

# Modelleringskompetence i naturfag – hvad er det?



Line Have Musaeus, Center for Computational Thinking & Design (CCTD), Aarhus Universitet

*Kommentar til Jørgen Løye Christiansen: Modeller og modellering i grundskolens naturfag, MONA 2020-3.*

## Indledning

Allerførst tak til forfatteren for en artikel om et felt der er så vigtigt og aktuelt. Jeg tror det er et felt hvor vi virkelig kan fremme elevers læring af og om naturvidenskabelige fænomener, men det kræver en målrettet og grundig uddannelse af de naturfaglige undervisere. Modellering og modeller er meget centralt i naturfagene, hvilket de af os der har undervist i disse fag er ganske klar over. Modellering og modeller rækker langt ud over de naturvidenskabelige fag og er aktuel for mange undervisere i andre fag. I forbindelse med efteruddannelse af gymnasielærere, i computational thinking og modellering, har vi på Center for Computational Thinking & Design således oplevet at omkring 100 lærere i fag så forskellige som dansk, fysik, musik, matematik og samfundsfag har fundet computationel modellering meget aktuel og relevant i deres undervisning (Musaeus & Musaeus, 2019), og at computationelle modeller er befordrende for elevers læring i de aktuelle fag (se fx projektbeskrivelserne CTiMNAT og MCTIG). Dette er også min personlige erfaring som gymnasielærer gennem mange år.

Artiklen beskriver meget interessante aspekter ved modeller og modellering, bl.a. hvordan eleverne igennem modellering har mulighed for at være kreative og originale. Også det meget vigtige begreb metamodellering, der er tæt forbundet til modelleringskompetencen, introduceres og diskuteres i artiklen. Desuden præsenteres et forsøg på at konkretisere modellering i forbindelse med undervisning i naturfag i grundskolen.

## Modeller

I artiklen slås det hurtigt fast at modeller repræsenterer fænomener. Men modeller er bevidste forsimplinger af et fænomen, og ikke mindst er modeller repræsentationer som nogen har valgt, fravalgt og udvalgt. Modeller i undervisningen kan desuden være vigtige redskaber til at illustrere for eleverne hvordan der arbejdes med at opnå ny erkendelse i de naturvidenskabelige områder på en autentisk måde.

Modeller er et vigtigt element i grundskolens undervisning af naturfag. Det er nok ud fra dette at forfatterens behov for at visualisere eller producere "en model over modeller" stammer. Desværre anvender forfatteren ikke selv denne model til en beskrivelse af modellers og modellerings brug og rolle i undervisningen. Man skal være varsom med at fokusere for meget på modellers repræsentationsformer og anvende grupper som 1D, 2D og 3D som inddelingsparametre for en simpel inddeling af modeller. Mange modeller vil kunne falde i flere af de tre grupper, hvilket jeg tror bliver illustreret allerede ved artiklens første eksempel på en 1D model, omhandlende lydmodeller, idet mange elever nok vil opleve lyd som både retningsbestemt og rumlig, altså både som et 1D og 3D fænomen. Især yngre børn, der ikke endnu kender til lyds naturvidenskabelige beskrivelse, vil have svært ved at forstå at lydmodeller udelukkende er 1D.

Elever skal ikke nødvendigvis lære en inddeling af modeller efter repræsentationsformer, men snarere blive bevidste om rækkevidden af forskellige modeltyper og kunne sammenholde denne rækkevidde med det naturvidenskabelige fænomen de vil undersøge vha. en model. Eleverne skal kunne argumentere for og reflektere over valget af modeltype og dennes muligheder og begrænsninger, gerne sammenholdt med andre modeltyper. De skal altså opnå og anvende modelleringskompetencen og derigennem forstå modeller. I det følgende vil jeg forsøge at klargøre hvad der bør indeholdes i modelleringskompetencen.

## Modellering

Modelleringskompetencen er af flere beskrevet i litteraturen som bestående af specifikke elementer der omhandler: rækkevidde, forklaringskraft, kausalitet, opførsel, relation til "virkeligheden", formulering og testning af hypoteser og forventet output i og af modellen eller elementer fra modellen (Lattery, 2016; Nowack & Caspersen, 2014; Sun et al., 2006; Swartz & White, 2005).

Det træner elevernes modelleringskompetence at få dem til at forholde sig til modellernes rækkevidde, muligheder og begrænsninger. Ligeledes trænes elevernes modelleringskompetence ved at de overvejer hvilke fravalg og tilvalg af elementer i modellen der er gjort i forhold til det repræsenterede fænomen. At arbejde med hvilke output og input der er aktuelle i modellen, er en del af den iterative modelleringsproces. Og

derfor er det ganske rigtigt vigtigt at identificere modelleringskompetencen som noget selvstændigt og erkende at modelleringsprocessen ikke er en envejsproces fra data til resultat, fra input til output. Modelleringskompetencen er snarere en iterativ proces hvor modellens output løbende giver anledning til en tilpasning af modellen og dens input og dermed de data der indsamles og anvendes og omvendt. Måske er det hvad figur 4 skal illustrere.

Jeg tror at en mere præcis og konkret tilgang til modelleringsprocessen i undervisningen er helt nødvendig for at kunne klæde undervisere, studerende og elever godt på til at anvende og drage fordel af modellering i naturfag og andre fag. Artiklen kunne derfor med fordel have gjort endnu mere ud af hvad begreberne 'model' og 'modellering' konkret kan være for henholdsvis lærere og elever i en undervisnings-sammenhæng.

Som udvidelse på det rigtig gode eksempel om carbonkredsløbet i perspektiverings-afsnittet er det således en meget vigtig øvelse for eleverne i 9.klasse at diskutere og udvælge de vigtigste elementer til modellen til 3.klasse og overveje hvilke output der kan forventes af en sådan simpel model. Her kan pointen med den simple repræsentation fra før igen fremføres. Ved at eleverne vurderer modellens output baseret på input, kan eleverne diskutere om de faglige mål for undervisningen i en 3.klasse bliver opfyldt, og om modellen er brugbar til dette. At forenkles et fænomen så det kan repræsenteres af en simpel model, er ikke trivielt. Jeg har mødt mange undervisere (inklusive mig selv) og elever der har svært ved at lave den øvelse. Men de samme undervisere og elever har også oplevet at en simpel model er et langt stærkere læringsredskab end en meget kompliceret. Som en elev engang skrev i sin evaluering af arbejdet med at konstruere modeller: "At lave modeller kræver viden!".

Endelig vil jeg, i forlængelse af forfatterens beskrivelse af hvordan en undervisningssituation kræver at både lærere og elever er bevidste om hvorvidt den aktuelle model er mål eller middel, komme med en anbefaling. Det er vores erfaringer fra CCTD, AU at en meget brugbar tilgang til undervisning i og udforskning af modeller i naturfag og andre fag er Gouvea & Passmores arbejde med at beskrive modeller ud fra spørgsmålene "what are models for?" og "what are models of?" (Gouvea & Passmore, 2017). Disse ganske enkle spørgsmål sætter en faglig diskussion i gang hos eleverne, som herved kan vurdere forskellige modellers formål og konstruktion. Fx har jeg i biologiundervisningen anvendt en computermode om transport af stoffer over en cellemembran. På spørgsmålet om hvilke elementer modellen bestod af ("what are models of?"), diskuterede eleverne i grupper både hvilke elementer der var og ikke var med i modellen (fx vandmolekyler og natriumioner), samt hvordan deres transport skulle illustreres (fx hvorvidt flere transportformer skulle repræsenteres i modellen og til hvilket formål?). Eleverne krævede gode argumenter af hinanden for hvorfor netop 'deres' elementer skulle inkluderes i modellen og med hvilket formål. Derved

bevægede de sig selv over mod spørgsmålet om hvilket formål modellen havde, og hvad den kunne svare på (“what are models for?”). Som en sidegevinst blev det meget tydeligt både for eleverne og for underviseren hvilken mental model eleverne havde af fænomenet “cellemembrantransport”, og at disse mentale modeller måske burde justeres.

Sluttelig endnu engang tak til forfatteren for en artikel med gode eksempler, en nyttig diskussion af hvornår brug af modeller indgår i modelleringskompetencen, og hvornår den indgår i undersøgelseskompetencen. Også tak til tidsskriftet for at belyse dette vigtige og aktuelle felt. Personligt glæder jeg mig til mange flere perspektiver og anbefalinger på undervisning i modeller og modellering og på at disse kædes sammen i dette tidsskrift.

## Referencer

CTiMNAT – Computational Thinking in Math and Science:

<https://cctd.au.dk/projects/ctimnat-computational-thinking-in-math-and-science/>.

Gouvea, J., & Passmore, C. (2017). Models of versus ‘Models for. *Science & Education*, 26(1-2), 49-63.

Lattery, M. J. (2016). *Deep Learning in Introductory Physics: Exploratory Studies of Model? Based Reasoning*. IAP.

MCTIG – Computational Thinking in Humanities, Arts and Social Sciences:

<https://cctd.au.dk/projects/mctig-computational-thinking-in-humanities-arts-and-social-sciences/>.

Musæus, L. H., & Musæus, P. (2019, February). Computational Thinking in the Danish High School: Learning Coding, Modeling, and Content Knowledge with NetLogo. In *Proceedings of the 50th ACM Technical Symposium on Computer Science Education* (pp. 913-919).

Nowack, P., & Caspersen, M. E. (2014, November). Model-based thinking and practice: A top-down approach to computational thinking. In *Proceedings of the 14th Koli Calling International Conference on Computing Education Research* (pp. 147-151).

Schwarz, C. V., & White, B. Y. (2005). Metamodeling knowledge: Developing students’ understanding of scientific modeling. *Cognition and instruction*, 23(2), 165-205.

Sun, Y., Newstetter, W., & Nersessian, N. J. (2006). Promoting model-based reasoning in problem-based learning. *Trabajo presentado en la reunión anual de la Cognitive Science Society, Vancouver, Canadá*.