

Kan modellering adskilles fra undersøgelse i grundskolens naturfagsundervisning?



Claus Auning,
LSUL, SDU, UC
SYD



Sanne Schnell
Nielsen, Københavns
Professionshøjskole,
Institut for
Læreruddannelse

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

I artiklen "Modeller og modellering i grundskolens naturfag" kommer JLC med et forslag til en forenkling af modelleringskompetence begrebet. I artiklen argumenteres ligeledes for en klar adskillelse mellem modelleringskompetencen og grundskolens tre øvrige kompetenceområder: kommunikation, undersøgelse og perspektivering. Med udgangspunkt i erfaringer fra vores eget udviklings- og forskningsarbejde vil vi kommentere på JLC's forslag til en forenkling og adskillelse af modelleringskompetencemålet. Vi vil først komme med en række overordnede betragtninger relateret til relevansen og konsekvensen af JLC's forslag. Herefter følger et konkret eksempel på hvordan elever har arbejdet integreret med modellerings- og undersøgelseskompetencen.

I artiklen advokeres for en enklere definition af modellering således at de fire kompetencer lettere lader sig adskille fra hinanden. JLC's primære argument er at modelleringskompetence-begrebet kun kan omsættes til en undervisnings- og evalueringspraksis hvis lærerne ved hvad modellering er, og hvis de kan adskille de fire kompetencer fra hinanden. Vi er enige i at en indgående forståelse af modellering som naturvidenskabelig proces er en forudsætning for at omsætte modelleringskompetencebegrebet til praksis. Dette understøttes af undersøgelser som peger på at lærernes erfaringer med og forståelse for modellering som en naturvidenskabelig proces har betydning for deres undervisnings- og evalueringspraksis (Nielsen og Nielsen, 2019). Vi vil derimod stille spørgsmålstegn ved rationalet for *hvorfor* og specielt *hvordan* JLC adskiller modellering fra de andre kompetencer. Vi vil først kort argumentere for hvorfor vi, i modsætning til JLC, ikke finder det problematisk

at der er overlap mellem de fire forskellige kompetencer i grundskolens undervisning. I lighed med JCL vil vi primært adressere forholdet mellem modellerings- og undersøgelseskompetencen.

Forståelse og identifikation af modellering kontra skarp afgrænsning

Ifølge JCL er det problematisk hvis modellering- og undersøgelseskompetencen ikke klart kan adskilles fra hinanden i såvel læseplaner som i undervisningen. Vi vil dog påstå at hvis lærerne har en basal forståelse for begge begreber, vil de også være i stand til at identificere hvornår og hvordan de to kompetencer er i spil. Såfremt denne præmis er på plads, ser vi derfor intet problematisk i at der i såvel undervisning som i evaluering arbejdes med et aspekt som kan relateres til begge kompetencer. For eksempel kan eleverne til den fælles faglige prøve demonstrere hvordan man med fordel kan anvende en model af et naturfagligt fænomen (sammenhæng mellem næringsstofbelastning og sigtdybde i en sø) til at formulere og opstille forudsigelser som efterfølgende kan testes empirisk (forsøgsrække med søvand og forskellige næringskoncentrationer). Til prøven demonstreres delelementer af elevernes empiriske undersøgelser, og forsøgsresultaterne præsenteres som modeller. Vha. en sø-økosystem-model diskuteres afslutningsvis forskellige handlemuligheder ift. genoprettelse af søers næringsstofbalance.

Her vil samtalen rumme mulighed for at evaluere aspekter primært relateret til modellerings-kompetence (tolke og anvende modeller som kilder til naturfaglig viden, forståelse for modellers anvendelighed til forudsigelse af forskellige scenarier og som redskaber til vidensgenerering), aspekter primært relateret til undersøgelseskompetence (observationer, variabelkontrol, opstille forsøg, fejlkilder, praktiske og sikkerhedsmæssige forhold). Samtalen vil imidlertid også rumme muligheder for at evaluere aspekter som kan relateres til både modellerings- og undersøgelseskompetencen (opstille fagligt funderede hypoteser; forudsige samt udlede forklaringer og sammenhænge; pege på forbehold og begrænsninger i naturvidenskabelige arbejdsformer; systematisere, analysere, fortolke og præsentere data; evidensbaseret argumentation). Som illustreret i ovenstående eksempel mener vi at lærernes udfordringer primært ligger i at identificere hvornår og hvordan de to kompetencer er i spil, og ikke grunder i at der er overlap mellem kompetencerne. Tværtimod vil vi vove at påstå at en klar adskillelse af modellerings- og undersøgelseskompetencen vil være meget svær at omsætte til en meningsfuld praksis. Derudover mener vi at en adskillelse vil give eleverne et mekanisk og misvisende billede af hvordan der arbejdes i naturvidenskab (Passmore, Stewart & Cartier, 2009; Nielsen, 2015;2020).

Modellering uden elevernes egne undersøgelsesdata?

Modellering kan opfattes som en naturvidenskabelig proces som involverer (1) udvikling af modeller der indeholder centrale aspekter af teori og/eller data, (2) evaluering af modeller, (3) revidering af modeller der tager hensyn til nye teoretiske idéer eller empiriske resultater, og (4) anvendelse af modeller til at forudsige og forklare naturfaglige fænomener (Schwarz & White, 2005). Ifølge JLC vil det kræve en forenkling af modelleringkompetencebegrebet hvis lærer og elever skal kunne skelne mellem modellering og undersøgelse. I den sammenhæng foreslås at ekskludere dataindsamling fra modellering. I vores tolkning vil det betyde at relationen mellem det fænomen (genstandsfeltet) som modellen repræsenterer i "den virkelige verden", og modellen ikke bliver en del af elevernes modelleringsproces. Hermed begrænses elevernes mulighed for at være aktivt deltagende i centrale dele af den naturvidenskabelige modelleringsproces som kan bidrage til deres forståelse for det samspil der er mellem genstandsfelt, data og modeller (Ibid). Derved risikerer vi at forstærke en allerede fremherskende tendens: en modellering som primært bliver udfoldet som en remediering af tekst eller kendte modeller fremfor en iterativ proces koblet til elevernes egne undersøgelser (Nielsen, 2019). En tendens hvor fokus er på kommunikation og forståelse af faglige begreber og sammenhænge frem for erfaring med og om modellering som naturvidenskabelig proces (Andersen *et al.*, 2019; Christiansen *et al.*, 2019; Krog & Daugbjerg, 2018; Nielsen, 2019, 2020).

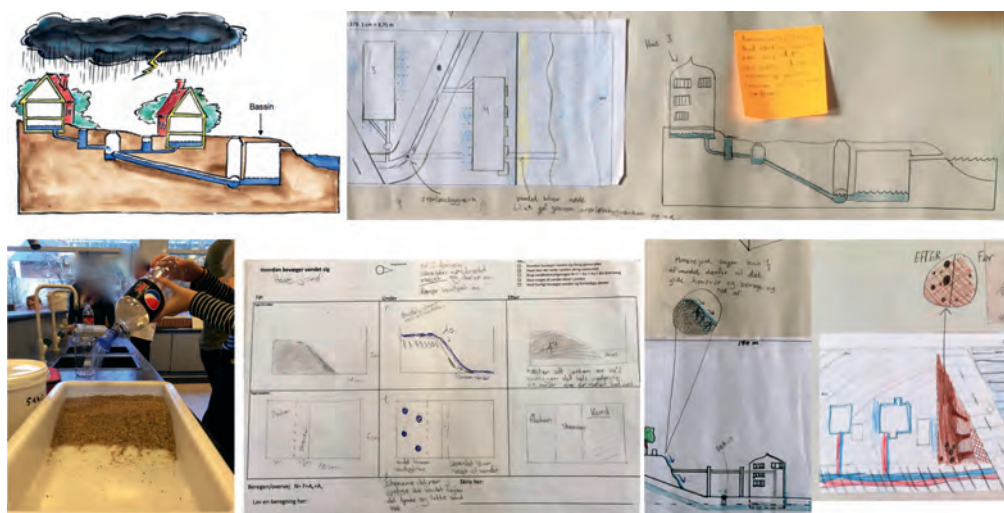
Baseret på ovenstående vil vi mene at modellering uden undersøgelse af "genstandsfeltet" vil få karakter af en mangelfuld implementering af modellering som proces. Eleverne vil fx kun få begrænset mulighed for at arbejde med hvordan modeller kan anvendes til at systematisere, fortolke, finde sammenhæng i og forstå samt formidle deres egne undersøgelsesdata. Ligeledes vil erfaringer med hvordan egne data kan danne grundlag for udvikling, efterprøvning og eventuelt revidering af modeller, være svære at implementere uden elevundersøgelser. Erfaringer som ellers kunne være et værdifuldt bidrag til elevernes forståelse for modellering som en vidensgenererende naturvidenskabelig metode (Baek & Schwarz, 2015).

Eleverne evner at arbejde integreret med modellering, undersøgelse og egen data

Vi ser fra egen og international forskning (Baumfalk *et al.*, 2018; Fowler *et al.* 2020; Auning, 2020) at undersøgelse- og modelleringskompetencen er en iterativ proces hvor de to kompetencer anvendes på samme tid. Vi vil med udgangspunkt i en konkret case fra vores nyeste forskningsprojekt argumentere for at en stærk opdeling af kompetencerne, som foreslået at JLC, er unødvendig og i værste fald hæmmende for elevernes læring. I førnævnte forskning anvender eleverne hvad Lijnse (2008)

kalder for ekspressiv modellering hvor de konstruerer deres egne modeller og derigennem udtrykker deres egen opfattelse af verden omkring dem. Derudover anvender eleverne eksplorativ modellering hvor de undersøger og anvender eksisterende modeller, såsom undervisningsmodeller eller konsensusmodeller lavet i fællesskab i klassen. I vores nyeste forskningsprojekt arbejdede eleverne således med at forklare et komplekst fænomen vha. egne modeller. Dette gjorde de ved at bruge forskellige modelementer i deres modelbaserede forklaring, såsom zoom-in-bokse, for at vise hvordan vand bevæger sig igennem forskellige jordbundstyper, eller tværsnit hvor de viser hvordan kloakrør ligger i jorden. Eleverne anvendte ligeledes matematiske repræsentationer som vandbalanceligningen for at forklare hvordan afstrømningen af vand varierer indenfor et område. De brugte små tegneserier, signaturforklaringer, faktabokse og terrænmodeller som elementer i deres model af det komplekse fænomen (Figur 1). De elevproducerede modeller var unikke, og de forklarende elementer varierede fra model til model. De forklarende elementer kom dog ikke ud af det blå. En væsentlig del af forklaringerne udsprang netop af elevernes egne undersøgelser af fænomenet. Disse undersøgelser modellerede eleverne og brugte dem som forklaringer på deres model. Andre forklarings-elementer udspringer fra eksplorativmodellering. Når eleverne bruger elementer fra andres modeller, metareflekterer de over formål, værdier og anvendelse af den valgte model til deres egen modelbaserede forklaring. Ovenstående eksempel illustrerer at det kan være yderst vanskeligt at lave en hård opdeling af undersøgelse- og moduleringskompetencen, som er foreslået af JLC, og vi vil påstå at denne opdeling i en undervisningskontekst heller ikke har nogen synderlig værdi hvis man som lærer tydeligt kan identificere at begge kompetencer har været i spil i elevernes arbejde.

Endvidere vil vi argumentere for at modellering i ovenstående case var en vigtig del af undersøgelsesfasen. Når eleverne undersøger, så fremstiller de simultant modeller af det de observerer, modeller som vi efterfølgende ser som elementer i elevernes modelbaserede forklaringer, men som ovenstående eksempel også viser, så er mange af deres undersøgelser også udført ved brug af andres modeller, som de tilpasser og anvender. Eksplorativmodellering er i sig selv en undersøgelsesmetode hvor meta-modellering spiller en central rolle. Vi ser det derfor svært at adskille de to kompetencer fra hinanden så kategorisk som JLC foreslår, og vi vil ligeledes stille spørgsmålstejn ved om det er nødvendigt og meningsfuldt i en undervisningspraksis.



Figur 1. Praktiske eksempler på eksplorativ (øverst) og ekspressiv modellering (nederst). Øverst har eleven undersøgt en illustrationsmodel. Denne er efterfølgende blevet bearbejdet og anvendt på elevens egen model som en argumentation for hvorfor kælderen i bygningen kan blive oversvømmet. Nederst har eleven undersøgt hvordan nedbør afstrømmer på forskellige jordbundstyper. Eleven har under forsøget tegnet (modelleret) sine observationer. Disse observationer (modellen i midten) er efterfølgende blevet redigeret og anvendt på elevens egen model. Elevens egen model viser vha. bokse (cirkler) hvordan vand afstrømmer og derved forandrer landskabet, dette har eleven både tegnet horisontalt og vertikalt. På den gule post-it står: Rørene er fyldt op med vand, og vandet kan ikke nå at blive ført videre. Så vandet kommer op gennem rørene igen og ender i kælderen.

Modellering som proces inkluderer og kvalificerer undersøgelseskompetencen

Som illustreret i ovenstående mener vi at modellering både kan inkludere og kvalificere elevernes undersøgelses- såvel som perspektiverings- og kommunikationskompetence. Vi vil påstå at en adskillelse af kompetencerne ikke alene vil forringe mulighederne for at udnytte den synergieffekt der kan opstå når kompetencerne integreres funktionelt, men også kan bidrage til at giver eleverne et misvisende billede af hvordan der arbejdes i naturvidenskab (Lehrer & Schauble, 2015). Derudover mener vi at JLC's eksklusion af elevernes egne undersøgelsesdata vil være en amputation af centrale aspekter af modelleringsprocessen. I lighed med internationale tendenser (Passmore, Stewart & Cartier, 2009; Windschitl, Thompson & Braaten, 2008) vil vi derfor advokere for en undervisnings- og evalueringspraksis hvor eleverne aktivt

arbejder med modellering i samspil med deres egne undersøgelser og dataindsamling samt inddrager de fire naturfaglige kompetencer når de enten inkluderer eller kvalificerer hinanden.

Referencer

- Andersen, P. U., Brandt, H., Krogh, L. B., Sillasen, M., & Daugbjerg, P. (2020). Udvikling af modeleringskompetence i læreruddannelsen. *MONA*, 2, 65-83.
- Auning, C. (2020). Modellering som proces i naturfagsundervisningen. *MONA*, 2020, 1, 6-25.
- Baumfalk, B., Bhattacharya, D., Vo, T., Forbes, C., Zangori, L., Schwarz, C. (2019). Impact of model-based science curriculum and instruction on elementary students' explanations for the hydrosphere. *Journal of Research in Science Teaching*. 56, 570– 597. <https://doi.org/10.1002/tea.21514>
- Baek, H. & Schwarz, C. V. (2015). The Influence of Curriculum, Instruction, Technology, and Social Interactions on Two Fifth-Grade Students' Epistemologies in Modeling Throughout a Model-Based Curriculum Unit. *Journal of Science Education and Technology*, 24(2-3), 216-233.
- Christiansen, J. L., Andersson, J., Hansen, D., Jensen, M. A. S., Kinnerup, L. B., & Lilius, K. M. (2019). Brug af modeller og modellering i udskolingsens naturfagsundervisning. *MONA*, 20, 4, 8-27.
- Fowler, K., Windschitl, M. & Auning C. (2020). A Layered Approach to Scientific Models- Creating scaffolds that allow all students to show more of what they know. *The Science Teacher—September/October 2020 (Volume 88, Issue 1) NSTA*.
- Gilbert, J.K. & Justi, R. (2016). *Modelling-based Teaching in Science Education*, Springer.
- Gouvea, J. & Passmore, C. (2017). 'Models of' versus 'Models for': Toward an Agent-Based Conception of Modeling in the Science Classroom. *Science and Education*, 26, 1-2, 49-63.
- Krogh, L. B. & Daugbjerg, P. (2018). Fællesfagligheden til prøve. *MONA*, 4, 28-54.
- Lehrer, R. & Schauble, L. (2015). The development of scientific thinking. R.M. Lerner (Ed.), *Handbook of child psychology and developmental science*, 2, (7), Cognitive Processes. New Jersey, USA: Wiley, 671-714.
- Lijnse, P. (2008). Models of/for Teaching Modeling. E. van den Berg, A.L. Ellermeijer & O. Slooten (Ed.), *Modelling in Physics and Physics Education*. AMSTEL Institute, University of Amsterdam, 20-33.
- Nielsen, S.S. (2015). Fælles Mål og modelleringskompetence i biologiundervisningen – forenkling nødvendiggør fortolkning. *MONA*, 4, 25-43.
- Nielsen, S. S. (2019). *Teaching for Modelling Competence Expanding the scientific basis for bridging the gap between teachers' practices and political intentions in the realization of a modelling-oriented science curriculum in Danish lower secondary school*. Københavns Universitet.
- Nielsen, S. S. (2020). Et bud på en mere procesorienteret tilgang til modeller og modellering i skolens naturfagsundervisning. *MONA*, 1, 91-96.

- Nielsen, S.S. & Nielsen, J.A. (2019). A Competence-Oriented Approach to Models and Modelling in Lower Secondary Science Education: Practices and Rationales Among Danish Teachers. *Research in Science Education*, 1-29.
- Passmore, C., Stewart, J. & Cartier, J. (2009). Model-based inquiry and school science: Creating connections. *School Science and Mathematics*, 109, 7, 394-402.
- Schwarz, C.V. & White, B. Y. (2005) Metamodeling Knowledge: Developing Students' Understanding of Scientific Modeling, *Cognition and Instruction*, 23, 2, 165-205.
- Windschitl, M., Thompson, J., & Braaten, M. (2008). Beyond the scientific method: Model-based inquiry as a new paradigm of preference for school science investigations. *Science Education*, 92, 5, 941-967.