forståelse gennem elevernes egne erfaringer. Det kan fx ske gennem modelaktiviteter som drager nytte af modellernes egenskaber til fx forudsigelse og hypotesedannelse. Eleverne kan også diskutere hinandens modeller og derefter udarbejde en konsensusmodel. Det vil også være oplagt at eleverne udvikler deres egne modeller på baggrund af egne observationer. Eleverne vil herved få en praksisbaseret forståelse for at modeller er en tolkning af virkeligheden og i høj grad kan være personafhængige. Aktiviteterne vil også åbne op for en generel diskussion om modellers status, muligheder og begrænsninger.

Hvis undervisningen primært har fokus på produkt frem for på proces, kan det begrænse de potentialer modeller har til at bidrage til opfyldelse af formålet med biologifaget. Formålet fremhæver netop at eleverne skal opnå indblik i hvordan biologi og biologisk forskning kan bidrage til vores verdensforståelse, samt erkende at naturvidenskab er en del af vores kultur. I forhold til fagets formål (UVM, 2014b) og det naturfaglige kompetencebegreb (Dolin et al., 2003) kan man derfor argumentere for at der i undervisningen bør arbejdes med et modelleringsbegreb som inkluderer forskningens epistemologi. Hermed menes at elevernes arbejde med og om modeller også bør omfatte centrale processer der foregår i videnskabelig forskning. Fx modellernes funktion i forhold til kommunikation, forklaring, forudsigelse samt idé- og vidensgenerering. Herved bliver der også mulighed for at arbejde med et modelleringsbegreb der både indbefatter modeller som produkt og som proces. Derudover bliver der mulighed for at udnytte den synergieffekt det har at arbejde integreret med flere af kompetencemålene, fx kommunikation, modellering og undersøgelse.

Modeltyper og vurderingskriterier

Det er svært for lærerne at se læringspotentialerne og -udfordringerne i de forskellige modeltyper (Justi & Gilbert, 2003). FM giver en række eksempler på forskellige modeltyper som kan indgå i undervisningen. Der er imidlertid ingen systematisk opdeling af de nævnte modeltyper. Ifølge FM skal eleverne kunne vurdere naturfaglige modellers anvendelighed og begrænsninger (figur 1). FM uddyber dog ikke hvilke vurderingskriterier der kan være relevante i forhold til modellernes forskellige formål og egenskaber. Eksempelvis har formålet betydning for hvilke puljer, processer og relationer der repræsenteres gennem en model over kulstoffets kredsløb.

En systematisk opdeling af modellerne og en konkretisering af vurderingskriterierne kunne sandsynligvis bidrage til en bedre forståelse af hvorfor, hvordan og hvornår de forskellige modeller kunne inddrages i undervisningen. I forhold til progression ville det fx være relevant at opdele og vurdere modellerne efter kompleksitet, abstraktionsniveau og forklaringsværdi.

En konkretisering af vurderingskriterierne for modeller ville også understøtte lærerens arbejde i forhold til at give formativ feedback når eleverne arbejder med at vurdere egne eller andres modeller.

Modelleringskompetencemålet er beskrevet i generelle vendinger

FM er modelleringskompetencemålets tilhørende færdigheds- og vidensmål opdelt i tre faser (figur 1). Beskrivelsen af faserne og modelleringskompetencemålet er meget overordnet. Det kan være en fordel da det åbner op for lærerens mulighed for fortolkninger og tilpasninger. Fx kan undervisningen i høj grad planlægges i forhold til elevforudsætninger, elevernes medbestemmelse, arbejdsformer og skolebaserede indsatsområder.

Hvordan modelleringskompetencemålet og faserne udfoldes i praksis, er imidlertid meget afhængig af hvordan den enkelte lærer fortolker de tre faser og modelleringskompetencemålet. Fx kan begrebet "anvende" i fase 1 fortolkes og udfoldes meget forskelligt.

Jeg har formuleret nedenstående eksempler for at illustrere variationsbredden i fortolkningsmulighederne.

Eleverne skal kunne anvende modeller til:

- At beskrive hvordan et objekt eller fænomen ser ud: Eleverne kan fx beskrive hvordan et glukosemolekyle er opbygget, vha. et molekylesæt, eller beskrive befolkningssammensætningen i et bestemt land vha. en befolkningspyramide.

- At forklare hvordan et fænomen opstår: Eleverne kan fx forklare hvordan dag og nat opstår, vha. en animationsmodel af Jordens rotation om sin egen akse.
- At forklare hvordan et fænomen er i overensstemmelse med empiri eller teori: Eleverne kan fx forklare sammenhængen mellem den kemiske formel for fotosyntesen og en grafisk afbildning af plantevækst baseret på elevernes egne forsøgsresultater med bygplanter.
- At forudsige et fænomen: Eleverne kan fx forudsige hvordan en reduktion i afbrænding af fossile brændstoffer eller genplantning af skov vil påvirke CO₂-indholdet i atmosfæren, baseret på en computerbaseret interaktiv model. Eller eleverne kan forudsige en sandsynlig fremtid for en befolkning ud fra befolkningspyramider.
- At forklare det samme fænomen vha. flere forskellige modeller: Eleverne kan fx forklare kulstoffets kredsløb vha. forskellige modeller tilpasset forskellige formål. En model kan fx repræsentere kredsløbet på (plante)individniveau med fokus på opbygning af organisk stof. En anden model kan repræsentere kredsløbet på samfunds niveau med fokus på puljer, processer og sammenhænge i forhold til klimaforandringer.
- At illustrere hvordan modeller ændres når nye teknikker og viden udvikles: Eleverne kan fx analysere forskellige historiske modeller af genetik og arvelighed.
- At planlægge en undersøgelse: Eleverne kan fx få idéer til relevante variabler til et laboratorieeksperiment eller centrale målparametre til en naturundersøgelse ud fra en model.
- At evaluere egen læring: Eleverne kan fx følge udviklingen i deres egen læring når de løbende reviderer deres modeller baseret på ny viden og færdigheder.

Ovenstående eksempler viser variationsbredden i fortolkningsmulighederne af FM og måske også intentionerne i FM. Men eksemplerne illustrerer samtidig at det i høj grad er lærerens fortolkning som har betydning for hvordan modellernes potentiale i forhold til undervisning og læring udnyttes.

Derudover har lærerens tolkning stor betydning for hvilke evalueringskriterier elevernes modelleringskompetence bliver vurderet ud fra. Er det fx (a) elevernes kompetencer til at anvende modeller som metode til at forudsige hvordan et fænomen vil udvikle sig? Eller er det (b) elevernes kompetencer til at anvende modeller til at beskrive et naturfagligt fænomen der skal evalueres?

Hvis beskrivelserne i FM skal bruges som planlægnings- og evalueringsværktøj, vil det som minimum kræve at læreren forstår intentionerne, variationsmulighederne og evalueringskriterierne i de enkelte faser. Den manglende detaljeringsgrad og tydelighed i fasebeskrivelserne kan derfor være en barriere for lærerens arbejde. Det gælder især hvis læreren ikke har de faglige og tidsmæssige ressourcer det vil kræve at fortolke og omsætte modelleringskompetencemålet til praksis. Dette arbejde vil

kræve at læreren eksplicit kan formulere mål og evalueringskriterier for de forskellige faser i de enkelte undervisningssekvenser.

En mere detaljeret beskrivelse af modelleringskompetencemålets faser vil derfor være et godt supplement til FM i forhold til at støtte læreren i dette arbejde. Beskrivelsen kan fx indarbejdes i den eksisterende vejledning. Det supplerende materiale på EMU-hjemmesiden vedr. biologifaget bør ligeledes beskrive flere (og mere nuancerede) eksempler på hvordan de forskellige faser kan omsættes til praksis når eleverne arbejder med modeller.

Er progressionen i modelleringskompetencemålet logisk?

Strukturen i matrixen og formuleringerne i læsevejledningen signalerer en indbygget progression i de tre faser i figur 1. Eleverne skal først kunne anvende modeller, derefter skal eleverne kunne udvikle og udvælge modeller – og til sidst skal eleverne kunne vurdere modeller. Beskrivelsen af den indbyggede progression kan være problematisk hvis læreren tolker beskrivelsen i FM som en forskrift på hvordan brugen af modeller og elevernes læring forventes at følge en bestemt fastlagt progression i undervisningen. Ofte vil undervisningen være en vekselvirkning mellem de forskellige progressionsniveauer.

Dertil kommer at elevernes læring ikke altid kan forventes at følge en forudbestemt lineær proces. Derudover har lærerens formål med at anvende modeller i en konkret undervisningssituation betydning for om det fx er oplagt at starte med udvikling eller med vurdering af modeller. Fx kan det være oplagt at eleverne vurderer forskellige modellers egenskaber til at forklare en specifik problemstilling som de skal undersøge inden de selv skal udvikle en model.

Som tidligere nævnt er de tre faser kun beskrevet meget overordnet. Man kan derfor argumentere for at progressionsmulighederne i et tænkt undervisningsforløb inden for én af de tre faser (fx “anvende”) kan være mindst lige så store som progressionsforskellen mellem de tre faser (fx “anvende” og “vælge”). Begrebet “anvende” kan fx indeholde følgende progressionsforløb: Eleverne starter med at beskrive sammenhængen mellem temperatur og luftfugtighed vha. en model. Herefter skal eleverne forudsige ændringer i luftfugtigheden over et døgn i forskellige landskabstyper baseret på samme model og deres egne temperaturmålinger.

I matrixens fastlagte progression nævnes “anvende” før “vælge”. Det er dog ikke altid den mest logiske rækkefølge i en undervisningskontekst. Fx kan det godt kræve mere indsigt at anvende en model til forudsigelse af et komplekst naturfagligt fænomen (fx klimaforandringer) end den indsigt det kræver at vælge en model der illustrerer opbygningen af et simpelt organ.

Som illustreret i ovenstående vil den indbyggede progression i de tre faser ikke altid

være i overensstemmelse med den progression som findes i et undervisningsforløb. Matrixens progressionsopdelte faser kan derfor være problematiske hvis læreren i sin tolkning og undervisningspraksis altid sætter lighedstegn mellem målprogressionerne og undervisningsforløbets progression.

Over et længerevarende uddannelsesforløb kan den beskrevne progression måske give mening. Men om progressionen som den beskrives i FM, er meningsfuld, er både afhængig af: (i) lærerens forståelse af de generelle fasebeskrivelser og deres indbyrdes forhold og (ii) lærerens fortolkning af hvordan faserne skal omsættes til praksis. Derudover er det vigtigt at være opmærksom på at relevansen af den fastlagte progression i de tre faser ikke er indholds- eller formålsneutral.

Gensidighed og synergieffekt mellem naturfagenes praksis og den fagspecifikke viden

Internationalt er der de senere år sket et skift i tilgangen til naturfagsundervisningen. Udviklingen er gået fra en opdelt til en mere integreret opfattelse af undervisningen og læring. Tidligere har der i høj grad været fokus på *enten* udvikling af elevernes faglige begrebs- og sammenhængsforståelse *eller* elevernes færdigheder til at bruge naturvidenskabelige arbejdsmetoder og tankegange. Dette er i en dansk kontekst kommet til udtryk gennem opdelingen i henholdsvis videns- og færdighedsmål i FM (UVM, 2014b). I modsætning hertil er der i dag mere fokus på en mere integreret karakteristik af naturvidenskab i skolen som en "praksis" (Lehrer & Schauble, 2015). Begrebet praksis anvendes i denne artikel ud fra et epistemologisk perspektiv, forstået som en beskrivelse af hvordan viden bliver udviklet og revideret inden for naturvidenskaben (*ibid.*). Dvs. der i højere grad er fokus på at eleverne producerer viden med fagets metoder (fx modellering) frem for adskilt at lære dem fagets på forhånd producerede viden og fagets arbejdsmetoder. Dette er også i tråd med biologifagets udvikling mod en mere undersøgelsesbaseret og "scientific-literacy" orienteret tilgang til læring (Hansen, 2007).

Skiftet i retning af at lade eleverne arbejde med autentiske arbejdsformer og lade dem producere viden med faget kan i høj grad også udnytte den gensidighed der findes mellem naturfagene praksis og den faglige viden (Manz, 2012). Fx vil elevernes praksis med at planlægge en feltundersøgelse ud fra en model tage afsæt i deres eksisterende viden om biotopens økosystem og feltmetoder. Eleverne kan gennem arbejdet udvikle deres viden og færdigheder relaterede til biotopen og de anvendte feltmetoder. Derudover kan eleverne gennem arbejdet opnå en øget forståelse for modeller som en praksis. Det er en praksis hvor modeller fx bruges til at planlægge og forudsige naturfaglige undersøgelser, give ny viden om undersøgelsesfænomenet samt forklare undersøgelsesresultater – og evt. revidere modellen på basis af resultaterne.

FM fremhæver at de fire kompetencemål, herunder modelleringskompetencemålet, skal kombineres med fagets fagspecifikke færdigheds- og vidensmål. Dette er i fin overensstemmelse med ovenstående betragtninger og internationale strømninger. Men det er imidlertid ikke uvæsentligt hvordan modelbegrebet forstås og dermed også anvendes i denne kombination.

Hvis kombinationen af modelleringskompetencemålet og fagets fagspecifikke mål skal bidrage til (a) en mere integreret karakterisering af naturvidenskab i skolen som en "praksis" og (b) udnytte den gensidighed der findes mellem naturfagenes praksis og den fagspecifikke viden, bør undervisningen tage udgangspunkt i et modelbegreb som ikke kun inkluderer modellernes funktion i forhold til forklaring. Modellernes funktion i forhold til kommunikation, diskussion, forudsigelse samt idé- og vidensgenerering bør også inddrages hvis kombinationen skal udnyttes optimalt.

Som tidligere nævnt har FM en tendens til at vægte modellernes forklaringsværdi frem for modellernes egenskaber til at forudsige og generere ny viden. Dette kan være u hensigtsmæssigt i forhold til at udnytte den gensidighed og synergieffekt der ligger i at arbejde integreret med fagenes praksis og faglige viden.

Kompetencebegrebet og Fælles Mål

Som tidligere nævnt beskriver FM modelleringskompetencemålet i meget generelle termer (figur 1). Derudover fremgår det ikke entydigt af FM om modelleringskompetencemålet udelukkende er en beskrivelse af naturfagenes faglige kerne, eller om formålet er af mere dannelsesmæssig karakter. Udfordringen med at operationalisere modelleringskompetencemålet bliver ikke nemmere af at selve kompetencebegrebet er et uklart og omdiskuteret begreb der anvendes i mange betydninger.

Det er derfor relevant at undersøge: (a) hvilken forståelse af kompetencebegrebet der ligger til grund for udformningen af FM, og (b) hvilken betydning denne forståelse har hvis den overføres til modelleringskompetencemålet når sidstnævnte skal omsættes til en undervisningspraksis som kan bidrage til at opfylde fagets formål.

Modelleringskompetencemålet omsat til undervisningspraksis

Rammen for FM har været "Den danske kvalifikationsramme for livslang læring". Her defineres kompetencer som: "*Kompetencer er den bevidste evne til at anvende viden og færdigheder i en given kontekst...*" (UVM, 2010). Derudover er der udarbejdet en "master" for udformningen af de konkrete FM som er en skabelon for hvordan målbeskrivelsen skal udformes i de enkelte fag (UVM, 2013). Masteren indbefatter bl.a. en afklaring af de grundlæggende begreber fra "Den danske kvalifikationsramme for livslang læring". Masteren anbefaler at følgende definition anvendes for arbejdet

med at formulere FM: *“Kompetencer omfatter brug af viden og færdigheder (personligt, socialt og metodisk), herunder kompetencen til at kunne reflektere over viden og færdigheder”*.

Spørgsmålet er hvordan eleverne med udgangspunkt i formålet for faget og ovennævnte definition kan udvikle deres modelleringskompetence i en undervisningssituation?

Ifølge formålet for biologi skal elevernes læring baseres på varierede arbejdsformer som i vidt omfang bygger på deres egne iagttagelser og undersøgelser (UVM, 2014b). Dvs. undervisningen bør i betydelig grad tilrettelægges så elevernes kompetencer udvikles gennem elevernes egne bevidste modelaktiviteter. Dette er i overensstemmelse med læseplanen og vejledningen for FM som fremhæver at eleverne skal kunne finde, kritisk udvælge, anvende, udvikle og vurdere naturfaglige modeller til forklaring af naturfaglige fænomener og problemstillinger. I forbindelse med elevernes arbejde med udvikling af modeller fremhæver FM at eleverne skal kunne udvikle modeller som sammenfatter egne observationer af naturfaglige forhold. Hensigten er at eleverne skal kunne forstå forholdet mellem det fænomen som modellen repræsenterer, og modellen. Fx kan eleverne baseret på feltundersøgelser arbejde med at udvikle modeller af sø-økosystemer i form af små akvarier i klasseværelset. Hermed bliver der også mulighed for at udnytte den synergieffekt der ligger i at arbejde integreret med modelleringskompetencemålet og undersøgelseskompetencemålet.

Denne praksis skal derudover udfoldes på et personligt, socialt og metodisk plan. Omsat til undervisning vil det betyde at elevernes kompetencer skal tage afsæt i og udvikles når de anvender deres viden og færdigheder til at bruge modeller: (a) personligt, fx til at tilegne sig faglige begreber og sammenhænge omkring søens økosystem, (b) socialt, fx til at formidle, udvikle og revidere deres akvariemodeller på gruppe- eller klassebasis, og (c) metodisk, til fx at anvende modeller til at forudsige resultatet af forskellige næringsstofbelastninger på søens økosystem.

Det fremgår af masteren at eleverne skal vise kompetence i konkrete situationer ved at bruge viden og færdigheder til at løse opgaver og reflektere over opgaveløsningen (UVM, 2013). Kompetence omfatter altså ikke kun brug af viden og færdigheder til fx metodisk at designe en model af en søs økosystem. Den reflekterende dimension af kompetencebegrebet betyder at eleverne skal tilegne sig kompetencer så de kan anvende et vist omfang af metaviden om modeller og modellering. Hvis vi kigger på sømodellen igen, vil det betyde at eleven ud over at designe modellen også skal være i stand til at reflektere over modelleringsopgaven i den givne kontekst. Det omfatter fx en vurdering af hvilke styrker og begrænsninger deres models egenskaber har i forhold til at forudsige processer i en virkelig sø. Denne form for vurdering er i tråd med FM som fremhæver at eleverne skal kunne vurdere naturfaglige modeller mht.

deres anvendelighed og begrænsninger i forhold til at kunne synliggøre og forklare naturfaglige forhold. Hermed bliver der også mulighed for eleverne for både at arbejde med modellering som *proces* og modeller som *produkt*.

Masteren fremhæver ligeledes at ansvar og selvstændighed er vigtige elementer i kompetencebegrebet, fx i forhold til i hvor høj grad eleven kan tage ansvar for sin egen læring. Man kan derfor argumentere for at elevernes metaviden også bør forholde sig til modellernes betydning for elevernes egen læring. I den sammenhæng vil det være oplagt at bruge elevernes praksis med modeller som en integreret del af den formative evaluering. Fx kunne eleverne aktivt involveres i at forholde sig til hvordan deres egne modeller løbende bliver revideret baseret på ny erfaring og viden. Denne revision af modellerne og elevernes refleksion over denne udvikling kan fx dokumenteres gennem elevernes portefølje. Eleverne kan herigennem erkende at modelleringsaktiviteten er relevant og giver mening på det personlige plan.

Ifølge formålet for faget i skolen skal eleverne opnå indblik i naturfagenes epistemologi. Set i det perspektiv bør modelleringskompetencemålet i FM også inkludere elevernes evner til at kunne reflektere over hvorfor og hvordan modeller bruges generelt i naturvidenskab til fx forklaring, forudsigelse eller vidensgenerering. Eleverne kan herigennem erkende at modeller og modellering har en væsentlig værdi i deres egen kulturs forståelse af omverdenen. Fx kan sømodeller bruges til at forudsige hvordan forskellige typer af naturgenopretningsprojekter vil påvirke søens økosystem. Man kan også inddrage historiske modeller i undervisningen som afspejler forskellige verdensopfattelser.

I forbindelse med modellernes betydning for naturfagenes epistemologi vil det også være oplagt at arbejde med det sociale aspekt i forhold til læring og vidensgenerering. Fx kan eleverne præsentere deres sømodeller for klassen og give hinanden feedback i forhold til hvordan modellen kan forbedres så validiteten af elevbesvarelserne på den aktuelle problemstilling bliver styrket. Denne aktivitet kan både bidrage til elevernes erkendelse af at et fagligt fællesskab kan generere ny viden, samt at elevernes egen viden anerkendes og bruges til at løse en konkret problemstilling. Dette kan som læreproces være stimulerende og meningsgivende. Derudover vil klassens præsentationer, diskussioner og feedback kunne fungere som en efterligning af den proces der løbende foregår i den naturvidenskabelige kultur. En kultur hvor modeller netop kommunikeres, diskuteres og evt. efterfølgende revideres med henblik på forudsigelse eller vidensgenerering.

Det understreges i masteren for udformningen af de konkrete FM at elevernes kompetencer skal udvikles gennem viden, færdigheder *samt* holdninger og værdier i et gensidigt og vekselvirkende samspil. Dvs. at elevernes kompetencer ikke kun skal udvikles gennem viden og færdigheder, men også gennem holdninger og værdier. Det vil nok være for ambitiøst at inddrage et værdi- og holdningsperspektiv i enhver

kontekst når eleverne arbejder med modeller og modellering. Som antydnet i de ovenstående afsnit er der imidlertid ofte mulighed for at arbejde med elevernes indsigt i modellernes betydning for egen læring og verdensforståelse. Hermed er der mulighed for at eleverne erkender hvordan og hvorfor modeller og modellering har en værdi i forhold til læring samt deres og andres verdensforståelse.

Derudover er det indlysende at forskellige naturfaglige problemstillinger indeholder forskellige potentialer i forhold til at arbejde med holdninger, værdier og stillingtagen. Fx vil det være relevant hvis eleverne arbejder med modeller i forhold til at forudsige resultatet af forskellige naturgenopretningstiltag i en sø. Derimod er elevernes holdninger og værdier mindre relevante at inddrage hvis det primære formål med modellen er at afspejle årstidsvariationer i søen.

FM fremhæver at modelleringskompetencemålet skal kombineres med fagets fagspecifikke færdigheds- og vidensmål. Hermed får eleverne mulighed for at integrere det fagspecifikke indhold med fagets praksis (fx modellering), og dermed kan eleverne udnytte den gensidighed og synergieffekt der findes mellem praksis og den fagspecifikke viden. Fx vil elevernes viden om søens økosystem og færdigheder i brug af måleinstrumenter påvirke praksis i forhold til hvad og hvordan der måles, observeres og tolkes på en akvariemodel af søens økosystem. Samtidig vil elevernes praksis med modellen kunne generere ny viden for eleverne om søens økosystem og modellering som metode.

Sammenhæng mellem kompetence-, færdigheds- og vidensmål

De reviderede Fælles Måls måltyper er baseret på "Den danske kvalifikationsramme for livslang læring" hvor der skelnes mellem viden, færdigheder og kompetencer (UVM, 2010). Formuleringerne i FM afspejler eller uddyber imidlertid ikke forskellen på færdigheds- og kompetencemål.

Men som jeg nævnte ovenfor (i afsnittet "Modelleringskompetencemålet omsat til undervisningspraksis"), er en væsentlig forskel at en kompetence er karakteriseret ved en bevidst og reflekteret handling. Forskellen mellem færdigheder og kompetencer kan derudover også baseres på hvor kompleks den foreliggende opgave er, og i hvor høj grad opgaven stiller krav til elevernes metakognitive evner (Dolin, 2014).

Formuleringerne i FM afspejler imidlertid ikke denne forskel på færdigheds- og kompetencemål. Under kategorien færdighedsmål står fx at eleverne skal vælge modeller efter formål og vurdere modellers anvendelighed og begrænsninger (figur 1). Dette kan næppe betegnes som en færdighed da eleverne i høj grad skal bruge deres metakognitive evner til at vurdere og udvælge modeller baseret på komplekse vurderingskriterier i forhold til modellernes egenskaber og opgavens formål.

FM's misvisende brug af begreber udvasker derved forskellen på færdigheds- og

kompetencemål. Konsekvensen er at lærerens arbejde med at skelne mellem de to forskellige typer af mål bliver næsten umulig.

Derudover giver FM ingen anvisninger til hvordan læreren gennem undervisningen kan mediere elevernes læring fra videns- og færdighedsmål til kompetencemål.

Hvis FM i højere grad fremhævede at modelleringskompetencen skulle udvikles gennem elevernes reflekterede praksis med modeller, ville det nok også blive tydeligere for lærerne at det var nødvendigt at arbejde med en mere procesorienteret tilgang til modeller.

Derudover er sammenhængen mellem kompetenceområdernes færdighedsmål og de fagspecifikke færdighedsmål ikke systematisk. Det fremgår fx af en usystematisk brug af verber. Fx beskrives færdighedsmålene under kompetenceområdet modellering med følgende verber: "anvende" og "vælge" (figur 1). Ingen af de nævnte verber optræder imidlertid i de tilhørende fagspecifikke færdighedsmål. Eleven skal fx ifølge færdighedsmålet for naturfaglig modellering "vælge naturfaglige modeller". Hvorimod eleverne ifølge de tilknyttede færdighedsmål for de faglige områder evolution, økosystemer, krop og sundhed samt mikrobiologi skal "forklare naturfaglige forhold vha. modeller" (figur 2).

Færdighedsmål				
Naturfaglig modellering	Evolution	Økosystemer	Krop og sundhed	Mikrobiologi
Eleven kan vælge naturfaglige modeller.	Eleven kan med modeller forklare miljøforandrings påvirkning af arters udvikling.	Eleven kan med modeller af økosystemer forklare energistrømme, herunder med digitale databaser.	Eleven kan med modeller forklare reproduktion og det enkelte menneskes udvikling.	Eleven kan med modeller forklare dna's funktion, herunder med digitale programmer.

Figur 2. Eksempel fra biologifagets Fælles Mål på manglende overensstemmelse mellem brug af verber i modelleringskompetenceområdets færdighedsmål og de fagspecifikke færdighedsmål der omhandler modeller. Verbet "vælge" anvendes fx ikke i de fagspecifikke færdighedsmål (UVM, 2014b).

De fire kompetencemål: integrering versus opdeling

Ifølge læseplanen skal undervisningen tilrettelægges med *udgangspunkt* i kompetencemålene og *med hensyntagen* til de fagspecifikke mål. De fire kompetencemål, inklusive modelleringskompetencemålet, har herved fået en meget central lov-

mæssig betydning for lærerens tilrettelæggelse af undervisningen og elevernes læring i biologi.

Et centralt spørgsmål er om matrixens skarpe opdeling i de fire kompetencemål er hensigtsmæssig da der er et stort overlap mellem de fire kompetencer. Fx kan både modellerings- og undersøgelseskompetencen karakteriseres ved følgende egenskaber: analysere, præcisere, videreudvikle, beskrive og generalisere mellem praksis og teori.

Derudover kan den skarpe opdeling signalere en unødvendig mekanisk tilgang til undervisningen som vil modarbejde den synergieffekt det har at arbejde integreret med flere af kompetencemålene i en og samme undervisningssekvens. Fx vil det være oplagt at eleverne anvender modeller til opstilling af undersøgelseshypoteser og til perspektivering af undersøgelsesdata.

Hvis overlappet mellem de fire kompetencer og synergieffekten skal udnyttes funktionelt, vil det kræve at lærerne er opmærksomme på at flere af kompetencemålene kan bringes i spil som en helhed i undervisningen. Elevernes modelleringskompetencer kan fx bringes i spil når eleverne planlægger, gennemfører, vurderer, kommunikerer og perspektiverer deres egne undersøgelser.

Man kan dog også argumentere for at en opdeling og kategorisering af kompetencebegreberne i FM er nødvendig og meningsfuld for lærerne i deres undervisningspraksis. Fx vil beskrivelsen af de fire kompetencemål hver for sig tydeligt fremhæve kompetencemålenes forskellige karakteristika. Dette kan være en hjælp til læreren når den målstyrede undervisning skal planlægges, gennemføres og evalueres. Derudover kan det være en fordel for eleverne i forhold til at forstå hvilken naturfaglig praksis de arbejder med, og skelne mellem naturfagenes forskellige praksisser.

Som det fremgår af ovenstående, vil det være kontekst- og formålsbestemt hvornår det vil give mening at arbejde integreret eller opdelt med de forskellige kompetencemål.

Progression i de fire kompetencemål

Det fremgår af vejledningen at læreren skal tilstræbe en vis progression i tre af de fire overordnede kompetencemål. Således skal der indlejres en progression fra undersøgelse over modellering til perspektivering. Dette kan sikre en vis sammenhæng mellem kompetencemålene. Det er dog ikke uproblematisk at tilstræbe denne progression i alle undervisningsforløb. Ud fra et motivationsaspekt kan det fx være meningsfyldt at starte med en perspektivering fx med udgangspunkt i en dagsaktuel historie. Det vil også være oplagt at arbejde med modeller af naturfaglige fænomener inden eleverne skal opstille hypoteser for deres undersøgelser af fænomenet som modellen repræsenterer.

De fire kompetencemål og fagets formål

Man kan ligeledes problematisere om denne fokusering på de fire kompetencemål kan risikere at forsimple biologifaget og dermed reducerer mulighederne for at opnå det overordnede formål for faget. Hvis denne forsimpelse skal undgås, kræver det at lærerne: (a) har en nuanceret forståelse af de fire kompetencer og (b) løbende forholder sig til hvordan de fire forskellige kompetencemål bedst kan bidrage til at opfylde formålet for faget.

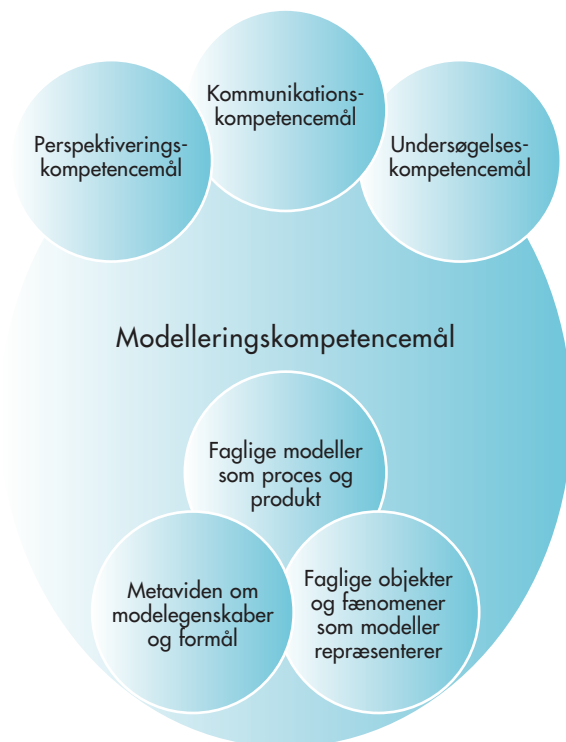
Jeg vil påstå at FM inklusive det understøttende materiale på hjemmesiden kun i begrænset omfang beskriver: (a) de fire overordnede kompetencer og (b) hvordan de forskellige kompetencemål kan bidrage til at opfylde fagets formål. Jeg mener derfor at en uddybelse af sammenhængen mellem formålet og kompetencemålene illustreret med konkrete eksempler vil bidrage væsentligt til lærernes arbejde med at realisere fagets formål gennem kompetencemålene.

Konklusion

Sammenfattende kan man sige at modelleringskompetencemålet i en undervisningskontekst bør inkludere elevernes evner til, sammen med andre eller individuelt, at designe, anvende, sammenligne, udvikle, evaluere og revidere biologifaglige modeller som *produkt* og *proces*. Dertil kommer at modelleringskompetencemålet bør inkludere elevernes evner til at forstå sammenhængene mellem det fænomen som modellen repræsenterer, og modellen.

Modelleringskompetencemålet bør også inkludere elevernes *metaviden* om modellernes karakteregenskaber og formål. Dvs. målet bør inkludere elevernes evner til at forstå og reflektere over modellernes egenskaber og formål i forhold til: (a) kontekstbundne opgaveløsninger, (b) hvordan modeller som en del af de naturvidenskabelige arbejdsmetoder kan bidrage til forudsigelse, idé- og vidensgenerering, (c) hvordan modeller som formidlingsværktøj kan bidrage til vores omverdensforståelse, og (d) hvordan modeller kan bidrage til egen læring og omverdenforståelse.

I overensstemmelse hermed vil en integrering af modelleringskompetencemålet med et eller flere af de andre kompetencemål udnytte den potentielle gensidighed og synergieffekt der ligger i at arbejde integreret med de forskellige kompetencemål. Fx kan modelleringskompetencemålet i en specifik undervisningssekvens inkludere elevernes evne til at anvende faglige modeller til planlægning af undersøgelsesdesign, dataanalyse og formidling. Ovenstående betragtninger er illustreret i figur 3.



Figur 3. En fortolkning af modelleringskompetencemålet i Fælles Mål præsenteret som et samspil mellem (a) biologifagets faglige modeller som produkt og proces, (b) metaviden om modellernes karakteregenskaber og formål og (c) det fænomen som modellen repræsenterer og modellen. Fortolkningen indebærer at modelleringskompetencemålet integreres med de andre kompetencemål.

Formålet med revisionen af FM var at formulere målene så enkelt og klart at de blev lettere at anvende som didaktisk planlægningsredskab, og herigennem at understøtte at lærernes undervisning blev mere målstyret. Fælles Måls meget generelle formuleringer, manglende definitioner på centrale begreber, begrænsede detaljeringsgrad, en uklar sammenhæng og manglende tydelighed i fasebeskrivelserne, usystematisk skelnen mellem færdigheder og kompetencer og matrixens skarpe opdeling af kompetencemålene kan imidlertid udgøre en betydelig barriere for at lærerne kan omsætte disse intentioner til praksis. Vejledningen og undervisningseksempler på EMU-hjemmesiden beskriver hvordan eleverne konkret kan arbejde med modeller i biologi. Eksemplerne kan uden tvivl understøtte lærerens arbejde, men de kan ikke stå alene som fortolkningsramme for intentionerne i FM.

Udformningen af FM for biologi inklusive læseplanen og vejledningen indebærer at ansvaret for fortolkningen af kompetencemålene i dag i vid udstrækning er lagt over til den enkelte lærer eller det enkelte lærerteam.

Såfremt modelleringskompetencemålet i FM fortolkes og kan omsættes til praksis, som det er illustreret i figur 3, kan inddragelse af modeller og modellering i undervisningen dog i høj grad bidrage til at opfylde formålet for biologifaget i folkeskolen – og dermed også intentionerne i FM. Men det vil som minimum kræve at lærerne arbejder med et bredt og nuanceret modelleringskompetencebegreb, og at de forstår intentionerne, variationsmulighederne og evalueringskriterierne i de tre faseopdelte målprogressioner i figur 1.

Derudover vil det kræve at lærerne i deres tolkning og undervisningspraksis ikke altid pr. automatik sætter lighedstegn mellem undervisningsforløbets progression og de faseopdelte målprogressioner.

Tak til Seth Chaiklin, Jens Dolin, Lars Sejersgård Jakobsen og Jens Aarby for gode diskussioner og konstruktive kommentarer.

Referencer

- Danmarks Evalueringsinstitut (2012). *Fælles Mål i folkeskolen. En undersøgelse af lærernes brug af Fælles Mål*. København: Danmarks Evalueringsinstitut
- Dolin, J. (2014). Naturfaglige kompetencer: Om kompetencetænkningen i nye Forenklede Fælles Mål. I: S. Tougaard & L.H. Kofod (red.), *Metoder i naturfag: En antologi* (2. udg., kapitel 4, s. 49-66). 2. udgave. København: Forlaget Experimentarium.
- Dolin, J., Krogh, L.B. & Troelsen, R. (2003). En kompetencebeskrivelse af naturfagene. I: H. Busch, S. Horst & R. Troelsen (red.), *Inspiration til fremtidens naturfaglige uddannelser: En antologi* (s. 59-142). København: Undervisningsministeriet.
- Gericke, N.M. & Hagberg, M. (2010). Conceptual Incoherence as a Result of the Use of Multiple Historical Models in School Textbooks. *Research in Science Education*, 40(4), s. 605-623.
- Grünkorn, J., Upmeier zu Belzen, A. & Krüger, D. (2014). Assessing Student's Understandings of Biological Models and Their Use in Science to Evaluate Theoretical Framework. *International Journal of Science Education*, 36(10), s. 1651-1684.
- Hansen, B.J. (2007). Biologi. I: J.C. Jacobsen & B. Steffensen (red.), *Læreruddannelsens Didaktik 1* (s. 149-168). Aarhus: Forlaget Klim.
- Justi, R.S. & Gilbert, J.K. (2003). Teachers' Views on the Nature of Models. *International Journal of Science Education*, 25(11), s. 1369-1386.
- Krell, M. & Krüger, D. (2015). Testing Models: A Key Aspect to Promote Teaching Activities Related to Models and Modelling in Biology Lessons? *Journal of Biological Education*, DOI: 10.1080/00219266.2015.1028570.
- Lehrer, R. & Schauble, L. (2015). The Development of Scientific Thinking. I: R.M. Lerner (red.), *Handbook of Child Psychology and Developmental Science*, 2(7), *Cognitive Processes* (s. 671-714). New Jersey, USA: Wiley.

- Manz, E. (2012). Understanding the Codevelopment of Modeling Practice and Ecological Knowledge. *Science Education*, 96(6), s. 1071-1105.
- Nicolaou, C.T. & Constantinou, C.P. (2014). Assessment of the Modeling Competence: A Systematic Review and Synthesis of Empirical Research. *Educational Research Review*, 13, s. 52-73.
- Nielsen, S.S. (2015). Udvikling og forankring af ny undervisningspraksis tager tid. *MONA*, 2015-3, s. 92-95.
- Oh, P.S. & Oh, S.J. (2011). What Teachers of Science Need to Know about Models: An Overview. *International Journal of Science Education*, 33(8), s. 1109-1130
- Schwarz, C.V., Reiser, B. J., Davis, E. A., Kenyon, L., Achér, A., Fortus, D., Shwartz, Y., Hug, B., & Krajcik, J. (2009). Developing a Learning Progression for Scientific Modeling: Making Scientific Modeling Accessible and Meaningful for Learners. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(6), s. 632-654.
- UVM (2010). *Introduktion til den danske kvalifikationsramme for livslang læring*. Lokaliseret den 4. februar 2015 på: <http://www.uvm.dk/Service/Publikationer/Publikationer/Uddannelse-og-undervisning-forvoksne/2010/kvalifikationsramme-stor?Mode=full>.
- UVM (2013). Forenkling af Fælles Mål. Master for forenkling af Fælles Mål. Lokaliseret den 29. april 2015 på: <http://www.uvm.dk/~media/UVM/Filer/Udd/Folke/PDF13/Faelles%20Maal/130923%20Master%20til%20praecisering%20og%20forenkling%20af%20Faelles%20Maal.pdf>.
- UVM (2014a). Folkeskoleloven. LBK nr. 665 af 20/06/2014.
- UVM (2014b). Fælles Mål, Biologi. Lokaliseret den 4. februar 2015 og den 23. juni 2015 på: <http://www.emu.dk/omraade/gsk-l%C3%A6rer/ffm/biologi>.
- www.emu.dk. EMU Danmarks læringsportal. En del af Undervisningsministeriets hjemmeside som fx indeholder udvalgte undervisningsforløb og udfordringsopgaver til eleverne.

Engelsk abstract

This paper describes the strengths and weaknesses of the new Simplified Common Objectives with regard to their ability to facilitate the teachers' efforts to implement the modeling-competence-objective in biology classes. It is suggested how the modeling term and the modeling-competence-objective can be interpreted, when models and modeling should be integrated in the teaching in a qualified manner. It is discussed how the content and format of the new Simplified Common Objectives facilitate teachers' efforts to qualify the use of models and modeling in their teaching. Concrete examples are provided with regard to how the modeling-competence-goal can be unpacked and operationalized in order to enable coherence between the overall aim of the biology curriculum, the modeling term and the modeling-competence-objective.