

# MONA

Matematik- og Naturfagsdidaktik – tidsskrift for undervisere, forskere og formidlere

**Tema: Lærerkompetencer  
nu og de kommende år.**

Bidrag fra Big Bang konferencen 2019

December 2019 – 4

# MONIA

Matematik- og Naturfagsdidaktik  
– tidsskrift for undervisere, forskere og formidlere



Erhvervsakademi og  
Professionshøjskole

KØBENHAVNS  
PROFESSIONS  
HØJSKOLE **KP**

**DTU**



AARHUS  
UNIVERSITET



**DASG**  
Danske Science Gymnasier

SYDDANSK UNIVERSITET



DET NATUR- OG BIOVIDENSKABELIGE FAKULTET  
KØBENHAVNS UNIVERSITET

2019-4

# MONA

## **Matematik- og Naturfagsdidaktik – tidsskrift for undervisere, forskere og formidlere**

MONA udgives af Det Natur- og Biovidenskabelige Fakultet ved Københavns Universitet, i samarbejde med Danmarks Tekniske Universitet, Det Tekniske Fakultet og Det Naturvidenskabelige Fakultet ved Syddansk Universitet, Hovedområdet Science & Technology ved Aarhus Universitet, Det Lærerfaglige Fakultet ved Københavns Professionshøjskole, Danske Science Gymnasier og UCL Erhvervsakademi og Professionshøjskole.

### **Redaktion**

Jens Dolin, Institut for Naturfagernes Didaktik, Københavns Universitet (ansvarshavende)  
Ole Goldbech, Københavns Professionshøjskole  
Sebastian Horst, Institut for Naturfagernes Didaktik, Københavns Universitet  
Kjeld Bagger Laursen, Institut for Naturfagernes Didaktik, Københavns Universitet

### **Redaktionskomité**

Carl P. Knudsen, Danske Science Gymnasier  
Jan Sølberg, Institut for Naturfagernes Didaktik, Københavns Universitet  
Lars Brian Krogh, Læreruddannelsen i Aarhus, VIA University College  
Martin Niss, Institut for Natur, Systemer og Modeller, Roskilde Universitet  
Morten Rask Petersen, UC Lillebælt, Anvendt forskning i pædagogik og samfund  
Steffen Elmose, Læreruddannelsen i Aalborg, University College Nordjylland  
Tinne Hoff Kjeldsen, Institut for Matematiske Fag, Københavns Universitet

MONA's kritikerpanel, som sammen med redaktionskomitéen varetager vurderingen af indsendte manuskripter, fremgår af [www.science.ku.dk/mona](http://www.science.ku.dk/mona).

### **Manuskripter**

Manuskripter indsendes per mail, se [www.science.ku.dk/mona](http://www.science.ku.dk/mona). Medmindre andet aftales med redaktionen, skal der anvendes den artikelskabelon i Word som findes på [www.science.ku.dk/mona](http://www.science.ku.dk/mona). Her findes også forfattervejledning. Artikler i MONA publiceres efter peer-reviewing (dobbelblindt).

### **Abonnement**

Abonnement kan tegnes via [www.science.ku.dk/mona](http://www.science.ku.dk/mona). Årsabonnement for fire numre koster p.t. 225,00 kr., for studerende 100 kr. Henvendelser vedr. abonnement, adresseændring, mv., se hjemmesiden eller ring til tlf 70 25 55 13 (kl. 9-16 daglig, dog til 14 fredag) eller mail til [mona@portoservice.dk](mailto:mona@portoservice.dk).

### **Produktionsplan**

Planen kan altid findes på <http://www.ind.ku.dk/mona/produktion/>

*MONA 2020-1 udkommer 5. marts 2020.*

Deadline for indsendelse af artikler hertil: 13. november 2019.

Deadline for kommentarer, litteraturanmeldelser og nyheder hertil: 4. januar 2020.

*MONA 2020-2 udkommer 5. juni 2020*

Deadline for indsendelse af artikler hertil: 13. februar 2020

Deadline for kommentarer, litteraturanmeldelser og nyheder hertil: 6. april 2020

*MONA 2020-3 udkommer 5. september 2020*

Deadline for indsendelse af artikler hertil: 4. maj 2020.

Deadline for kommentarer, litteraturanmeldelser og nyheder hertil: 26. juni 2020

Omslagsgrafik: Lars Allan Haugaard/PitneyBowes Management Services-DPU

Layout og tryk: Narayana Press

ISSN: 1604-8628. © MONA 2019. Citat kun med tydelig kildeangivelse

# Indhold

- 4 Fra redaktionen
- 7 **Artikler**
- 8 Brug af modeller og modellering i udskolingens naturfagsundervisning  
*Jørgen Løye Christiansen, Mari-Ann Skovlund Jensen, John Andersson,  
Lars Bo Kinnerup, Dorrit Hansen og Karin Marianne Lilius*
- 28 Kompetencebehov blandt naturfagslærere i grundskolen  
*Alexander Secher og Martin Foldager*
- 49 Undersøgelse af model for kompetenceløft – med fokus  
på naturfagslæreres udbytte  
*Steffen Elmose og Vivi Fog Wogensen*
- 68 Hvad skal gymnasielærere inden for sciencefagene kunne i morgen  
og på længere sigt?  
*Helle Mathiasen, Jesper Melchjorsen og Pia Møller Jensen*
- 88 **Temabidrag**
- 89 Hverdagens naturfaglige superhelte  
*Morten Busch*
- 99 **Aktuel analyse**
- 100 Bliver elever bedre til matematik ved at tilføje flere emner til læreplanen?  
*Klavs Kokseby Frisdahl, Julian Bybeck Tosev, Niels Kristian Petersen og  
Karen Mohr Pind*
- 114 **Kommentarer**
- 115 Observationer, eksperimenter og iagttagelser i videnskab og undervisning  
*Henrik Kragh Sørensen og Laura Søvsø Thomasen*
- 120 STEM på tre niveauer  
*Elzabeth Wøhlk og Ole Kronvald*
- 124 En tiltrængt røst – igen  
*Jette Reuss Schmidt*
- 128 Matematiksystemer mellem potentiale og udfoldelse  
*Else Marie Jensen*
- 132 Hvordan måler man dækningen af de matematiske kompetencer  
i læremidler?  
*Bent Lindhardt*
- 140 Fællesgørelsen  
*Susanne Simoni Hedegård og Pernille Ulla Andersen*
- 145 **Nyheder**

# Fra redaktionen

Decemhernummeret af MONA er også i år præget af MONA-sporets tema på BigBang-konferencen i april. Temaet var i år lærerkompetencer nu og i fremtiden, og flere af konferencepræsentationerne er efterfølgende blevet udformet som artikler eller beskrivende bidrag. Vi bringer her tre temaartikler og et temabidrag – sammen med en “almindelig” artikel. Husk at det er nu du kan se programmet og tilmelde dig til næste BigBang-konference på [www.bigbangkonferencen.dk](http://www.bigbangkonferencen.dk) – MONA-sporet har i 2020 temaet “Elevernes praktisk undersøgende arbejde”.

I dette nummer bringer vi først artiklen *Brug af modeller og modellering i udskolningens naturfagsundervisning* som er skrevet af Jørgen Løye Christiansen, John Andersson, Dorrit Hansen, Mari-Ann Skovlund Jensen, Lars Bo Kinnerup og Karin Marianne Lilius. Artiklens primære datagrundlag er ni interviews med naturfagslærere om hvordan der arbejdes med modeller og modellering i udskolningens naturfag. Den behandler de deltagende læreres kendskab til modeller og deres arbejde med elevernes tilegnelse af modelleringskompetence, og forfatterne beskæftiger sig dermed med lærernes egen forståelse af modeller og modellering og deres oplevelse af eget kendskab til og anvendelse af forskellige modeltyper. Resultaterne diskuteres i forhold til ministerielle styringsdokumenter og forskningsresultater. Artiklen munder ud i en anbefaling om større fokus i naturfagsundervisningen på meta-modellering og modellering som proces.

Dernæst de tre tematiserende artikler. Artiklen *Kompetencebehov blandt naturfagslærere i grundskolen* er udarbejdet af Alexander Secher og Martin Foldager Hindsholm. Den gengiver centrale resultater fra en kortlægning af videns- og kompetencebehov blandt naturfagslærerne i grundskolen som Rambøll Management Consulting har gennemført i samarbejde med Københavns Professionshøjskole for Undervisningsministeriet. Ud fra både kvantitative og kvalitative data centreret omkring naturfagslærernes eget perspektiv fremhæver den at der generelt er behov for og efterspørgsel på fagdidaktisk kompetenceudvikling. Undersøgelsen afdækker også at der blandt lærere i natur/teknologi eksisterer et relativt stort behov for målrettet fagfaglig opkvalificering.

Den næste temaartikel har titlen *Undersøgelse af model for kompetenceløft – med fokus på naturfagslæreres udbytte*. Den er skrevet af Steffen Elmoose og Vivi Fog Wogensen og beskriver “KiU-Nord-modellen” for efteruddannelse i undervisningsfag for bl.a. naturfagslærere. Undersøgelsen benytter sig af spørgeskemaer og interview, og spørgeskemaundersøgelsen har vist en mindre positiv vurdering af egen kompetenceudvikling hos naturfagslærerne sammenlignet med lærere fra andre faggrupper. Den kvalitative undersøgelse afdækker organisatoriske årsager som en mulig forklaring på

forskellene, men påpeger også mulige svagheder i efter/videre-uddannelsesprojektets udformning. Artiklen konkluderer endvidere at der er behov at afdække fagkulturbe- grebets betydning for naturfagslæreres kompetenceudvikling.

I *Hvad skal gymnasielærere inden for sciencefagene kunne i morgen og på længere sigt?* diskuterer Helle Mathiasen, Jesper Melchjorsen og Pia Møller Jensen netop dette spørgsmål. Fokus er på didaktiske rammer og præmisser for gennemførelse af undervisningen nu og om ti år. Artiklen trækker på viden fra forsknings- og udviklingsarbejde inden for de gymnasiale uddannelser samt konkrete erfaringer fra undervisningsaktiviteter i en gymnasiepraksis. Svarene på det stillede spørgsmål har mange facetter og berører flere konkrete tiltag, bl.a. otte bud på tiltag der kan understøtte science- lærerens kompetenceudvikling i morgen og på lidt længere sigt.

Fra MONA-sporet bringer vi også Morten Buschs bidrag *Hverdagens naturfaglige superhelte* som er baseret på samtaler med otte Novo Nordisk Fondsprisbelønnede undervisere. Samtalerne har afsløret en mangfoldighed af lærerkompetencer blandt underviserne, men også vigtige ligheder og fællesnævner: lærernes metoder bunder oftest i naturfagsdidaktiske overvejelser, og der er i høj grad vægt på hvad der for lærerne opleves som velfungerende i det daglige.

Morten Rask Petersen har varetaget hvervet som temareda-ktør.

Vores aktuelle analyse *Bliver elever bedre til matematik ved at tilføje flere emner til læreplanen?* er af Klavs Kokseby Frisdahl, Niels Kristian Petersen, Julian Bybech Tosev og Karen Mohr Pind. Den rummer "tanker fra fire gymnasielærere om matematik B på STX." Netop dette fag har i den nylige reform undergået markante ændringer, både i læreplan og i elevgrundlaget. Forfatterne præsenterer deres frustrationer over at levere en undervisning, som ikke lever op til deres ambitioner for eleverne og for faget. De oplever at det inden for matematik ikke længere er muligt at uddanne en gymnasie- årgang der er klar til videre studier såvel som til at blive dannede samfundsborgere med en relevant og stærk matematisk forståelse og baggrund. Deres konklusion er at læreplan, undervisningsvejledning og eksamen bør gentænkes.

Vi bringer også en række kommentarer til artikler i MONAs to foregående numre. Den første, *Observationer, eksperimenter og iagttagelser i videnskab og undervisning*, er skrevet af Henrik Kragh Sørensen og Laura Søvsø Thomasen. I den kastes et videnskabsteoretisk og -historisk (men samtidig ganske konkret) perspektiv på Petersen og Krossås Udvikling af elevernes kemiske observationskompetencer fra MONA 2019-2.

Jette Reus Schmidts *Hvem definerer STEM i skolen og i skoleforskning?*, også i MONA 2019-2, har afstedkommet en del debat. Vi bringer her både en kommentar, *STEM på tre niveauer*, fra Elzebeth Wøhlk og Ole Kronvald, og en replik fra Jette Reuss Schmidt, *En tiltrængt røst – igen*, som reaktion på kommentaren i sidste nummer af MONA fra Keld Nielsen og Martin Sillasen

Artiklen af Gissel, Hjelmberg, Kristensen og Larsen: *Kompetencedækning i analoge matematiksystemer til mellemtrinnet*, i MONA 2019-3 har vi to kommentarer til: Else Marie Jensen betragter i *Matematiksystemer mellem potentiale og udfoldelse* selve processen med at vælge lærebogssystem i lyset af artiklens vurderingskriterier og har også bemærkninger at gøre om lærervejledninger. Og Bent Lindhardt kommenterer i *Hvordan måler man dækningen af de matematiske kompetencer i læremidler?* den nævnte artikels metodiske tilgang.

Endelig har vi også en kommentar, *Fællesgørelsen*, om netop dette begreb som er behandlet i Mie Engelbert Jensen og Rune Hansen: *Udgange på undersøgende matematik*, MONA 2019-3. Kommentaren er skrevet af Susanne Simoni Hedegård og Pernille Ulla Andersen.

Med et sådant fyldigt nummer ønsker vi alle læsere en god julemåned og ferie når vi kommer dertil.

# Artikler

Artiklerne i denne sektion er som sædvanlig forskningsbidrag der er blevet peer-reviewet efter MONAs sædvanlige retningslinjer. De af dem der er udsprunget af 2019 Big Bang konferences MONA-spor om *Lærerkompetencer nu og fremover* er mærket.



# Brug af modeller og modellering i udskolingens naturfagsundervisning



Jørgen Løye  
Christiansen



John  
Andersson



Dorrit  
Hansen



Mari-Ann  
Skovlund  
Jensen



Lars Bo  
Kinnerup



Karin  
Marianne  
Lilius

Center for Skole og Læring, Professionshøjskolen Absalon.

**Abstract:** Artiklen baserer sig på et udviklingsprojekt, hvor 9 semi-strukturerede interviews med naturfagslærere udgør det primære datagrundlag for vores afdækning af hvordan der arbejdes med modeller og modellering i udskolingens naturfag. I artiklen behandler vi de deltagende læreres kendskab til modeller og deres arbejde med elevernes tilegnelse af modelleringskompetence. Artiklen beskæftiger sig dermed med lærernes egen forståelse af modeller og modellering, og deres oplevelse af eget kendskab til og anvendelse af forskellige modeltyper. Disse resultater diskuteres efterfølgende i forhold til ministerielle styringsdokumenter og forskningsresultater, og fører til en anbefaling om større fokus i naturfagsundervisningen på meta-modellering og modellering som proces.

## Indledning

I foråret 2018 fik artiklens forfattere bevilget midler til at gennemføre et småskala-forsknings- og udviklingsprojekt om brug af modeller og modellering i udskolingens naturfagsundervisning. Baggrunden var at det gennem kontakten med lærere på efteruddannelse og i forbindelse med praksistilknytning var vores indtryk at der herskede usikkerhed om hvad modeller og modellering er og kan bruges til i skolens naturfagsundervisning.

Der er flere internationale undersøgelser som har søgt at kortlægge naturfagslæreres forståelser og praksis af modeller og modellering (fx Justi & Gilbert, 2002; Kenyon et al., 2011; Soulios & Psillos, 2016; Vasconcelos & Torres, 2017), men i dansk kontekst er det småt med data. Dog har Krogh et al. (2018) i deres statusnotat om evaluering og følgeforskning af den nye fælles naturfagsprøve undersøgt prøvens betydning for undervisningens form og indhold, herunder modelleringskompetencen som den kommer til udtryk under prøven.

I vores projekt havde vi som mål både at afdække hvordan der arbejdes med modeller og modellering i naturfagene fysik/kemi, geografi og biologi i udskoling, og at udvikle og afprøve undervisning i modeller og modellering gennem en intervenierende indsats, dels i forhold til de deltagende lærere, i form af afprøvning af idéer, dels i forhold til vores egen praksis i grund- og efteruddannelsen af naturfagslærere. Den intervenierende indsats behandles dog ikke i denne artikel, men er omdrejningspunktet i et efterfølgende projekt.

De deltagende lærere blev udvalgt så alle tre naturfag i udskoling blev dækket af lige mange lærere. Flere af lærerne havde undervisningskompetencer i to eller tre naturfag. I interviewene deltog i alt seks geografilærere, seks biologilærere og seks fysik/kemilærere. På nær én var alle deltagende lærere tidligere lærerstuderende på Professionshøjskolen Absalon, og alle havde minimum ét års undervisningserfaring i deres fag på interviewtidspunktet. Tre af interviewene var gruppeinterviews med deltagelse af to eller tre lærere, der repræsenterede et eller flere af naturfagene. Gruppeinterview blev valgt fordi en efterfølgende observation af lærernes arbejde med modelleringskompetencen skulle foregå under deres arbejde med et fælles fagligt fokusområde. Observationerne er ikke et tema i denne artikel. Tre interviews med henholdsvis tre biologi-, tre geografi- og tre fysik/kemilærere, i alt ni interviews, blev udført før den planlagte intervenierende indsats. Disse ni interviews udgør kvantitativt set et yderst begrænset datagrundlag. Men med afsæt i disse interviews vil vi diskutere lærernes forståelse og anvendelse af modeller og modellering i skolens naturfagsundervisning.

Da vi mener at eleverne i udskoling bør præsenteres for en bred vifte af modeltyper inden for det modelmæssige genstandsfelt, var det hensigtsmæssigt at søge at afdække lærernes kendskab til forskellige modeltyper og således få et overblik over

hvilke modeltyper lærerne er bevidste om der finder anvendelse i deres naturfagsundervisning. Vores interviews med lærerne fokuserede også på i hvilken grad lærerne bringer anvendelse, udvælgelse, afkodning, vurdering og udvikling af modeller ind i naturfagsundervisningen. Disse resultater diskuteres i forhold til ministerielle styringsdokumenter og forskningsresultater og leder frem til et forslag til en teoretisk ramme for en intervenerende indsats.

## Modeltyper

I dansk kontekst blev modelleringskompetencen eksplicit knyttet til naturfagsundervisningen med strategioplægget *Fremtidens naturfaglige uddannelser* (Andersen et al., 2003) samt antologien *Inspiration til fremtidens naturfaglige uddannelser* (Busch et al., 2003), i hvilken især Dolin et al. (2003) diskuterede modelleringskompetencen.

Steffen Elmoose behandlede efterfølgende det naturfaglige kompetencebegreb, særligt modellering, i en undervisningskontekst i grundskolen (Elmoose, 2007 & 2010). Senere blev modelleringsbegrebet, på baggrund af studier i det Slagelse-baserede KOMPIS-projekt, modificeret og gjort mere operationelt for naturfagslærernes undervisning i grundskolen (Christiansen, 2013; Sølberg et al., 2015). Siden skolereformen (2013) blev gennemført, har modelleringskompetencen været en målkategori for naturfagsundervisningen i grundskolen. Her indgår den sammen med undersøgelses-, perspektiverings- og kommunikationskompetencerne i udviklingen af det man kan betegne som en naturfaglig kompetence hos eleverne.

I grundskolens naturfagsundervisning står anvendelse, udvælgelse, afkodning, vurdering og udvikling af modeller centralt (Undervisningsministeriet, 2018a, 2018b, 2018c & 2018d). Det er dog mere usikkert hvilke typer af modeller der er målet for elevernes aktiviteter. I den fagdidaktiske litteratur er der ikke en fælles definition af modelbegrebet, og der eksisterer derfor talrige definitioner (se fx Gilbert & Ireton, 2003; Halloun, 2004; Schwarz et al., 2009; Frigg & Nguyen, 2017; Gelfert, 2017). I artiklen "Modeller i naturfagsundervisningen" (Brandt & Johansen, 2014) optræder en definition af modelbegrebet som vi synes rammesætter modelbegrebet i en undervisningskontekst:

"En model er en forenklet gengivelse af en udvalgt del af virkeligheden med det formål at støtte konstruktionen af mentale repræsentationer/modeller hos brugeren af modellen"  
(Brandt & Johansen, 2014, s. 13)

De naturfaglige modeller kan grupperes på talrige måder, lige fra en inddeling i to grupper (mentale modeller og materiale modeller (Chamizo, 2013)) over en inddeling i tre grupper (fx mentale modeller, konceptuelle modeller og fysiske modeller som

hos Ornek (2008) eller konceptuelle modeller, fysiske modeller og numeriske modeller som hos Bokulich & Oreskes (2017)) til en inddeling i fem grupper (fx skalamodeller, analoge modeller, matematiske modeller, teoretiske modeller og mønstermodeller, som hos Black (1962)). Harrison & Treagust (2000) opererer endda med en modelinddeling i hele ti typer.

Flere af disse inddelinger og underinddelinger svarer lejlighedsvis til hinanden og repræsenterer derfor forskellige betegnelser for samme modeltyper, men de forskellige inddelinger kan også repræsentere forskellige syn på modeller og deres anvendelse.

Set i en undervisningskontekst med relation til folkeskolen synes vi at Ringnes & Hannisdals (2006) inddeling efter præsentationsformer giver god mening, netop fordi eleverne ofte vil blive præsenteret for en modeltype eller selv præsentere en model for andre i forbindelse med deres naturfagsundervisning. De fem kategorier som Ringnes & Hannisdal (2006) opererer med, er: konkrete modeller, symbolmodeller, illustrationsmodeller, verbale modeller og simuleringsmodeller (se endvidere figur 1).

*De konkrete modeller* kan være forstørrede eller formindskede udgaver af den repræsenterede virkelighed, eller der kan være tale om en model i forholdet 1:1. De konkrete modeller er lavet af en eller flere typer materialer, er til at føle på og vil oftest være i 3-d.

*Symbolmodellerne* er karakteriseret ved brug af koder og symboler. Det være sig matematiske udtryk, kemiske formler, reaktionsligninger, elektron-prik-modeller osv.

*Illustrationsmodeller* kan illustrere alt fra objekter, fænomener, begivenheder og processer til systemer. De optræder fortrinsvis i 2-d og på papir, typisk som tegning, diagram eller graf.

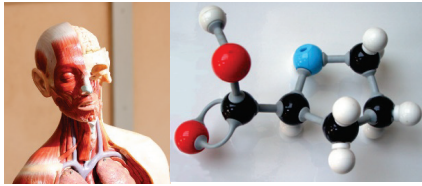
*Verbale modeller* kommer oftest til udtryk som sproglige sammenligninger med en anden del af virkeligheden.

*Simuleringsmodeller* efterligner fænomener, begivenheder, processer og systemer og er ofte baseret på matematiske sammenhænge ved brug af computere eller andre digitale enheder. Kan også være rollespil.

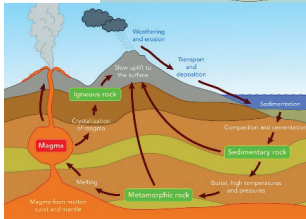
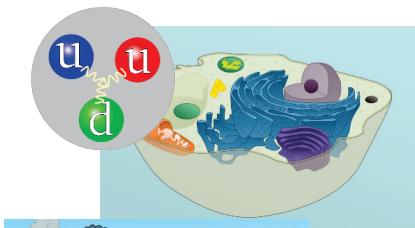
Da det som nævnt har været et delmål for projektet at undersøge hvilke typer af modeller der gøres brug af i undervisningen hos de medvirkende folkeskolelærere, har vi anvendt de fem typer af modeller som fremgår af figur 1, som grundlag for kategoriseringen af modeltyper der anvendes af de involverede lærere og deres elever (se nedenfor).

Mentale modeller er ikke en kategori vi har anvendt. Mentale modeller spiller naturligvis en stor rolle for elevers læring, men det er først når disse modeller som *er i hovedet* på eleven, kommer *ud af hovedet*, at de kan kategoriseres. De vil herefter kunne indplaceres i (mindst) en af de tidligere nævnte fem modeltyper.

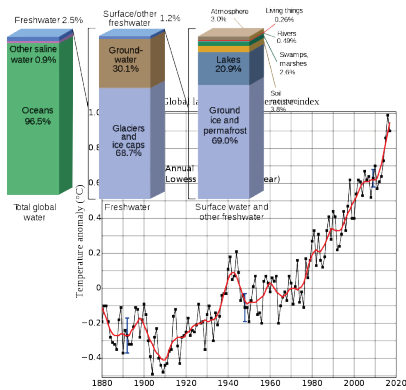
**Eksempler på konkrete modeller:**



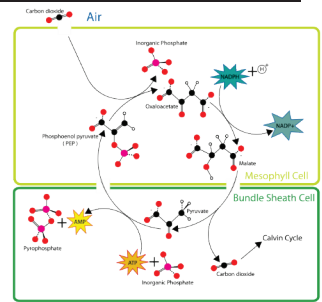
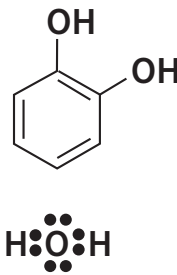
**Eksempler på illustrationsmodeller:**



Where is Earth's Water?



**Eksempler på symbolmodeller:**



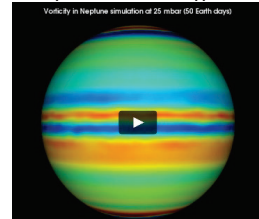
$E=mc^2$        $KAlSi_3O_8$

**Eksempler på verbale modeller:**



**Eksempler på simuleringsmodeller:**

**Computersimulering:**



**Rollespil:**



**Figur 1.** Eksempler på forskellige typer af modeller. Der bør abstraheres fra at denne illustration i sig selv er en illustrationsmodel af eksempler på modeltyperne konkrete modeller, illustrationsmodeller, symbolmodeller, verbale modeller og simuleringmodeller. Se endvidere teksten for uddybning.

## Hvorfor modeller og modellering?

Arbejdet med modeller og modellering i naturfagsundervisningen rækker videre end blot at tilegne sig viden om naturfaglige sammenhænge gennem studiet af modeller. Det handler også om at bruge modeller som en måde hvorpå man kan udtrykke sin viden om og forståelse af verden.

Det er således generelt væsentligt at have færdigheder i modellering i de naturvidenskabelige fag, men forståelse for modellernes rolle i naturvidenskaben er også væsentlig i et almindelsesperspektiv (Michelsen, 2016). Endvidere argumenterer Windschitl et al. (2007) for at det at skabe, afprøve og revidere naturfaglige modeller støtter læring om undersøgelse i naturfag, og i antologien *Metoder i naturfag* (Tougaard & Kofod, 2009) er undersøgelse af verden med modeller en af fem undersøgelsesmetoder. Her rammer arbejdet med modeller både undersøgelses-, modellerings- og perspektiveringskompetencerne. Det er derfor også tydeligt at der er forskel på modeller og modellering. En model er resultatet af en modelleringsproces hvor et fænomen eller en situation struktureres og herefter modelleres vha. naturvidenskabelige redskaber (Michelsen, 2016). Modelleringskompetencen er hos Andersen et al. (2003) karakteriseret ved verberne problemformulere, opstille, skelne (mellem model og virkelighed), reducere, analysere, præcisere, anvende (hensigtsmæssigt), verificere, falsificere, bestemme (kausaltitet), kritisere og videreudvikle. Modeller kan derfor jf. ovenstående være en del af undersøgelseskompetencen, hvor modeller anvendes til at tilvejebringe data. Modellering er ifølge Christiansen (2013) selve den proces der ligger mellem "data" og model, inkl. de tanker, overvejelser, argumenter mv. der inddrages i fasen.

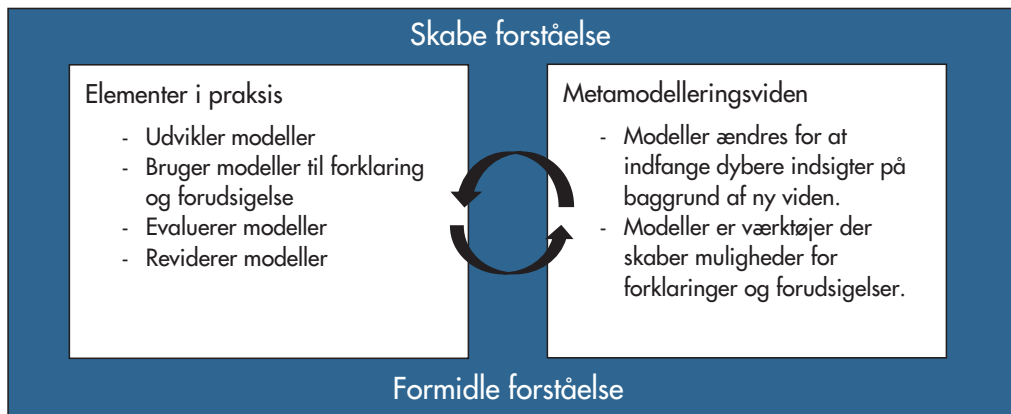
I undervisningen kan der opereres med videnskabelige modeller og pædagogiske modeller. Men her mener Belarmino (2017) at alle modeller der anvendes i skolens naturfagsundervisning, er pædagogiske modeller, fordi han definerer videnskabelige modeller som de modeller der anvendes af det videnskabelige samfund til at hjælpe sine medlemmer med at løse problemer og guide fremtidig forskning, mens pædagogiske modeller defineres som de modeller der anvendes af uddannelsessamfundet til at lære eleverne om gældende overbevisning hos det videnskabelige samfund (Belarmino, 2017). De pædagogiske modeller involverer en oversættelse hvorved dybde, stringens, og kompleksitet ofres af hensyn til basal forståelse (Belarmino, 2017). En torso i plast, som kendes fra biologiundervisningen, er således ikke en videnskabelig model, men en pædagogisk model der på (pædagogisk vis) kan hjælpe eleven til en forståelse af væsentlige organers placering i den humane krop og deres indbyrdes sammenhæng. I en undervisningssituation er modeller derfor ofte kun værktøjer der skal hjælpe eleven til bedre at forstå verden eller til at kommunikere en forståelse af verden til andre.

Sanne Schnell Nielsen påpeger at der i undervisningen bør være fokus på modeller og modellering både som produkt og proces (Nielsen, 2015). En model vil dog i

forbindelse med naturfagsundervisningen kunne have forskellig funktion alt efter om funktionen bedømmes fra en underviser- eller en elevvinkel.

Det er naturligvis vigtigt at eleverne lærer at anvende, udvælge, afkode, vurdere og udvikle/designe modeller i forbindelse med naturfagsundervisningen. Men det er også vigtigt at eleverne har en generel forståelse for metamodeltering, altså en forståelse af modellers karakter, modellers rolle og selve modelleringsprocessen (se endvidere Schwarz et al., 2009).

Schwarz et al. (2009) har udviklet en model for hvad de kalder modelleringspraksis (se figur 2). I denne model kombineres fire praksiselementer med to typer metamodelleringsviden med henblik på at tilfredsstille to hovedformål: 1) at skabe forståelse og 2) at kunne formidle denne forståelse.



Figur 2. Modelleringspraksis. Efter Schwarz et al. (2009), s. 637, Figure 2. Egen oversættelse.

Rækkefølgen af de fire praksiselementer kan opleves som en logisk rækkefølge. Den skal dog ikke opfattes som en procedure, men som elementer der på forskellig vis indgår i praksis. Udvikling af modeller forstås hos Schwarz et al. (2009) som måder at organisere sin viden på så man forstår fænomener, processer og sammenhænge. Dette kan ske sprogligt, praktisk, med visualiseringer og/eller med gestik (kropsligt) og åbner dermed flere veje til at stimulere elevernes ræsonnementer og argumentation.

En naturlig følge af dette er at eleverne med deres modeller støtter forklaringer af det faglige indhold de beskæftiger sig med, og at de udfordrer modellen, fx med en fremskrivning eller "Hvad nu hvis ..." -spørgsmål. Gruppediskussioner stimulerer denne proces og kan føre frem til vurdering af modellen og dermed afdække behov for at ændre den og/eller for at videreudvikle den. Diskussionerne drejer sig om elevernes forståelse af det faglige de beskæftiger sig med. Modellen er det konkrete udtryk for denne forståelse, og i takt med at deres egen forståelse ændres, må også modellen ændres.

Dermed bevæger vi os naturligt over i metamodelleringsviden, idet bevidstgørelsen om sammenhængene mellem forståelse og model versus ny forståelse og ændret model er vigtige og generelle erkendelser om modeller og naturvidenskabelig viden. En anden vigtig erkendelse som indgår i denne modelleringspraksis, er at modeller er redskaber med hvilke vi kan forklare fænomener, processer og sammenhænge for andre, og at vi med modeller har muligheder for at forudsige og dermed potentielt at komme til nye forståelser og indsigter.

Det fremgår af ovenstående at forståelse af det faglige indhold man beskæftiger sig med, er et gennemgående træk, og dermed bliver det også et hovedformål for modelleringen.

De kommunikative aspekter har to ben, nemlig en intern kommunikation, som er den der foregår i gruppen (eller som en individuel mental dialog) når den forståelse der kan skabes konsensus om, forhandles. Det andet ben er en ekstern kommunikation (formidling) rettet mod andre, som igen vil åbne muligheder for dialog og dermed for afprøvning og evt. udvikling af ny viden.

Hvad der kan inkluderes i modelleringsprocessen (og modelleringskompetencen), afhænger af hvordan man definerer modellering. Vil man lade dataindsamlingen der går forud for skabelsen af en model, være en del af modelleringsprocessen, som hos Louca & Zacharia (2012) og Prins et al. (2016)? Eller foretrækker man en snævrere definition af modelleringen hvor dataindsamling ikke indgår, som fx hos Schwarz et al. (2009) og Levy (2015)? I denne artikel tilslutter vi os den sidstnævnte snævrere modelleringsdefinition, og samtidig mener vi at metamodellering bør spille en central rolle i undervisning af eleverne.

For at sikre elevernes tilegnelse af modelleringskompetence bliver det væsentligt at have fokus på kvalificering af elevernes anvendelse af modeller gennem dialog med eleverne om udvælgelse, afkodning, vurdering og udvikling af modeller. Prøvevejledningen (Undervisningsministeriet, 2018d) tilbyder inspiration til dette arbejde.

## Modeller og modellering på udvalgte skoler

Dataindsamling for denne artikel baserer sig fortrinsvis på ni semistrukturerede interviews der havde som mål at afdække hvordan de medvirkende folkeskolelærere havde arbejdet med modeller og modellering i henholdsvis biologi, fysik/kemi og geografi, herunder lærernes umiddelbare viden om (og brug af) forskellige modeltyper. Interviewene blev i løbet af anden halvdel af 2018 gennemført på i alt ni skoler som geografisk fordeler sig fra hovedstadsområdet over Midtsjælland til den sydlige del af Region Sjælland.

Forud for interview af lærerne var der indgået aftaler om deres deltagelse med skolernes ledelse, og i projektgruppen havde vi udarbejdet en interviewguide bl.a. for

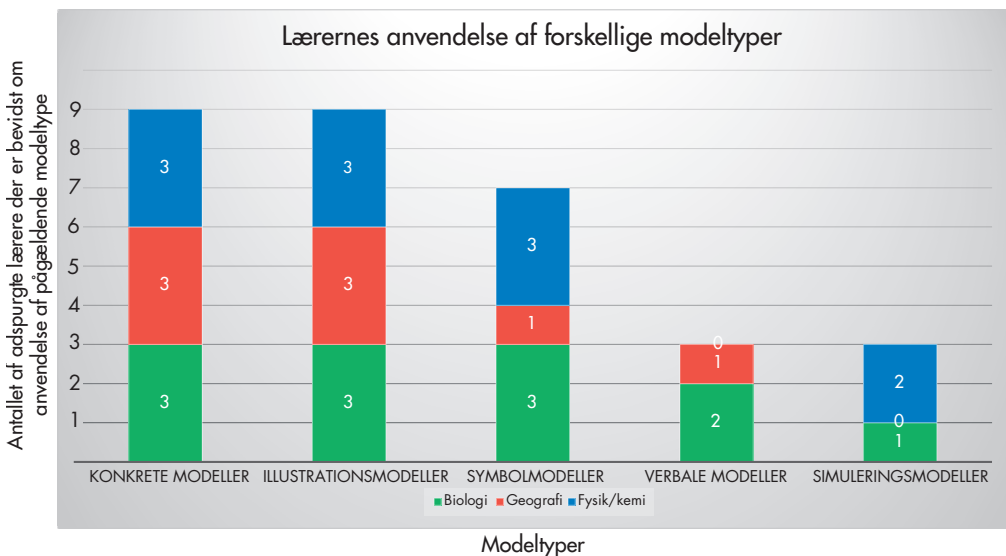


at skabe et så ensartet datamateriale som muligt. Interviewenes omfang varierede mellem ca. 20 minutter og ca. 50 minutter. Nedenfor præsenteres de væsentligste resultater fra disse interviews.

### Lærernes brug af modeltyper

På baggrund af interviews med lærerne har vi udarbejdet en oversigt (se figur 3) over hvilke af de fem typer af modeller (konkrete modeller, illustrationsmodeller, symbolmodeller, verbale modeller og simuleringsmodeller, jf. Ringnes & Hannisdal (2006)) lærerne selv siger de anvender, og dermed er bevidste om. Det er langt fra alle lærere der bruger disse modelbetegnelser, men vi har tolket deres udsagn og derudfra grupperet dem i ovenstående fem kategorier.

Hvis en lærer fx siger at de har anvendt fysiske modeller, eller mere konkret refererer til et undervisningsforløb hvor eleverne i forskellige materialer har produceret en model af en dyrecelle, vil vi kategorisere disse som konkrete modeller. På tilsvarende vis vil beskrivelser af modeller som en tegning, anvendelse af kort i undervisningen eller at elever i bøger finder forskellige udgaver af nitrogens kredsløb, alle henregnes til illustrationsmodeller. På denne måde har vi gennemlyttet alle interviews og er kommet frem til nedenstående fordeling (figur 3).



**Figur 3.** I interviewene giver de adspurgte lærere udtryk for hvorvidt konkrete modeller, illustrationsmodeller, symbolmodeller, verbale modeller og simuleringsmodeller anvendes i deres naturfagsundervisning. Ovenfor er udelukkende medtaget data fra de interviews hvor det er tydeligt at de interviewede repræsenterer et af overbygningens naturfag. Data er baseret på tre besvarelser fra både biologilærere, geografilærere og fysik/kemilærere, ni i alt.

Alle interviewede faglærere (se figur 3) giver udtryk for at konkrete modeller og illustrationsmodeller indgår i deres naturfagsundervisning. Syv ud af ni lærere er bevidste om at symbolmodeller indgår i deres naturfagsundervisning, mens kun tre af de ni interviewede lærere tilkendegiver brug af henholdsvis verbale modeller og simuleringmodeller.

Eksempelvis siger en lærer under interview:

“... altså i forhold til modellering, så er ... prøver jeg både at bruge ... øh, de talte modelleringer, altså analogier, sådan så alle er med ...” (Biologilærer, skole 5)

Det tolker vi som at den pågældende lærer har kendskab til og er bevidst om anvendelsen af verbale modeller i undervisningen. Men det er altså kun tre af de ni interviewede lærere der giver udtryk for brug af verbale modeller.

Tre lærere tilkendegiver at simuleringmodeller er en del af deres undervisning, og en fysiklærer udtaler følgende:

“Jeg vil sige, det er nok mere når jeg er ovre i simuleringer – hvordan er layouten, hvad er det den skal vise (...) Hvad betydning har denne simulering ... specielt omkring atomreaktorer, der vil jeg gå i dybden med hvad det betyder når jeg sænker de her stænger ned i reaktoren” (Fysik/kemilærer, skole 8)

At konkrete modeller og illustrationsmodeller er en del af alle interviewede læreres naturfagsundervisning, er ikke overraskende da netop disse to modeltyper traditionelt i stor stil har været en del af folkeskolens undervisning, fx gennem lærebøger der rummer mange illustrationsmodeller, og naturfagslokalet med sine konkrete modeller. Både konkrete modeller og illustrationsmodeller kan ses som anvendelige værktøjer til at støtte tilegnelsen af faglig viden, og som sådan bliver disse modeltyper nemt en naturligt integreret del af undervisningen.

Kun syv ud af ni lærere er bevidste om at symbolmodeller anvendes i deres naturfagsundervisning. At vi mener at dette er et lavt tal, hænger sammen med at vi formoder at der reelt er tale om at alle anvender symbolmodeller. Symbolmodeller er jo overalt i vores kommunikation: Tallet 7 er et symbol,  $H_2O$  er et symbol, og ordet hest er et symbol på dette pattedyr.

At kun tre af de ni interviewede lærere er bevidste om at verbale modeller indgår i deres naturfagsundervisning, kan skyldes at lærerne ikke er bevidste om deres egen og/eller elevernes brug af verbale modeller. En klasse- eller gruppedialog vil gennem idéudveksling og argumentation kunne rumme verbale modeller om det felt man beskæftiger sig med, og kan dermed også være en del af modellering som proces. En

sandsynlig årsag til den lave score kan være at selve definitionen af verbale modeller ikke står klart for hverken lærere eller elever. Der er eksempler på at lærere og elever opfatter det at forklare fx en illustrationsmodel med ord som en verbal model. Men en verbalisering er ikke nødvendigvis lig med en verbal model. Der kan fx være tale om verbalisering som symbolmodel eller som læringsstrategi med henblik på at fremme elevernes forståelse af abstrakt naturfagsundervisning.

Digitale simuleringsmodeller er muligvis ikke en integreret del af naturfagsundervisningen fx som en undersøgelsesmetode. Det kan skyldes at brug af computere i naturfagene er begrænset til anvendelse i forbindelse med de digitale læringsportaler og tekstbehandlingsprogrammer som Word og PowerPoint/Prezi. De fysiske simuleringer af fx vandets kredsløb, pladetektonik eller aflejringer og erosion i en mæandrerende flod opleves måske ikke som en simulering, men alene som en illustrativ aktivitet. Simuleringsmodeller i form af rollespil har også fundet sted i naturfagsundervisningen, men det er usikkert om lærerne opfatter disse som simuleringsmodeller. En tredje forklaring kunne være at en undersøgende/afprøvende tilgang til at arbejde med det faglige stof ikke er særlig udbredt. I det omfang simuleringsmodeller, digitale såvel som fysiske, har indbyggede muligheder for at ændre på elementer i dem, vil de i sig selv opfordre til manipulerende undersøgelser og vil dermed også kunne være igangsættende for og en del af en modelleringsproces. Geografi har som det eneste fag indskrevet simulering i to færdighedsmål, men i vores undersøgelse var geografi det eneste fag hvor simuleringsmodeller ikke indgik.

### *Lærernes brug af modeller og modellering i undervisningen*

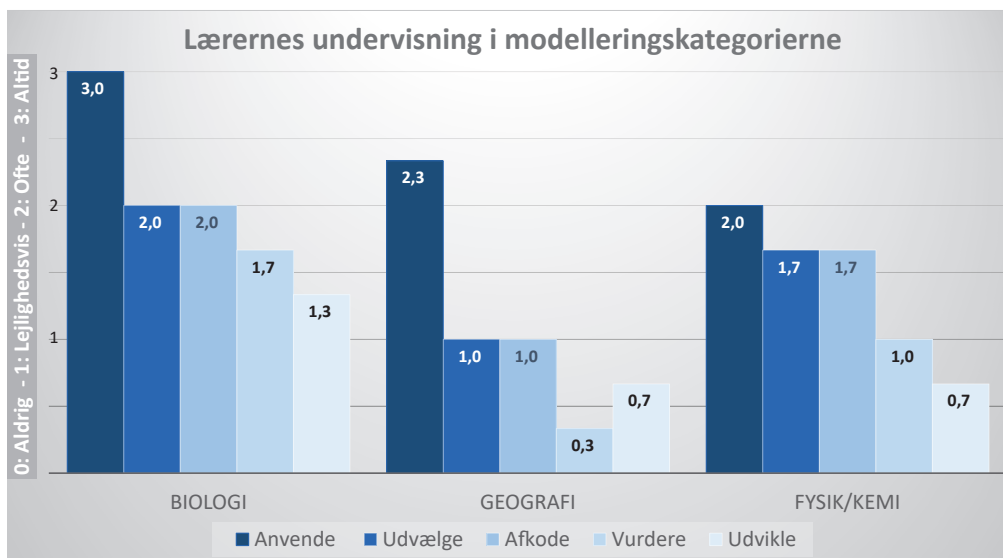
I interviewene har vi spurgt ind til fem kategorier inden for modelleringskompetencen, nemlig anvende, udvælge, afkode, vurdere og udvikle/designe modeller. Disse fem kategorier repræsenterer den samlede spændvidde i modelleringen i Fælles Mål for naturfagene i udskolingen, og det er gennem disse fem kategorier kompetencemålene udfoldes. Vores undersøgelse tager således afsæt i hvad man kan forvente indgår i undervisningen når der arbejdes efter de officielle retningslinjer (Undervisningsministeriet, 2018a, 2018b & 2018c).

På baggrund af interviews udarbejdede vi en firetrinsskala til angivelse af i hvilket omfang lærerne mente at de fem modelleringskategorier indgik i deres naturfagsundervisning (se figur 4). Da det netop er lærernes eget syn på og bevidsthed om omfanget af at henholdsvis anvende, udvælge, afkode, vurdere og designe modeller i naturfagsundervisningen vi er interesserede i, vil en bedømmelse af hvad der rent faktisk skete i undervisningen, ikke være en del af vores fokus.

Graduering	Score	Forklaring
Altid	3	Det er altid med i lærerens overvejelser og for det meste en del af undervisningen.
Ofte	2	Læreren giver udtryk for at det ofte er en del af overvejelserne såvel som undervisningen.
Lejlighedsvis	1	Læreren giver udtryk for at det indimellem indgår i undervisningen.
Aldrig/ikke	0	Læreren er eksplicit om at det ikke indgår i overvejelserne/ undervisningen, eller det er tydeligvis fraværende i interviewet.

**Figur 4.** De fire anvendte gradueringstrin for modelleringskategorier i undervisningen.

Selvom ovennævnte kategoriseringer kan synes arbitrær (hvor går grænsen fx mellem "lejlighedsvis" og "ofte?"), og vores empiriske grundlag er yderst beskedent, mener vi at vi alligevel kan spore at enkelte af de fem modelleringskategorier står stærkere i de adspurgte læreres bevidsthed end andre (se figur 5).



**Figur 5.** De interviewede læreres egne oplevelser af i hvilket omfang arbejdet med elevernes anvendelse, udvælgelse, afkodning, vurdering og design af modeller indgår i deres naturfagsundervisning, fordelt på fagene. Diagrammet illustrerer den gennemsnitlige score for henholdsvis biologi-, geografi- og fysik/kemilærerne baseret på gradueringsgraderne i figur 4.

Blandt de interviewede lærere synes *at anvende modeller* at forekomme oftere i undervisningen end de fire andre kategorier i alle tre naturfag. Den indbyrdes placering af kategorierne *udvælge modeller*, *afkode modeller*, *vurdere modeller* samt *udvikle/designe modeller* er behæftet med stor usikkerhed da datagrundlaget er begrænset.

Antydningssvis ses dog en forskel mellem de tre naturfag i hvor hyppigt de fem modelleringskategorier indgår i undervisningen. Da lærebøger i geografi i folkeskolen traditionelt indeholder talrige modeller, har det overrasket os at geografi scorer forholdsvis lavere end biologi i alle fem kategorier og lavere end fysik/kemi i tre ud af fem kategorier. Dette bør være et opmærksomhedspunkt i den videre forskning.

Det er svært at forestille sig modellering uden anvendelse af modeller; dermed er denne modelleringskategoris høje scorer måske ikke så overraskende. I et statusnotat om indførelse af den nye fælles prøve i fysik/kemi, biologi og geografi konkluderer Krogh et al. (2018) at prøven i stor udstrækning er en udprøvning af elevernes evne til at bruge (anvende) præfabrikerede modeller til faglig forklaring. Der tegner sig desuden et billede af at eleverne i stor udstrækning mestrer de aspekter af modelbrug som undervisningen og lærerne har haft fokus på.

Dette billede genfinder vi blandt nogle af de interviewede lærere:

“Af tilgange til undervisningen hvor eleverne enten udvælger, afkoder, vurderer, anvender eller udvikler modeller, har det at anvende modeller været det primære. Der har ikke været meget hvor eleverne udvikler egne modeller” (Geografilærer, Skole 1)

Lærerne er også opmærksomme på at eleverne udvælger modeller. Eksempelvis siger en lærer under interview:

“Der stiller jeg jo mange spørgsmål til hvorfor de har valgt lige præcis den de har. Eks.: En meget forsimplet model af bjergkædedannelse – stillede mange spørgsmål til valget af model for at sikre at det ikke bare var den første på Google-listen. I F/K megen snak omkring modeller af atomkerne; der er de mere nøjagtige modeller af atomkerne, og der er de simple som er til at overskue og forstå. Det første spørgsmål vil være: Hvorfor har I valgt den frem for en anden? Det er altid det første spørgsmål når vi arbejder med modeller, så der er ikke noget rigtigt eller forkert” (Fysik/kemilærer, Skole 9)

Modelleringskategorierne *afkode*, *vurdere* og *udvikle/designe modeller* prioriteres tilsyneladende lavt af de deltagende lærere.

En fysik/kemilærer beskriver sit arbejdet med kategorien *udvikle/designe modeller* på følgende måde:

“... Efter jeg har vist nogle videoklip og forklaret lidt, og de selv har læst, skal de omsætte det hele til deres egen model.” (Fysik/kemilærer, Skole 7)

Videre lyder det:

“... Vi tog modellervoks og lavede pladetektonik og vulkaner; det er som at se en børnehaveklasse når de får det i hånden. De elsker det. Den der oplevelse med at forme det, de nusser meget mere med det end man tror.” (Fysik/kemilærer, Skole 7)

Det kan antyde to mulige årsager til at nogle lærere undlader dette aspekt, nemlig at det 1) tidsmæssigt ofte er mere krævende at lade eleverne udvikle deres egne modeller end at få dem til at forklare præfabrikerede, og 2) at der efter lærerens mening nemt “går for meget billedkunst i den”.

En forklaring på lærernes manglende opmærksomhed på denne kategori kan eventuelt findes i følgende citat:

“... har ikke tidligere i undervisning ladet eleverne udvælge, vurdere eller udvikle (producere) modeller. Det er egentlig ikke fordi tanken har været at det er for svært at lade eleverne producere modeller, det har bare ikke været med inde i overvejelserne” (Geografilærer, Skole 2)

Fravalget af andet end at anvende modeller kan bero på at “det bare ikke har været med i overvejelserne”, men det afskærer eleverne fra at udvikle væsentlige elementer af modelleringskompetencen. Set i forhold til modellen for modelleringspraksis er det langt overvejende anvendelse af modeller til forklaring vi er stødt på. Anvendelse af modeller til forudsigelse er dog fundet i et enkelt tilfælde hvor en lærer beretter om et tidligere gennemført forløb:

“(...) og så skulle de plotte det ind i en graf, og så kan man jo så sige at (...) der er en tendens i den graf her (...) befolkningstallet er gået opad, men så går det måske også langsommere og langsommere opad så det ligesom er en graf der flader af. (...) hvad kan vi ud fra det (...) evt. komme med nogle forudsigelser for hvordan tænker vi grafen ville se ud, hvis vi henter tallene for de næste 20 år også (...)?” (Geografilærer, Skole 3)

Gennem ovennævnte citater får vi en idé om at arbejdet med modeller er tæt knyttet til den faglige sammenhæng de skal indgå i. Logisk set må valget af model bero på en forudgående afkodning og vurdering af dens anvendelighed.

En anden måde at arbejde med forståelsen af det faglige på er, på struktureret vis, at veksle mellem sproglige formuleringer og visuelle udtryk. Det fortæller en anden lærer om:

“(…) der læste de om kredsløb uden at have modellen ved siden af sig, og så skulle de så selv lave modeller (….) og så (….) de afleverede deres modeller (….) ugen efter fik de modellen af det de havde læst sidst (….) og skulle så lave beskrivelsen (….) da de så havde lavet beskrivelsen af den her model, så skulle de (….) sammenholde deres egen model med deres egen beskrivelse og se (….) hvordan de kunne holde det op mod hinanden (….) jeg syntes selv det var en sjov opgave, jeg tror ikke eleverne syntes det var særlig sjovt (….) de syntes det var enormt svært (….)” (Biologilærer, skole 5)

Her ser vi eksempler på at eleverne udvikler modeller med henblik på at forstå det faglige stof de beskæftiger sig med. Det fremgår ikke af interviewene i hvilket omfang deres modeller bliver genstand for diskussioner, afprøvninger og evt. modificeringer som følge heraf. At eleverne efter lærerens mening har været udfordrede, kunne indikere at de netop har måttet arbejde med at udvikle deres forståelse og dermed også deres sproglige og visuelle udtryk.

For så vidt angår metamodeleringsviden, har det ikke været ekspliciteret i nogen af interviewene.

En generel problematik der relaterer sig til inddragelse af de fem kategorier af modellering – anvende, udvælge, afkode, vurdere og udvikle/designe modeller – går på i hvilken grad lærerne i deres undervisning overhovedet havde fokus på modelleringskompetencen, og hvordan fagsamarbejdet med de andre naturfag i forhold til elevernes arbejde med modeller og modellering var.

I de gennemførte interviews registrerede vi især to årsager til lærernes manglende fokus på arbejdet med modelleringskompetencen:

1. Lærerne arbejder kun fokuseret med modelleringskompetencen når der bliver arbejdet med fællesfaglige fokusområder, hvilket støttes af følgende udsagn:

“... så på den måde når vi har det fælles faglige. Det er ikke rigtig noget vi gør når vi har fagene.” (Fysik/kemilærer, Skole 7)

“... og der får vi modeller ind fra alle fagene med forskellige vinkler. Jeg tror fx ikke de har haft muligheden for at udvikle modeller der repræsenterer flere fag på samme tid – det kunne man måske godt tænke ind i nogle af tingene” (I arbejdet med fællesfaglige fokusområder) (fysik/kemilærer, Skole 8)

2. Lærerne har ikke haft fokus på arbejdet med modelleringskompetencen fordi arbejdet med undersøgelseskompetencen har været den store udfordring, og dermed blev fokus lagt der, hvilket støttes af følgende udtalelser fra lærerinterviews:

“Jeg har måske ikke haft helt så meget fokus på decideret modelleringskompetencen. Den har nok været lidt glemt i forhold til de andre kompetencer, som undersøgelseskompetencen er klart den vi har haft mest fokus på fordi den skiller sig så meget ud fra det der tidligere har været” (Fysik/kemilærer, Skole 8)

“... her på skolen har der været tradition for at vi har arbejdet meget med deres undersøgelseskompetence. Og så er der blevet snakket rigtig meget kommunikation med dem fordi vi arbejder meget intensivt med dem på at de skal bruge ordene korrekt. Modeleringskompetencen bliver der ikke snakket ret meget om, heller ikke i lærerteamet, så der er der ikke noget samarbejde på tværs af fagene” (Fysik/kemilærer, Skole 9)

## Diskussion/konklusion

Ved alle gennemførte interviews gav lærerne udtryk for at konkrete modeller og illustrationsmodeller indgår i deres naturfagsundervisning, mens symbolmodeller i syv ud af ni tilfælde indgår. Dette er samstemmende med de modeltyper der finder anvendelse i den fælles naturfaglige prøve hvor der er en klar overvægt af illustrationsmodeller med et tilskud af symbolmodeller (Krogh et al., 2018). De modeltyper der i sig selv appellerer mest til elevernes aktive deltagelse, finder den laveste anvendelse.

Forståelse af modelbegreb og modeltyper kan dog være afhængig af forskellige fagtraditioner i de enkelte naturfag (se fx Justi & Gilbert, 2002). Hos os indgik simuleringsmodeller i undervisningen hos to af tre fysik/kemilærere og hos én af tre biologilærere mens ingen af de tre geografilærere gjorde opmærksom på at simuleringsmodeller indgik i deres undervisning.

Vi søgte blandt de interviewede lærere at afdække i hvilken udstrækning *anvendelse, udvælgelse, afkodning, vurdering* samt *udvikling* af modeller indgik i deres naturfagsundervisning. Hertil kommer at det ikke er sikkert at lærerne i deres svar havde entydigt fokus på elevernes anvendelse, udvælgelse, afkodning, vurdering eller udvikling af modeller. Der kunne jo lejlighedsvis være tale om fx lærernes *egen* udvælgelse og anvendelse af modeller i forbindelse med at gennemføre undervisningen. Denne problematik kræver yderligere undersøgelser.

Det virker dog som om anvendelse af modeller står stærkest i de interviewede læreres undervisning. I det omfang anvendelse af modeller er ensbetydende med at støtte forklaringer af faglige sammenhænge, ser det således ud til at andre af de elementer der indgår i modellen for modelleringspraksis (Schwarz et al., 2009), er svagt repræsenteret i vores resultater.

Dette er i tråd med at elever og lærere, som vist af Krogh et al. (2018), i selve prøve-situationen har størst fokus på at forklare fænomener og sammenhænge ved hjælp af



modeller, og ligeledes konkluderes det at prøven i stor udstrækning er en udprøvning af elevernes evne til at bruge (anvende) præfabrikerede modeller til faglig forklaring.

Man kan således argumentere for den antagelse at lærerne netop vægter anvendelse af modeller højt i deres naturfagsundervisning fordi det er det eleverne reelt bliver vurderet på i forbindelse med den mundtlige prøve. Dette støttes også af Krogh et al. (2018), der netop mener at eleverne i stor udstrækning mestrer de aspekter af modelbrug som lærerne i undervisningen har haft fokus på.

Det problematiske er imidlertid at det nok kan være sådan det praktiseres, men forventningen til elevernes kunnen ved prøven rækker videre. Prøvevejledningen

(Undervisningsministeriet, 2018d) udfolder hvordan modelleringskompetencen vurderes, og kommer med konkrete forslag til hvordan eleven kan demonstrere sin modelleringskompetence. De bindende naturfaglige kompetencemål fastslår at eleven skal kunne *anvende, vælge og vurdere* modeller i fysik/kemi, biologi og geografi. Dette kan eleven i prøvesammenhæng demonstrere på to måder:

- Elevens *anvendelse* af modeller, hvor eleven *bruger og/eller tilpasser* forskellige modeller til at *vise sammenhænge* mellem faglige begreber, til at forklare og demonstrere naturvidenskabelige principper eller fænomener eller til at underbygge faglige argumenter.
- Elevens *forståelse af modellering*, hvor eleven demonstrerer sin viden om *naturfaglig modellering og viser de begrænsninger og anvendelsesmuligheder det giver at reducere kompleksitet i en model*.

Især sidstnævnte synes mangelfuld til prøven. Eksempelvis bemærker Krogh et al. (2018) at de kun i ét tilfælde observerede at forholdet mellem en model og virkelighed blev diskuteret, og de bemærker at de aspekter som handler om modellering som proces, var fraværende ved prøverne. Vores interviews med udvalgte lærere peger ligeledes på at forståelse af modellering som proces ikke har den store opmærksomhed i undervisningen.

Så meget desto mere er der brug for at gøre opmærksom på andre aspekter af modelleringsbegrebet. Set i lyset af en snæver fortolkning af modellering (Christiansen, 2003) og Schwarz et al.s. (2009) model for modelleringspraksis ser vi kun få elementer af modellering som proces som en del af undervisningen.

Vi mener at en modelleringspraksis der understreger at modellering er en erkendelsesproces, ville kunne kvalificere elevernes modelleringskompetence så de evner mere end at anvende præfabrikerede modeller til faglige forklaringer.

Lærerne vil med denne praksis få en tydeligere didaktisk retning på begrebet modellering, inkl. metamodellering, med større bevågenhed på en mere afprøvende anvendelse af modeller.

## Perspektivering

Med udgangspunkt i ovenstående er det derfor vores anbefaling at der i grundskolens naturfagsundervisning udvikles en modelleringspraksis der tager udgangspunkt i en snæver fortolkning af begrebet modellering, hvor brug af modeller i visse sammenhænge ikke er en del af modelleringskompetencen (jf. afsnittet "Hvorfor modeller og modellering?" ovenfor). Særligt fokus bør der være på at adskille undersøgelse med modeller, hvor hovedsigtet er at støtte tilegnelse af viden, fra modellering som proces, hvor hovedsigtet er at udvikle forståelse.

Vi ser derfor et behov for at udvikle et koncept til kompetenceløft af grundskolelærere inden for modellering med særligt fokus på modellering som proces og metamodelleringskompetencen, hvor målet er at forbedre modelleringsundervisningen i deltagende læreres klasser og sikre kapacitetsopbygning på deres skoler gennem en intervenerende indsats.

## Referencer

- Andersen, N.O., Busch, H., Troelsen, R. & Horst, S. (2003). *Fremtidens naturfaglige uddannelser*. Uddannelsesstyrelsens temahæfteserie, nr. 7, 2003. København: Undervisningsministeriet.
- Belarmino, J.J. (2017). *Exploring the Nature of Models in Science, Philosophy of Science, and Science Education*. Unpubl. Ph.d.-afhandling. University of Illinois at Urbana-Champaign.
- Black, M. (1962). *Models and Metaphors: Studies in Language and Philosophy*. New York: Cornell University Press.
- Bokulich, A. & Oreskes, N. (2017). Models in the Geosciences. I: L. Magnani & T. Bertolotti (red.), *Springer Handbook of Model-Based Science* (s. 891-911). Springer International Publishing.
- Busch, H., Horst, S. & Troelsen, R. (red.). (2003). *Inspiration til fremtidens naturfaglige uddannelser*. Uddannelsesstyrelsens temahæfteserie, nr. 8, 2003. København: Undervisningsministeriet.
- Brandt, H. & Johansen, B.L. (2014). Modeller i naturfagsundervisningen. Webantologi: *Introduktion til naturfagsdidaktik*. Set på: [https://astra.dk/sites/default/files/Modeller%20i%20naturfagsundervisningen%20\\_HB\\_BLI\\_0.pdf](https://astra.dk/sites/default/files/Modeller%20i%20naturfagsundervisningen%20_HB_BLI_0.pdf).
- Chamizo, J.A. (2013). A New Definition of Models and Modeling in Chemistry's Teaching. *Science & Education*, 22(7), s. 1613-1632.
- Christiansen, J.L. (2013). Kompetenceorienteret naturfagsundervisning. I: J.L. Christiansen, N.J. Hansen, J. Madsen & B. Lindhardt (red.), *KOMPIS – Kompetencemål i praksis. Dansk, matematik og naturfag 2009-2012* (s. 29-39). University College Sjælland.
- 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* (s. 59-140). København: Undervisningsministeriet
- Elmose, S. (2007). Naturfaglige kompetencer – til gavn for hvem? *MONA*, 2007(4), s. 49-67.

- Elmose, S. (2010). Hvordan ser en kompetence ud? Evaluering af modelleringskompetencen i natur/teknik-undervisningen – et CAND-projekt. *MONA*, 2010(1), s. 7-31.
- Frigg, R. & Nguyen, J. (2017). Models and Representation. I: L. Magnani & T. Bertolotti (red.), *Springer Handbook of Model-Based Science* (s. 49-102). Springer International Publishing.
- Gelfert, A. (2017). The Ontology of Models. I: L. Magnani & T. Bertolotti (red.), *Springer Handbook of Model-Based Science* (s. 5-23). Springer International Publishing.
- Gilbert, S.W. & Ireton, S.W. (2003). *Understanding Models in Earth and Space Science*. Arlington, VA: NSTA Press.
- Halloun, I.A. (2004). *Modeling Theory in Science Education*. Kluwer Academic Publishers.
- Harrison, A.G. & Treagust, D.F. (2000). A Typology of School Science Models. *International Journal of Science Education*, 22(9), s. 1011-1026.
- Justi, R. & John Gilbert, J. (2002). Teachers' Views on the Nature of Models. *International Journal of Science Education*, 25(11), s. 1369-1386.
- Kenyon, L., Davis, E.A. & Hug, B. (2011). Design Approaches to Support Preservice Teachers in Scientific Modeling. *Journal of Science Teacher Education*, 22(1), s. 1-21.
- Krogh, L.B., Daugbjerg, P., Ormstrup, I.C.N., Clausen, S.W., Nielsen, S.S. & Goldbech, O. (2018). *Statusnotat – evaluering og følgeforskning – Indførelse af den ny fælles prøve i Fysik/kemi, biologi og geografi – prøvens betydning for undervisningens form og indhold*. Rambøll.
- Levy, A. (2015). Modeling without Models. *Philosophical Studies*, 172(3), s. 781-798.
- Michelsen, C. (2016). Den matematiske og naturvidenskabelige dannelse. I: von Oettingen, A. (red.), *Almen dannelse: Dannelsesstandarder og fag* (s. 37-80). København: Hans Reitzels Forlag.
- Louca, L.T. & Zacharia, Z.C. (2012). Modeling-Based Learning in Science Education: Cognitive, Metacognitive, Social, Material and Epistemological Contributions. *Educational Review*, 64(4), s. 471-492.
- Nielsen, S.S. (2015). Fælles Mål og modelleringskompetence i biologiundervisningen – forenkling nødvendig for fortolkning. *MONA*, 2015(4), s. 25-43.
- Ornek, F. (2008). Models in Science Education: Applications of Models in Learning and Teaching Science. *International Journal of Environmental and Science Education*, 3(2), s. 35-45.
- Prins, G.T., Bulte, A.M.W. & Pilot, A. (2016). An Activity-Based Instructional Framework for Transforming Authentic Modeling Practices into Meaningful Contexts for Learning in Science Education. *Science Education*, 100(6), s. 1092-1123.
- Ringnes, V. & Hannisdal, M. (2006). *Kjemi Fagdidaktikk – Kjemi i skolen*. HøyskoleForlaget.
- Schwarz, C.V., Reiser, B.J., Davis, E.A., Kenyon, L., Achér, A., Fortus, D., Schwartz, 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, s. 632-654.

- Soulis, I. & Psillos, D. (2016). Enhancing Student Teachers' Epistemological Beliefs about Models and Conceptual Understanding through a Model-Based Inquiry Process. *International Journal of Science Education*, 38(7), s. 1212-1233.
- Sølberg, J., Bundsgaard, J. & Højgaard, T. (2015). Kompetencemål i praksis – hvad har vi lært af KOMPIS? *MONA*, 2015(2), s. 46-59.
- Tougaard, S. & Kofod, L.H. (red.) (2009). *Metoder i naturfag*. Experimentarium.
- Undervisningsministeriet (2018a). Vejledning til faget biologi. Lokaliseret 25.6.2019 på: <https://www.emu.dk/grundskole/biologi/laeseplan-og-vejledning>.
- Undervisningsministeriet (2018b). *Vejledning til faget fysik/kemi*. Lokaliseret 25.6.2019 på: <https://www.emu.dk/grundskole/fysikkemi/laeseplan-og-vejledning>.
- Undervisningsministeriet (2018c). *Vejledning til faget geografi*. Lokaliseret 25.6.2019 på: <https://www.emu.dk/grundskole/geografi/laeseplan-og-vejledning>.
- Undervisningsministeriet (2018d). *Vejledning til folkeskolens prøver i fagene fysik/kemi, biologi og geografi – 9. klasse af 29.08.2018*. Lokaliseret 25.6.2019 på: <https://www.uvm.dk/folkeskolen/folkeskolens-proever/forberedelse/proevevejledninger>.
- Vasconcelos, C. & Torres, J. (2017). Models in Science and for Teaching Science: Data from an Intervention Programme. *International Journal of Learning and Teaching*, 8(5), s. 308-318.
- Windschitl, M., Thompson, J. & Braaten, M. (2007). Beyond the Scientific Method: Model-Based Inquiry as a New Paradigm of Preference for School Science Investigations. *Science Education*, 92(5), s. 941-967.

## English abstract

*In this paper we investigate teachers' knowledge of models and their work with students' acquisition of modeling competence, based on nine interviews with individual teachers, each representing one of the subjects Biology, Physics/Chemistry, or Geography. We consider the teachers' understanding of models and modeling, and experience of their own knowledge and use of various types of models. Our results are discussed in relation to official ministerial documents and research, and lead us to recommend increased focus in science education on meta-modeling and the process of modeling.*

# Kompetencebehov blandt naturfagslærere i grundskolen



Alexander Secher,  
Rambøll Management  
Consulting



Martin Foldager  
Hindsholm, VIVE – Det  
Nationale Forsknings- og  
Analysecenter for Velfærd

**Abstract:** I foråret 2018 offentliggjorde VLAK-regeringen en ny national naturvidenskabsstrategi der blandt andet indeholder et ønske om fagligt og didaktisk endnu dygtigere lærere i naturfagene. Indeværende artikel gengiver centrale resultater fra den kortlægning af videns- og kompetencebehov blandt naturfagslærerne i grundskolen som Rambøll Management Consulting har gennemført i samarbejde med Københavns Professionshøjskole for Undervisningsministeriet. Baseret på et mix af kvantitative og kvalitative data centreret omkring naturfagslærernes eget perspektiv fremhæves det at der generelt er et behov for og efterspørgsel på fagdidaktisk kompetenceudvikling, ligesom undersøgelsen indikerer at der blandt lærere i natur/teknologi eksisterer et relativt stort behov for målrettet fagfaglig opkvalificering.

## Indledning

VLAK-regeringens nationale naturvidenskabsstrategi adresserer en række udfordringer for det naturvidenskabelige fagområde – blandt andet at for mange børn og unge mangler motivation for naturvidenskab, og for få vælger naturvidenskabelige uddannelser (Undervisningsministeriet, 2018a). Strategien sætter samtidig fokus på betydningen af naturfagslæreres fagfaglige og fagdidaktiske kompetencer til at skabe undervisning der kommer børn og unges nysgerrighed, motivation og faglighed til gode. Et af indsatsområderne i naturvidenskabsstrategien er et ønske om fagligt og didaktisk endnu dygtigere lærere i naturvidenskab. Som en del af dette indsatsområde

---

1 Martin Foldager Hindsholm var ansat i Rambøll Management Consulting fra 2011 til 2019 og var projektleder for kortlægningen af kompetencebehov blandt naturfagslærere i grundskolen som Rambøll har gennemført i samarbejde med Københavns Professionshøjskole på vegne af Undervisningsministeriet.

ønskede regeringen et målrettet og løbende fagligt løft af naturfagslærere i grundskolen.

Med henblik på at styrke vidensgrundlaget for udmøntningen af midler til denne indsats har Rambøll Management Consulting i samarbejde med Københavns Professionshøjskole gennemført en større kortlægning af videns- og kompetencebehov blandt naturfagslærere i grundskolen på opdrag af Styrelsen for Undervisning og Kvalitet (Rambøll & Københavns Professionshøjskole, 2019). Indeværende tema-artikel gengiver centrale resultater fra kortlægningen, som er gennemført fra oktober 2018 til januar 2019. Formålet med artiklen er således *ikke* at bidrage med supplerende, selvstændige analyser eller diskussioner, men snarere at bringe kortlægningens centrale resultater frem i lyset via endnu en kanal og herved bidrage til et kvalificeret grundlag for videre drøftelser om lærerkompetencer – både nu og i fremtiden. Det er prioriteret at formidle de resultater der baserer sig på data tættest på praksis – det vil sige spørgeskema- og interviewdata indsamlet blandt lærere, skoleledere, naturfagsvejledere og øvrige centrale aktører. Artiklens forfattere, Alexander Secher og Martin Foldager Hindsholm, var henholdsvis gennemgående konsulent og projektleder på den førnævnte kortlægning. De har således været ansvarlige for dataindsamlingen ligesom de har været hovedskribenter på kortlægningen.

Det bør fremhæves at resultaterne der vil blive præsenteret nedenfor, ikke baserer sig på objektive vurderinger af lærernes kompetencer. De skal i stedet ses som et udtryk for hvordan naturfagslærerne selv opfatter deres fagfaglige og fagdidaktiske kompetencer. Artiklen tegner således et billede af hvorvidt og på hvilke områder der eksisterer et aktuelt behov for og efterspørgsel på videns- og kompetenceudvikling set fra naturfagslærernes eget perspektiv. Lærerperspektivet suppleres af centrale indsigter fra såvel skoleledere som kommunale forvaltningsrepræsentanter.

Artiklen præsenterer indledningsvist det datagrundlag og de metodiske valg der ligger til grund for de centrale resultater der fremhæves i denne artikel. Herefter udfoldes først centrale resultater relateret til det eksisterende fagfaglige videns- og kompetencebehov blandt naturfagslærere i grundskolen hvorefter fund relateret til fagdidaktiske videns- og kompetencebehov fremhæves. Under begge ligger både en vurdering af naturfagslærernes nuværende viden og kompetencer og en vurdering af efterspørgslen på viden og kompetencer.

## Metode

Den større kortlægning af kompetencebehov blandt naturfagslærerne i grundskolen som Rambøll Management Consulting gennemførte i samarbejde med Københavns Professionshøjskole, tog afsæt i en mixed-methods-tilgang og var konkret baseret på interviews med et ekspert- og interessentpanel, tre spørgeskemaundersøgelser,

interviews med naturfagslærere, elever, naturfagsvejledere, skoleledere samt naturfagskoordinatorer og en systematisk videnskortlægning omkring virkningsfulde kompetenceudviklingsindsatser målrettet naturfagslærere i grundskolen (Rambøll & Københavns Professionshøjskole, 2019).

Af hensyn til artiklens omfang og for at fokusere på de resultater der tager afsæt i data tættest på praksis, er artiklen primært baseret på de kvantitative spørgeskema-data og kvalitative interviewdata<sup>2</sup>. Disse beskrives uddybende nedenfor.

### *Kvantitative data*

Det kvantitative datagrundlag består af data fra tre spørgeskemaundersøgelser: en blandt lærere i naturfagene, en blandt skoleledere og en blandt naturfagskoordinatorer eller andre forvaltningsrepræsentanter i de kommunale forvaltninger. Tabellen nedenfor angiver både svarprocenter og antal besvarelser i de tre spørgeskemaundersøgelser.

Målgruppe	Antal inviterede	Antal svar	Svarprocent
Forvaltningsrepræsentanter	98	71	72
Skoleledere	1.774*	667	38
Naturfagslærere	2.459 (3,7/skole)	1.108	45

**Tabel 1.** *Oversigt over svarprocenter.*

Note: \*Der er frafaldet 6 skoler i spørgeskemaundersøgelsen fordi de falder uden for målgruppen ved enten at være 10. klassecentre, erhvervsskoler eller internationale skoler uden dansktalende lærere.

Spørgeskemaundersøgelsen blandt kommunale forvaltninger er gennemført heldækkende. Alle landets kommuner er således blevet inviteret til at deltage i undersøgelsen. Som det fremgår af tabellen, har forvaltningsrepræsentanter fra 71 af landets 98 kommuner deltaget, hvilket giver en svarprocent på 72.

Spørgeskemaundersøgelserne til henholdsvis skoleledere og naturfagslærere er gennemført heldækkende på skoleniveau hvor samtlige skoleledere i folkeskolen såvel som skoleledere på fri- og privatskoler (0.-9. klasse) er blevet inviteret til at deltage i undersøgelsen. Som det fremgår af tabellen, har 667 ud af 1.774 kontaktede skoleledere deltaget i undersøgelsen, hvilket giver en svarprocent på 38.

Naturfagslærerne er blevet inviteret til at deltage i spørgeskemaundersøgelsen gennem et selvoprettelseslink som de har fået distribueret via deres skoleleder. Det

<sup>2</sup> Interviews med medlemmer af ekspert- og interessentpanelet inddrages således ikke, og den systematiske videnskortlægning omkring virkningsfulde kompetenceudviklingsindsatser inddrages kun i begrænset omfang og med et perspektiverende sigte.

er derfor ikke muligt at opgøre præcist hvor mange naturfagslærere der faktisk har modtaget en invitation til spørgeskemaundersøgelsen. Det mest realistiske bud er at antallet af ledere der har videresendt invitationen til naturfagslærerne, maksimalt svarer til antallet af ledere der selv har valgt at deltage i undersøgelsen. Med dette afsæt er der sammenlagt 1.108 ud af omtrent 2.459 naturfagslærere der har deltaget i undersøgelsen, hvilket giver en svarprocent på 45.

De relativt lave svarprocenter blandt skoleledere og naturfagslærere betyder at generaliseringer til den resterende population af skoleledere og naturfagslærere skal ske med en vis grad af forsigtighed. Det kan således ikke afvises at naturfagslærere og ledere i stikprøverne systematisk adskiller sig fra ledere og naturfagslærere der ikke har deltaget i undersøgelsen. Man kan eksempelvis forestille sig at det særligt er skoler og naturfagslærere der er meget optaget af naturfagsområdet, der vælger at deltage i spørgeskemaundersøgelsen. Denne risiko for systematiske forskelle mellem naturfagslærere er dog relativt begrænset, dels fordi der er etableret et meget stort respondentgrundlag, dels fordi det som en del af udsendelsesprocessen er sikret at naturfagslærerne på de enkelte skoler er udvalgt tilfældigt. I udsendelsesprocessen har vi samtidig prioriteret at sikre en ligelig repræsentation af de fire naturfag således at analyserne giver et samlet billede af videns- og kompetencebehov blandt naturfagslærere i grundskolen på tværs af de fire naturfag. Det afspejler sig ved at 44 pct. af de deltagende naturfagslærere underviser i biologi, 42 pct. af lærerne underviser i fysik/kemi, 44 pct. af lærerne underviser i geografi, og 46 pct. af lærerne underviser i natur/teknologi<sup>3</sup>.

### *Kvalitative data*

Ud over de tre spørgeskemaundersøgelser baserer artiklen sig på interviews med en række centrale aktører. Konkret er der gennemført casebesøg på syv skoler hvor der er foretaget enten enkeltinterview eller fokusgruppeinterview med naturfagslærere, elever, naturfagsvejledere, skoleledere samt naturfagskoordinatoren i den kommunale forvaltning. De syv skoler er udvalgt således at der er skabt variation i forhold til skoletype (folkeskole/fri- og privatgrundskole), kommunestørrelse og hvorvidt skolen har udskoling eller ej. Tabellen nedenfor viser antallet af skoler hvor der er gennemført interview med de forskellige aktører i undersøgelsen.

---

3 De fire andele summerer ikke til 100 da en lærer godt kan undervise i mere end ét af de nævnte fag.



	Antal fokusgrupper/interviews	Antal deltagere/observationer
Fokusgruppe eller enkeltinterview med naturfagskoordinator og/eller skoleleder	6	8
Fokusgruppe med elever i indskoling, på mellemtrin og i udskoling	7	32
Fokusgruppe med naturfagslærere	7	26
Fokusgruppe med naturfagsvejleder og øvrige ressourcepersoner	3	4
Observation af undervisning	4	4

**Tabel 2.** Oversigt over casebesøg.

Samtlige interviews og fokusgrupper er gennemført ud fra en semistruktureret tilgang hvor informanterne har fået en række enslydende spørgsmål, men hvor der samtidig har været plads til at udforske andre interessante perspektiver af relevans for undersøgelsen (Harrits, Pedersen & Halkier, 2012: 150).

### Analysetilgang

I artiklen anvendes metodisk triangulering af kvantitative og kvalitative data (Halkier, 2002). De kvantitative analyser består hovedsageligt af simple frekvensanalyser, om end der løbende er gennemført statistiske signifikanstest ved spørgsmål hvor det er særligt relevant at undersøge eventuelle forskelle i det aktuelle videns- og kompetencebehov på tværs af faggrupper. Der er konkret gennemført en signifikanstest hvor der testes for forskelle i svar mellem lærere i ét specifikt naturfag relativt til gruppen af lærere der ikke underviser i det pågældende naturfag, ved en t-test af gennemsnit<sup>4</sup>.

I artiklen fremgår udelukkende figurer med resultater fra spørgeskemaundersøgelsen blandt naturfagslærere da denne respondentgruppe er artiklens helt centrale omdrejningspunkt. I brødteksten inddrages imidlertid også resultater fra spørgeskemaundersøgelsen blandt både skoleledere og forvaltningsrepræsentanter da disse underbygger og nuancerer de fremhævede resultater. De kvantitative analyser suppleres desuden med underbyggende indsigter, væsentlige perspektiver og interessante nuancer fra den kvalitative afdækning når det vurderes analytisk relevant.

<sup>4</sup> Der refereres løbende til disse statistiske analyser i artiklen selvom de ikke er selvstændigt præsenteret i en tabel. Disse kan imidlertid fremsendes efter henvendelse til asec@ramboll.com.

## Fagfaglige kompetencer

Som en del af spørgeskemaundersøgelsen har naturfagslærerne vurderet i hvilken grad de føler sig tilstrækkeligt klædt på til en række forskellige fagfaglige og fagdidaktiske undervisningsaktiviteter<sup>5</sup>. Dette afsnit stiller skarpt på naturfagslærernes vurderinger af undervisningsaktiviteter med et primært fagfagligt sigte.

Der skelnes inden for naturfagene mellem to typer af fagfaglige færdigheds- og vidensmål. Der arbejdes således både med naturfaglige mål og fagspecifikke mål. De naturfaglige mål beskriver de arbejdsmetoder og processer som er fælles for naturfagene. De fagspecifikke mål beskriver modsat det enkelte naturfags særskilte stofindhold og er udfoldet i op til fem færdigheds- og vidensområder. Det understreges i vejledningerne for de fire naturfag at undervisningen bør inddrage indhold fra begge typer af de vejledende mål så kompetencerne udvikles i et samspil mellem de naturfaglige og de fagspecifikke mål (Undervisningsministeriet, 2018b). På baggrund heraf præsenterer figur 1 nedenfor lærernes vurderinger af den halvdel af færdigheds- og vidensområderne som lærerne føler sig bedst klædt på til at undervise i.

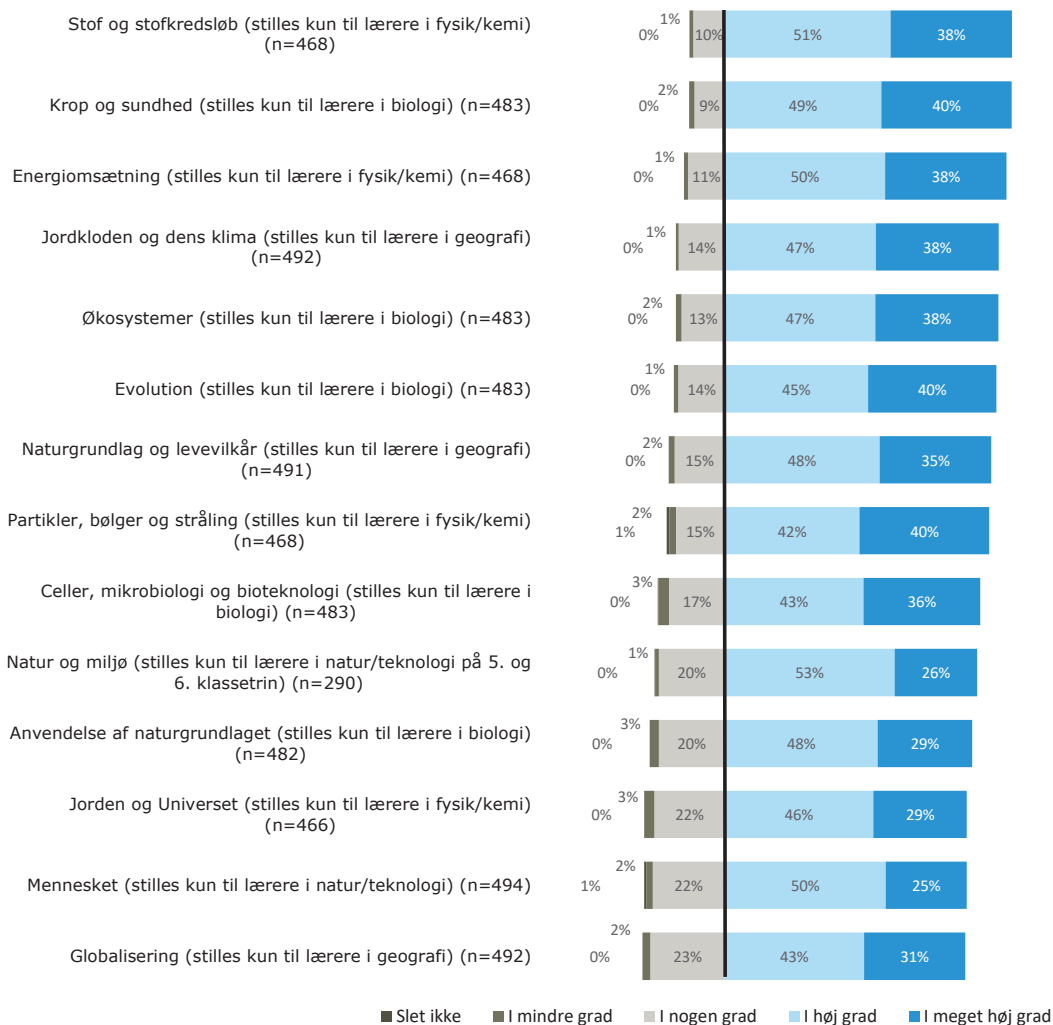
Lærerne har svaret på en skala fra 1 (slet ikke) til 5 (i meget høj grad). De forskellige færdigheds- og vidensområder i figurerne er rangeret efter hvor stor en andel af lærerne der i høj eller meget høj grad føler sig klædt på til at undervise deres elever i færdigheds- og vidensområderne. Den lodrette streg ned gennem figuren går mellem svarkategorierne i nogen grad og i høj grad.

Figuren viser at størstedelen af særligt naturfagslærerne i udskolingen føler sig godt klædt på til at undervise deres elever i de fagspecifikke færdigheds- og vidensområder der kendetegner deres pågældende naturfag. For eksempel svarer 89 pct. af lærerne i fysik/kemi at de i høj eller meget høj grad føler sig klædt på til at undervise deres elever i stof og stofkredsløb. Denne overbevisning om egne kompetencer i de fagspecifikke færdigheds- og vidensområder synes at gælde på tværs af naturfagene i udskolingen (fysik/kemi, biologi og geografi).

Som kontrast til ovenstående tegner der sig et andet billede når der fokuseres på lærerne i natur/teknologi såvel som de mere generelle naturfaglige mål. Dette illustreres i figur 2 nedenfor som præsenterer den halvdel af færdigheds- og vidensområderne som lærerne føler sig dårligst klædt på til at undervise i.

Figuren viser at lærerne i natur/teknologi føler sig dårligere klædt på til at undervise deres elever i færdigheds- og vidensområder i natur/teknologi sammenlignet med naturfagslærerne i de tre naturfag i udskolingen. Således er der på tværs af fær-

5 Langt de fleste af aktiviteterne vil i praksis kalde på både fagfaglige og fagdidaktiske kompetencer, men af analytiske og formidlingsmæssige hensyn blev aktiviteterne allerede i forbindelse med dataindsamlingen opdelt efter om de ud fra de involverede parter umiddelbare vurdering primært kaldte på fagfaglige eller fagdidaktiske kompetencer. Der vil videre kunne argumenteres for at flere af aktiviteterne ud over fagfaglige og fagdidaktiske kompetencer også kalder på almindelige kompetencer. For at bibeholde en stringent analytisk opdeling er det dog valgt kun at skelne mellem fagfaglige og fagdidaktiske kompetencer.

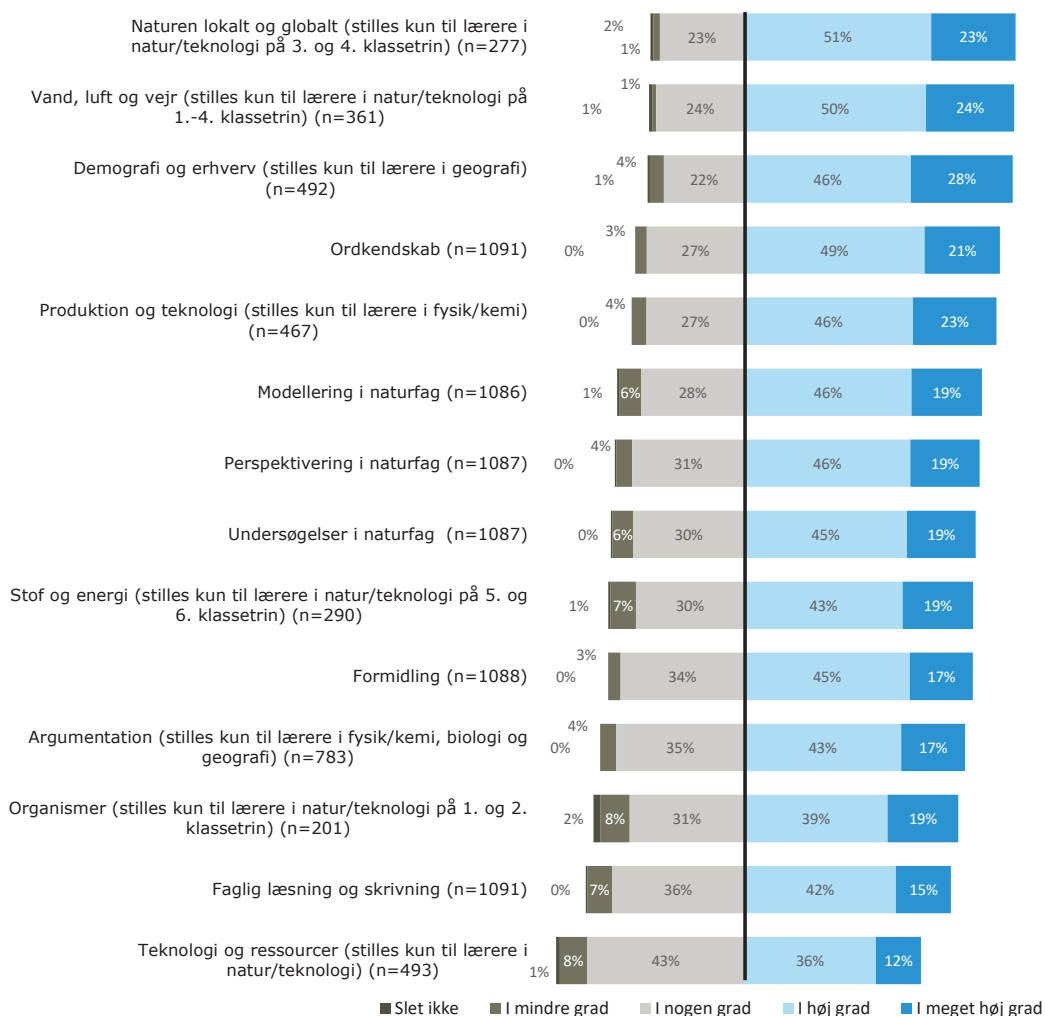


Note: Spørgsmålene angår lærernes fagfaglige kompetencer. Spørgsmålsformulering: I hvilken grad føler du dig tilstrækkeligt klædt på til nedenstående? At undervise mine elever i færdigheds- og vidensområdet: 'Ved ikke'-svar er taget ud af analysen.

**Figur 1.** De færdigheds- og vidensområder som lærerne føler sig bedst klædt på til.

digheds- og vidensområder i natur/teknologi generelt en relativt lav andel af natur/teknologi-lærere der føler sig godt klædt på til at undervise deres elever i disse.

Der synes således at være et konkret behov for fagfaglig opkvalificering af lærere i natur/teknologi. Det kommer også til udtryk gennem den nationale kompetencedækningsindberetning der angiver niveauet af kompetencedækning i de fire fag defineret som andelen af planlagte undervisningstimer der varetages af undervisere med kompetenceniveauerne 'undervisningskompetence' og 'tilsvarende kompetencer' i forhold til det samlede timetal. Her fremgår det at der i 2017/2018 er kompe-



Note: Spørgsmålene angår lærernes fagfaglige kompetencer. Spørgsmålsformulering: I hvilken grad føler du dig tilstrækkeligt klædt på til nedenstående? At undervise mine elever i færdigheds- og vidensområdet: 'Ved ikke'-svar er taget ud af analysen.

**Figur 2.** De færdigheds- og vidensområder som lærerne føler sig dårligst klædt på til.

tencedækning på henholdsvis 97,1 pct. og 87,2 pct. i fysik/kemi og biologi mens der kun er kompetencedækning på henholdsvis 76,8 pct. og 68 pct. i geografi og natur/teknologi (Undervisningsministeriet, 2018c)<sup>6</sup>. Der har på tværs af alle fire naturfag været en stigning i kompetencedækning over de seneste seks år. Det gælder især na-

<sup>6</sup> Lærerne har også i kortlægningen angivet hvilke af naturfagene de har undervisningskompetence eller tilsvarende kompetencer i. Her svarer 95 pct. og 82 pct. af undervisere i hhv. fysik/kemi og biologi at de har undervisningskompetence i netop deres fag, mens 66 pct. og 60 pct. af undervisere i hhv. geografi og natur/teknologi svarer at de har undervisningskompetence eller tilsvarende kompetencer i deres fag.

tur/teknologi hvor kompetencedækningen er steget med knap 17 procentpoint siden 2012/2013. Som det både fremgår af den nuværende kompetencedækning og figur 2 ovenfor, er der imidlertid stadigvæk behov for yderligere fagfaglig opkvalificering af lærerne i natur/teknologi.

Relateret til ovenstående har skolelederne og forvaltningsrepræsentanterne som en del af spørgeskemaundersøgelserne også vurderet inden for hvilke(t) naturfag behovet for kompetenceudvikling er størst. Den største andel af såvel skoleledere (42 pct.) som forvaltningsrepræsentanter (37 pct.) svarer at behovet for kompetenceudvikling er lige stort på tværs af de fire naturfag. Der er dog næstflest blandt både skoleledere (30 pct.) og forvaltningsrepræsentanter (38 pct.) der svarer at det største behov for kompetenceudvikling er blandt lærerne i natur/teknologi, hvilket netop er det naturfag hvor kompetencedækningen er lavest. Under interview uddyber en leder hvorfor behovet for kompetenceudvikling er størst blandt lærerne i natur/teknologi. Samtidig fremhæver lederen dog at kompetenceudvikling af natur/teknologi-lærerne ikke kan stå alene, men nødvendigvis må følges op af tilsvarende opkvalificering af lærerne i udskolingen:

“I mange år har jeg tænkt at det er natur/teknologi-lærerne vi skal udvikle, fordi det er der man lægger grundstenene. Men når eleverne bliver dygtigere på natur/teknik-niveau, skal lærerne i udskolingen også udvikles. Ellers kan de ikke følge med og tilpasse undervisningen. En investering i natur/teknologi-lærerne skal understøttes, men det skal ikke forglemmes at det skal have sammenhæng med udskolingen.” (Skoleleder, 2018)

Foruden kompetenceudviklingsbehovet i natur/teknologi kan der af figur 2 ligeledes identificeres en tendens til at naturfagslærerne føler sig dårligere klædt på til at undervise deres elever inden for de generelle naturfaglige mål relativt til de fagspecifikke mål. Det er eksempelvis kun 57 pct. af naturfagslærerne der i høj eller meget høj grad føler sig tilstrækkeligt klædt på til at undervise i faglig læsning og skrivning, ligesom 62 pct. af lærerne svarer at de i høj eller meget høj grad føler sig tilstrækkeligt klædt på til at undervise i formidling. Endelig er det mindre end to tredjedele af naturfagslærerne der angiver at de i høj eller meget høj grad føler sig tilstrækkeligt klædt på til at undervise deres elever i henholdsvis undersøgelser og perspektivering i naturfag. De statistiske analyser viser i forlængelse heraf at gruppen af natur/teknologi-lærere føler sig signifikant dårligere klædt på til at undervise deres elever i disse mere generelle naturfaglige mål relativt til gruppen af naturfagslærere der ikke underviser i natur/teknologi. Det understøtter at der er et særligt behov for fagfaglig kompetenceudvikling af lærere i natur/teknologi.

De generelle naturfaglige kompetencer er netop et af de temaer der fylder mest i de gennemførte fokusgruppinterview med såvel naturfagslærere som skoleledere.

I lighed med resultaterne i figur 2 er det dog primært undersøgelseskompetencen og formidlingskompetencen der omtales som udfordrende, hvor sidstnævnte kædes sammen med det at træne eleverne i faglig diskussion og argumentation.

Under fokusgruppeinterviewene med naturfagslærere indikeres det at den undersøgelsesbaserede undervisning særligt udfordrer de lærere der har undervist i mange år. En yngre lærer udtrykker det således:

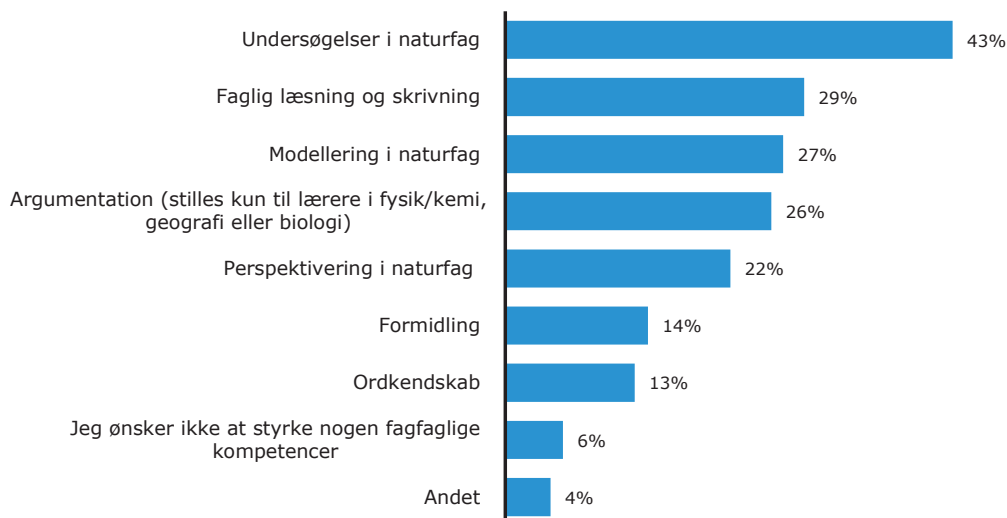
“Vi havde jo deciderede forløb i IBSE (Inquiry Based Science Education) osv. Det var der mange der kunne få noget ud af. Vi er blevet fodret med det selv og har prøvet det på egen krop. Der vil helt sikkert være nogle som er udfordrede på det.” (Naturfagslærer, 2018)

En leder fortæller under interview at denne også har en oplevelse af at de “nyere” undervisningsformer udfordrer lærerne. Lederen omtaler disse som “kaosundervisning” med henvisning til nogle af lærernes oplevelser. Et særligt udfordrende element ved at gennemføre undersøgelsesbaseret undervisning kan ifølge lærerne være at denne undervisningstilgang kræver et vist mod af læreren som skal turde træde ud af den klassiske lærerrolle hvor læreren altid har svarene. Det kan virke skræmmende for lærerne, men samtidig oplever de at udbyttet kan være stort:

“Nogle gange har jeg nærmest ikke kunnet trække vejret fordi det har været for kaotisk. Men lige pludselig begynder der at være en rød tråd hvor det hele giver mening, og så kan man mærke at de [eleverne] virkelig tager noget med derfra og pludselig begynder at sætte fagtermer på.” (Naturfagslærer, 2018)

En leder uddyber pointen med at en del af udfordringen ligger i lærernes selvforståelse. Lærerne må ifølge lederen træde ind i en ny, mere faciliterende rolle. Ovenstående antyder sammenlagt at naturfagslærerne generelt føler sig mindre godt klædt på til at undervise deres elever inden for de mere generelle naturfaglige mål, hvor særligt undersøgelseskompetencen udfordrer de adspurgte lærere.

Figur 3 præsenterer lærernes kompetenceudviklingsønsker i forhold til de mere generelle naturfaglige mål. Hver søjle angiver hvor stor en andel af lærerne der ønsker at udvikle en bestemt kompetence. Lærerne har haft mulighed for at angive alle de kompetencer som de ønsker at styrke.



Note: Multiple choice-spørgsmål. N=1095 (for spørgsmål der kun stilles til lærere i fysik/kemi, geografi eller biologi er N=786). Spørgsmålsformulering: Hvilke fagfaglige kompetencer ønsker du mest at styrke?

**Figur 3.** Lærernes kompetenceudviklingsønsker i forhold til de naturfaglige mål.

Der er kun seks pct. af alle naturfagslærerne der angiver at de ikke ønsker at styrke nogen fagfaglige kompetencer. Efterspørgsel på fagfaglig kompetenceudvikling synes altså generelt at være relativt stor. Det er i den forbindelse værd at bemærke at der er en signifikant lavere andel af natur/teknologi-lærere der ikke ønsker at styrke nogen fagfaglige kompetencer, end blandt gruppen af naturfagslærere der ikke underviser i natur/teknologi. Lærerne i natur/teknologi udtrykker med andre ord et generelt ønske om fagfaglig opkvalificering.

43 pct. af naturfagslærerne svarer at de ønsker at styrke deres kompetencer inden for færdigheds- og vidensområdet undersøgelser i naturfag. Det er således med afstand den fagfaglige kompetence som flest lærere ønsker at styrke.

Der er også blandt skoleledere og forvaltningsrepræsentanter stor efterspørgsel på kompetenceudvikling af naturfagslærere i de fire naturfaglige kompetencer. Således angiver 21 pct. af skolelederne og 42 pct. af forvaltningsrepræsentanterne at der er et særligt behov for at styrke naturfagslærernes kompetencer til at undervise eleverne i undersøgelseskompetencen, ligesom 20 pct. af skolelederne og 42 pct. af forvaltningsrepræsentanterne svarer at der er et særligt behov for at styrke naturfagslærernes kompetencer til at undervise eleverne i modelleringskompetencen.

Naturfagslærerne har også angivet hvilke fagfaglige kompetencer de ønsker at styrke inden for de enkelte naturfag. Her svarer 41 pct. af lærerne i natur/teknologi at de ønsker at styrke deres kompetencer inden for færdigheds- og vidensområdet teknologi og ressourcer. Blandt fysik/kemi-lærerne er der flest (26 pct.) der efterspørger kompetenceudvikling i produktion og teknologi, mens der blandt biologi-lærerne

er flest (25 pct.) der ønsker at styrke deres kompetencer inden for færdigheds- og vidensområdet celler, mikrobiologi og bioteknologi. Der er blandt geografilerne lige stor efterspørgsel (17 pct.) på kompetenceudvikling i henholdsvis demografi og erhverv samt globalisering.

Ovenstående analyser peger sammenfattende på to hovedkonklusioner hvad angår det aktuelle behov for og efterspørgsel på viden og kompetenceudvikling med et fagfagligt sigte. Der synes for det første at være størst behov for fagfaglig opkvalificering af lærere i natur/teknologi. For det andet synes der både at være et behov for og efterspørgsel på opkvalificering inden for undervisning i de fire naturfaglige kompetencer, hvor særligt undersøgelseskompetencen fremhæves i såvel det kvantitative som kvalitative datagrundlag.

Afsnittet nedenfor stiller skarpt på det aktuelle behov for og efterspørgsel på viden- og kompetenceudvikling med et mere fagdidaktisk sigte.

## Fagdidaktiske kompetencer

Det skal indledningsvist understreges at der på tværs af alle de undersøgte undervisningsaktiviteter af primært fagdidaktisk karakter i et eller andet omfang synes at være et behov for kompetenceudvikling. Der er således minimum 22 pct. og helt op mod 82 pct. af naturfagslærerne der svarer at de slet ikke eller kun i mindre eller nogen grad føler sig tilstrækkeligt klædt til aktiviteterne. Dette afsnit fokuserer dog alene på den halvdel af de undersøgte aktiviteter som naturfagslærerne føler sig *dårligst* klædt på til. Figuren nedenfor præsenterer således de undervisningsaktiviteter af primært fagdidaktisk karakter hvor der på baggrund af spørgeskemaundersøgelsen blandt naturfagslærere synes at være det *største behov* for opkvalificering.

Figuren viser først og fremmest at naturfagslærerne generelt ikke føler sig særligt godt klædt på til at inddrage eksterne aktører i undervisningen. Således svarer blot 18 pct. af naturfagslærerne at de i høj eller meget høj grad føler sig tilstrækkeligt klædt på til at inddrage lokale virksomheder i undervisningen. Det samme gør sig gældende hvad angår lærernes inddragelse af andre scienceformidlere (fx naturcentre og museer) i undervisningen, da blot 28 pct. af naturfagslærerne angiver at de i høj eller meget høj grad føler sig tilstrækkeligt klædt på hertil. De statistiske analyser indikerer dog at gruppen af biologilærere og gruppen af geografilerne føler sig signifikant bedre klædt på til at inddrage virksomheder i undervisningen relativt til gruppen af naturfagslærere der ikke underviser i henholdsvis biologi og geografi.

Herudover angiver blot 31 pct. af lærerne at de i høj grad eller meget høj grad føler sig klædt på til at indtænke innovation og entreprenørskab i undervisningen – dette til trods for at innovation og entreprenørskab fremhæves som et centralt læringsmål i læseplanerne for alle fire naturfag. Endelig svarer under halvdelen af naturfagslæ-





Note: Spørgsmålene angår lærernes fagdidaktiske kompetencer. Spørgsmålsformulering: I hvilken grad føler du dig tilstrækkeligt klædt på til nedenstående? 'Ved ikke'-svar er taget ud af analysen.

Figur 4. De fagdidaktiske aktiviteter som lærerne føler sig dårligst klædt på til.

rerne at de i høj eller meget høj grad føler sig tilstrækkeligt klædt på til at anvende henholdsvis summativ evaluering (49 pct.) og formativ evaluering (46 pct.) i deres undervisning. Der synes således at være et konkret fagdidaktisk videns- og kompetencebehov hvad angår evaluering i undervisningen. Tidligere studier understreger i lighed hermed at der er behov for at styrke naturfagslærernes evalueringskompetencer eftersom særligt formativ evaluering af høj kvalitet kan være en drivkraft for øget læring blandt eleverne (Nielsen, 2017).

Som kontrast til ovenstående er naturfagslærerne generelt mere positive i deres

vurdering af egne kompetencer til at gennemføre aktiviteter inden for det tvær- og fællesfaglige genstandsfelt. 76 pct. af naturfagslærerne der underviser i udskolingen, angiver således at de i høj eller meget høj grad føler sig tilstrækkeligt klædt på til at gennemføre fællesfaglige forløb<sup>7</sup>.

Selvom spørgeskemaundersøgelsen blandt naturfagslærere indikerer at lærerne generelt føler sig godt klædt på inden for tvær- og fællesfaglige genstandsfelt, efterlader interviewdata et andet, mere nuanceret, indtryk. De kvalitative data indikerer således at det primært er under de fællesfaglige forløb og særligt i vejledningsprocessen op til den fælles prøve i fysik/kemi, biologi og geografi at nogle naturfagslærere kan føle sig udfordrede:

“I det her naturfagssamarbejde [fællesfaglige forløb] føler jeg mig virkelig udfordret. Jeg føler ikke at der blomstrer nye interesserede elever op ud af det her samarbejde. Mit indtryk er at de nogle gange bliver mere forvirrede. Det er formen der er en stor udfordring.” (Naturfagslærer, 2018)

En leder istemmer sig ovenstående og fortæller at skolen har brugt meget tid på at støtte lærerne i at kunne arbejde tværfagligt. Det gælder også generelt i det kvantitative data at skolelederne lægger forholdsvis stor vægt på behovet for kompetenceudvikling af naturfagslærerne inden for det tvær- og fællesfaglige genstandsfelt. Relateret til vejledningsprocessen op til den fælles prøve i fysik/kemi, biologi og geografi kan det at arbejde med problemstillinger i sig selv udfordre lærerne, men det er særligt kunsten at vejlede eleverne i tværgående problemstillinger der af naturfagslærerne opleves som en central udfordring. En lærer beskriver oplevelsen af at blive stillet et spørgsmål relateret til et andet fag på følgende måde:

“Jeg dækker både biologi og fysik/kemi, men når [eleverne] stiller spørgsmål inden for geografi, så går jeg helt i panik. Så spørger jeg [navn på kollega]. Jeg gad virkelig godt at jeg var bedre klædt på til at guide og vejlede [eleverne] inden for geografi.” (Naturfagslærer, 2018)

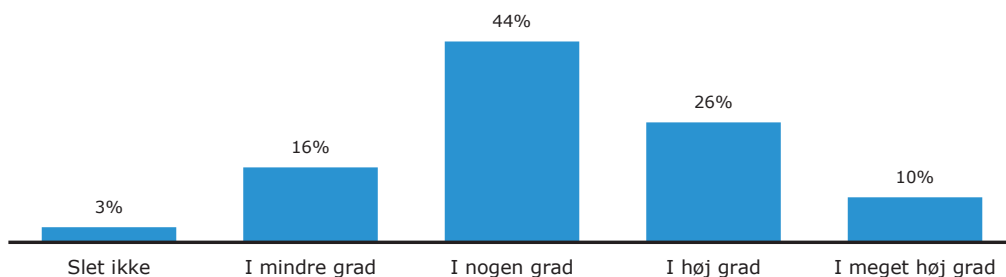
Flere lærere beskriver i lighed med ovenstående eksempel at de ofte føler sig nødsaget til at sende eleven videre til en anden naturfagslærer. Det forsinket vejledningsprocessen og frustrerer både elever og lærere. En anden naturfagslærer beskriver perioden op til den fælles prøve som “et helvede” fordi flere af lærerne ikke har de nødvendige

7 Disse resultater er ikke vist i figuren da denne som nævnt kun præsenterer de undervisningsaktiviteter af fagdidaktisk karakter hvor der synes at være det største behov for opkvalificering.

kompetencer, og de resterende naturfagslærere derfor må bære størstedelen af vejledningsopgaven.

En relateret udfordring der forstærker ovenstående, er at både den fælles prøve og de fællesfaglige forløb er relativt nye opgaver. Det stiller ifølge lærerne større krav til deres forberedelse, blandt andet fordi tilgængeligheden af skræddersyede forløb og redskaber stadigvæk er begrænset. Samtidig oplever naturfagslærerne ikke at have mulighed for selv at udvikle materiale, hverken individuelt eller sammen med kolleger, ligesom planlægningsopgaven i forbindelse med fællesfaglige forløb ofte placeres på én lærer fordi lærerne ikke har mulighed for at lave en fælles planlægning.

Naturfagslærerne er også blevet spurgt i hvilken grad de oplever at være ajourført med den nyeste naturvidenskabelige forskningsviden. Figuren nedenfor præsenterer resultaterne.



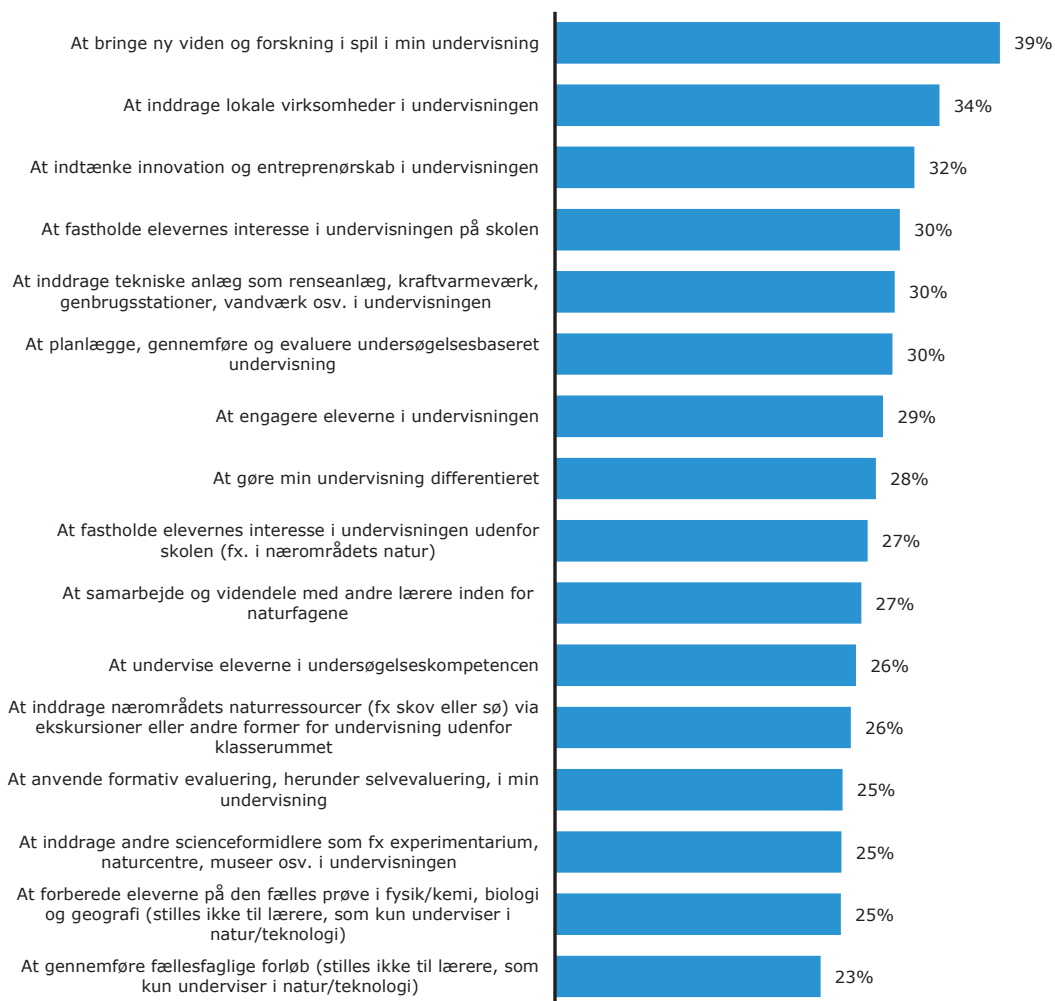
Note: N=1083. Spørgsmålsformulering: I hvilken grad oplever du at være ajourført, hvad angår den nyeste naturvidenskabelige forskningsviden? \*Ved ikke'-svar er taget ud af analysen.

**Figur 5.** Lærernes oplevelse af at være ajourført med den nyeste forskningsviden.

Lidt mere end en tredjedel af naturfagslærerne (36 pct.) svarer at de i høj eller meget høj grad oplever at være ajourført hvad angår den nyeste naturvidenskabelige forskningsviden, mens knap hver femte lærer (19 pct.) kun i mindre grad eller slet ikke oplever at være ajourført med den nyeste naturvidenskabelige forskningsviden. De statistiske analyser viser videre at gruppen af natur/teknologi-lærere i signifikant mindre grad oplever at være ajourført relativt til gruppen af naturfagslærere der ikke underviser i natur/teknologi.

I forlængelse af ovenstående spørgsmål har naturfagslærerne haft mulighed for at notere såfremt der er særlige forskningsområder de ønsker at blive ajourført på. Lærerne nævner en bred vifte af forskningsområder, men der synes alligevel at være nogle centrale gengangere. Der er således relativt mange lærere der nævner forskningsområder såsom klima, bæredygtighed, bioteknologi, robotteknologi, astronomi, genetik, stråling og programmering.

Naturfagslærerne har endelig angivet hvilke fagdidaktiske kompetencer de ønsker at styrke. Resultaterne fremgår af figuren nedenfor der illustrerer den halvdel af de fagdidaktiske kompetencer som flest lærere ønsker at styrke.



Note: Multiple choice-spørgsmål. N=1095 (for spørgsmål der kun stilles til lærere i fysik/kemi, geografi eller biologi er N=786). Spørgsmålsformulering: Hvilke fagdidaktiske kompetencer ønsker du mest at styrke?

**Figur 6.** Andelen af lærere der ønsker at styrke deres fagdidaktiske kompetencer.

Den fagdidaktiske kompetence som flest lærere ønsker at styrke, er med en vis afstand evnen til at bringe ny viden og forskning i spil i deres undervisning. 39 pct. af naturfagslærerne angiver således at de ønsker at styrke denne kompetence. Evnen til at bringe ny viden og forskning i spil i naturfagslærernes undervisning er tilsvarende den fagdidaktiske kompetence der efterspørges styrket af flest skoleledere (32 pct.) og forvaltningsrepræsentanter (49 pct.).

Den systematiske videnskortlægning om videns- og kompetenceudvikling blandt naturfagslærere i grundskolen fremhæver i den forbindelse to kerneelementer der hver især virker befordrende for naturfagslærernes evner til at bringe ny viden og forskning i spil i deres undervisning (Rambøll & Københavns Professionshøjskole,

2019). For det første kan samarbejde i lokale praksisfællesskaber bidrage til at der skabes rum for dialog og refleksion mellem naturfagslærerne om den nyeste viden på området. For det andet åbner et formaliseret samarbejde med universiteter eller professionshøjskoler op for at naturfagslærerne får mulighed for at blive ajourført med den nyeste naturvidenskabelige forskningsviden, ligesom disse partnerskabsprogrammer medfører at naturfagslærerne får indblik i naturfagsområdet på et universitetsniveau, hvilket kan øge naturfagslærernes fagfaglige viden og fagdidaktiske kompetencer (Andersen et al., 2017; Ufnar et al., 2017).

Derudover svarer omkring én tredjedel (hhv. 34 pct. og 32 pct.) af naturfagslærerne at de ønsker at styrke deres fagdidaktiske kompetencer til at inddrage lokale virksomheder og at indtænke innovation og entreprenørskab i undervisningen. Disse relaterer sig samtidig til to af de kompetencer som naturfagslærerne jf. resultaterne i figur 4 føler sig dårligst klædt på til. I lighed med naturfagslærerne er der også blandt skolelederne (30 pct.) og forvaltningsrepræsentanter (49 pct.) stor efterspørgsel på at styrke naturfagslærernes kompetencer i forhold til at indtænke innovation og entreprenørskab i undervisningen.

Den eksisterende litteratur viser at der er konkrete kompetenceudviklingsgevinster at hente for lærere gennem et formaliseret samarbejde med lokale virksomheder og andre autentiske læringsmiljøer (Ufnar et al., 2017; Daubjerg & Pedersen, 2018). Det synes derfor som udgangspunkt frugtbart at efterkomme naturfagslærernes ønske om at styrke deres evne til at inddrage lokale virksomheder i undervisningen. Udbyttet af dette skole-virksomheds-samarbejde er dog betinget af at der skabes et fælles sprog og udlægges didaktiske trædesten mellem skole og virksomhed som kobler det autentiske læringsmiljø med naturfagsundervisningen og omvendt (Daubjerg & Pedersen, 2018).

Endelig peger resultaterne på at naturfagslærerne ønsker at styrke deres fagdidaktiske kompetencer til at gøre deres undervisning undersøgelsesbaseret (30 pct.), differentieret (28 pct.) og i lidt mindre grad anvendelsesorienteret (21 pct.). Disse kompetenceudviklingsønsker går samtidig på tværs af naturfagslærere og skoleledere. Tidligere studier viser at undersøgelsesbaseret undervisning kan være med til at styrke elevernes læring, ligesom anvendelsesorienteret undervisning, hvor faglighed bringes i spil på et praksisfelt, i høj grad synes at understøtte elevernes naturfaglige læring (Nielsen, 2017).

Det kan sammenfattende konkluderes at der synes at være et større behov for og efterspørgsel på fagdidaktisk kompetenceudvikling relativt til fagfaglig opkvalificering såfremt man fokuserer på de kvantitative spørgeskemadata. Det kommer ligeledes til udtryk i de gennemførte interviews hvor der blandt lærerne også opleves flest udfordringer i forhold til de fagdidaktiske kompetencer fordi stor fagfaglighed ikke kan stå alene:

“Man kan godt have fagfaglige kompetencer, men hvis de formidlingsmæssige kompetencer halter, så er det svært. Hvis mit fagniveau er højt, og jeg bare kan se at de lægger sig ned som planter der dør. Jeg vil hellere have huller i mine fagfaglige kompetencer end jeg vil i mine formidlingsmæssige kompetencer.” (Naturfagslærer, 2018)

Der er ifølge lærerne gensidig afhængighed mellem det fagfaglige og fagdidaktiske såfremt resultatet skal være god undervisning. Det understreges dog generelt at både de fagfaglige og fagdidaktiske kompetencer er vigtige.

## Opsamling og perspektivering

Denne artikel har afdækket såvel det fagfaglige som fagdidaktiske videns- og kompetencebehov blandt naturfagslærere i grundskolen ligesom artiklen har kastet lys over den eksisterende efterspørgsel på kompetenceudvikling af naturfagslærere blandt lærerne selv, skoleledere og forvaltningsrepræsentanter. Med afsæt i ovenstående analyser peger indeværende artikel på tre centrale fund:

- **Kompetenceudviklingsbehov i natur/teknologi:** Lærerne i fysik/kemi, geografi og biologi føler sig generelt godt klædt på til at undervise eleverne i de fagspecifikke færdigheds- og vidensområder. Undersøgelsen indikerer imidlertid at der er et behov for fagfaglig opkvalificering af natur/teknologi-lærere.
- **De fire naturfaglige kompetencer:** Naturfagslærerne føler sig relativt dårligt klædt på til at undervise deres elever inden for de mere generelle naturfaglige mål såsom undersøgelser og perspektivering i naturfag. Der er samtidig stor efterspørgsel på kompetenceudvikling inden for undersøgelseskompetencen blandt såvel naturfagslærere som skoleledere og forvaltningsrepræsentanter.
- **Fagdidaktisk kompetenceudvikling:** Der er generelt et behov for og efterspørgsel på fagdidaktisk kompetenceudvikling. Det gælder eksempelvis lærernes evne til at bringe ny viden og forskning i spil i undervisningen og deres evne til at indtænke innovation og entreprenørskab. Særligt skolelederne giver desuden udtryk for at der er behov for kompetenceudvikling inden for det tvær- og fællesfaglige genstandsfelt.

Foruden ovenstående skal det afslutningsvis fremhæves at 49 pct. af naturfagslærerne svarer at de eksisterende muligheder for kompetenceudvikling slet ikke eller kun i mindre grad er tilfredsstillende. Det er en iøjnefaldende stor andel som indikerer at den nuværende praksis for kompetenceudvikling ikke i et tilstrækkeligt omfang un-

derstøtter at lærerne kan tilegne sig viden og udvikle kompetencer til at understøtte de nationale målsætninger vedrørende elevernes interesse, motivation og læring i naturfagene. Det efterlader spørgsmålet om hvad der kendetegner det gode kompetenceudviklingsforløb.

Den kortlægning som Rambøll Management Consulting har gennemført i samarbejde med Københavns Professionshøjskole, peger i sin helhed på at det i høj grad er organiseringen, længden og opfølgningen på kompetenceudviklingsforløbet der har betydning for om det øger kvaliteten af undervisningen (Rambøll & Københavns Professionshøjskole, 2019). Lærerne og skolelederne fremhæver særligt to uformelle indsatser – henholdsvis fælles kompetenceudvikling i naturfaglige teams og observation af kollegers undervisning – som effektive i forhold til at øge kvaliteten af naturfagsundervisningen. Begge disse kompetenceudviklingsindsatser er centreret omkring fællesfaglighed og kollegialt samarbejde, og det virker ifølge naturfagslærerne befordrende for kvaliteten af deres undervisning.

Tidligere studier viser i tråd hermed at det kan give gode resultater for naturfagslærernes kompetenceudvikling at gennemføre kompetenceudviklingsaktiviteter i lokale praksisfællesskaber. Det er særligt struktureret samarbejde med fagkolleger inden for det enkelte fag eller i samlede naturfagsgrupper der efterspørges for naturfagslærere (Andersen et al., 2017). Dette samarbejde i praksisfællesskaber kan styrke naturfagslærernes fagfaglige kompetencer da fagfællesskaber giver rum til dialog omkring den nyeste viden på området. Men praksisfællesskaberne virker samtidig befordrende for lærernes fagdidaktiske kompetenceudvikling eftersom den praksisnære sparring og refleksion giver mulighed for at dele gode undervisningserfaringer hvor lærerne kan understøtte hinanden og reducere forberedelsestiden og usikkerheden ved at anvende nye metoder i undervisningen. Andre studier pointerer at der også er gevinster at hente ved sparring gennem et online læringssamfund hvor der er mulighed for digital faglig sparring og videndeling mellem de enkelte naturfagslærere (Knowles, 2017). I interviewdata fremhæver såvel naturfagslærere som skoleledere desuden at fælles kompetenceudvikling og kollegial sparring opleves virkningsfuldt og generelt efterspørges på skolerne. I praksis udgør andre prioriteringer i dagligdagen såsom mangel på tid i kollegiale fællesskaber og vikardækning imidlertid en barriere for at gennemføre disse kompetenceudviklingsindsatser.

Kortlægningen indikerer endelig at der er et behov for mere målrettede kompetenceudviklingsforløb (Rambøll & Københavns Professionshøjskole, 2019). Hvis indsatsen skal være virkningsfuld, skal kompetenceudviklingen have fokus på helt specifikke temaer og konkrete værktøjer som kan bruges direkte i naturfagslærernes undervisningspraksis. Tidligere studier har i tråd hermed illustreret at målrettet og fagspecifik opkvalificering som led i et intensivt kompetenceudviklingsforløb har en positiv betydning for naturfagslærernes fagfaglige viden (Clary et al., 2018) og tro

på egne evner (Ensign, 2017; Dailey et al., 2018). Det fordrer imidlertid kontinuerlig faglig sparring og opfølgning i kølvandet på kompetenceudviklingsforløbet såfremt naturfagslærerne skal fastholde deres fagfaglige udbytte over tid (Clary et al., 2018; Dailey et al., 2018; Knowles, 2017).

## Referencer

- Andersen, M.F., Olsen, L.D., Hermansen, M., Thomsen, A.V. & Vive, L.C. (2017). *Naturfag for alle i Albertslund Kommune 2012-2017*. Institut for Skole og Læring, Professions-skolen Metropol.
- Clary, R.M., Dunne, J.A., Elder, A.D., Saebo, S., Beard, D.J., Wax, C.L. & Tucker, D.L. (2018). Beyond the Professional Development Academy: Teachers' Retention of Discipline-Specific Science Content Knowledge throughout a 3-Year Mathematics and Science Partnership. *School Science and Mathematics*, 118, s. 75-83.
- Dailey, D., Jackson, N., Cotabish, A. & Trumble, J. (2018). STEMulate Engineering Academy: Engaging Students and Teachers in Engineering Practices. *Roeper Review*, 40(2), s. 97-107.
- Daugbjerg, P.S. & Pedersen, T. (2018). Sammen skaber vi fremtidens skole – et projekt om skolevirksomhedssamarbejde. *MONA: Matematik og Naturfagsdidaktik*, s. 40-56.
- Ensign, T.I. (2017). *Elementary Educators' Attitudes about the Utility of Educational Robotics and Their Ability and Intent to Use It with Students* (ph.d.-afhandling). West Virginia University.
- Halkier, B. (2012). *Fokusgrupper*. Samfundslitteratur: Roskilde Universitetsforlag.
- Harrits, G.S., Pedersen, C.S. & Halkier, B. (2012). Indsamling af interviewdata. I: L.B. Andersen, K.M. Hansen & R. Klemmensen (red.), *Metoder i Statskundskab* (s. 144-172). København: Hans Reitzels Forlag.
- Knowles, J.G. (2017). *Impacts of Professional Development in Integrated STEM Education on Teacher Self-Efficacy, Outcome Expectancy, and STEM Career Awareness* (ph.d.-afhandling). Purdue University.
- Nielsen, J.A. (2017). *Litteraturstudium til arbejdet med en national naturvidenskabsstrategi*. København: Institut for Naturfagenes Didaktik.
- Rambøll & Københavns Professionshøjskole. (2019). *Undersøgelse af kompetencebehov blandt naturfagslærere i grundskolen*. På opdrag af Styrelsen for Undervisning og Kvalitet.
- Rambøll & Københavns Professionshøjskole. (2019). *Undersøgelse af kompetencebehov blandt naturfagslærere i grundskolen: Delopgave A*. Undersøgelsen er gennemført på opdrag af Styrelsen for Undervisning og Kvalitet i Undervisningsministeriet.
- Ufnar, J.A., Bolger, M. & Shepherd, V.L. (2017). A Retrospective Study of a Scientist in the Classroom Partnership Program. *Journal of Higher Education Outreach and Engagement*, 21(3), s. 69-96.
- Undervisningsministeriet. (2018a). *National naturvidenskabsstrategi*. Lokaliseret den 1. november 2018 på: <https://www.regeringen.dk/nyheder/naturvidenskabsstrategi/>.



Undervisningsministeriet. (2018b). *Vejledning for faget fysik/kemi*. Lokaliseret den 18. november 2018 på: <https://www.emu.dk/sites/default/files/Vejledning%20fysikkemi.pdf>

Undervisningsministeriet. (2018c). *Kompetencedækning pr. fag i folkeskolen*. Lokaliseret den 11. december 2018 på: <https://www.uddannelsesstatistik.dk/>.

### English abstract

*In spring 2018, the Danish VLAK Government announced a new national science strategy that highlights a need for more capable teachers within the field of science. This article presents the main results from the mapping of competence needs among science teachers in elementary school, which Rambøll Management Consulting has carried out in collaboration with University College Copenhagen for the Danish Ministry of Education. Based on a mix of quantitative and qualitative data, this article emphasizes that there is a need and demand for didactic competency development among science teachers as well as a relatively large need for academic upgrading among nature/technology teachers in pre-preparatory classes.*

# Undersøgelse af model for kompetenceløft – med fokus på naturfagslæreres udbytte



Steffen Elmoose, UCN



Vivi Fog Wogensen, UCN

**Abstract:** Artiklen undersøger en model for efteruddannelse i undervisningsfag for bl.a. naturfagslærere. Den undersøgte model forudsætter en vekselvirkning mellem lærerens uddannelse og praksis og har teoretisk baggrund i kooperativ læringsforståelse og transfer som forudsætning for praksisændring. Undersøgelsen benytter sig af spørgeskemaer og interviews. Spørgeskemaundersøgelsen viser en gennemgående mindre positiv vurdering af egen kompetenceudvikling hos naturfagslærerne sammenlignet med lærere fra andre faggrupper. Den kvalitative undersøgelse afdækker organisatoriske årsager som mulig forklaring på forskellene. Undersøgelsen konkluderer, at modellens teoretiske baggrund kan pege på nogle organisatoriske udfordringer for kompetenceløftmodellen men at undersøgelsen bør suppleres med henblik på at afdække fagkulturbegrebets betydning for naturfagslæreres kompetenceudvikling.

## Baggrund

Siden efteråret 2016 har UC Nordjylland videreuddannet grundskolelærere med henblik på at løfte deres faglige og fagdidaktiske kompetencer til linjefagsniveau i henhold til skiftende regerings ambition om at alle lærere skal have linjefagsniveau i deres undervisningsfag senest i 2020.

Ambitionen blev støttet gennem en større bevilling fra en ekstern fond og har resulteret i UC-baserede modeller for videreuddannelse med regionale forskelle. De forskellige professionshøjskoler har udviklet hver deres version af kompetenceløftmodeller (se fx Nielsen & Krogh, 2017), og man har ikke forsøgt at koordinere modellerne eller samordne på tværs af institutionerne. Den nordjyske model er præget af et ønske om

---

Denne artikels indhold indgik i BigBang 19's tema *Lærerkompetencer nu og de kommende år*

på systematisk vis at kombinere den enkelte lærers kompetenceudvikling med en udvikling af det faglige teamsamarbejde på lærerens skole. I modelbeskrivelsen henvises der til målene for folkeskolereformen 2014 som ud over at prioritere lærernes faglige kompetenceudvikling også fremhæver lærernes professionelle kompetenceudvikling gennem samarbejde i fagteams (Andersen, 2015). Ifølge UC Nordjyllands projektbeskrivelse skulle målet om individuel kompetenceudvikling for bl.a. naturfagslæreren altså opnås gennem læringsfællesskab med lærerens fagteam. Der henvises i øvrigt i beskrivelsen til begrebet transfer mellem uddannelsesinstitution og lærerens praksis, således forstået at en forudsætning for overførsel af kompetenceudvikling mellem efter- og videreuddannelsen og skolepraksis er en teambaseret implementering af indholdet fra kompetenceløftforløbet (se i tekstboks 1 om opbygning af KiU-Nordmodellen).

### **Tekstboks 1: KiU-Nord – Kompetence i Undervisningsfag på UC Nordjylland**

KiU-Nord omfatter alle fag: 1.150 lærere i 9 nordjyske kommuner.

Alle forløb er struktureret ens. Det enkelte forløb omfatter:

- Netværksmøde 1 i marts med læreren der skal kompetenceløftes, skoleleder og fagteamrepræsentant: introduktion til fag, uddannelsesmål, skolefaget samt spørgeskemaer til deltagerne om ønsker og behov for fagligt og fagdidaktisk indhold. Desuden afklaring af ledelsens og fagteamets rolle under lærerens kompetenceløftforløb.
- Netværksmøde 2 i april: Læreruddannelsesunderviserne fremlægger semesterplan (efterår og forår) ud fra deltagerens ønsker og behov. Indhold i øvrigt om studiepraktiske forhold. På baggrund af planerne kan deltagerne bl.a. afpasse deres undervisningsplaner på egen skole så der kan ske afprøvning af faglige forløb med elever.
- 2 moduler a 10 ECTS i det efterfølgende studieår. Deltagelse 1 ugedag (8 lektioner) på professionshøjskolen hver anden uge alternerende med 1 forberedelsesdag på egen skole. Undervejs vejledning og supervision 2 gange på skolen. Afsluttes med kompetencemålsprøve i det pågældende grunduddannelsesfag.
- Evaluering af forløbene indsendes hvert halve år til fond og kommuner – og indgår formativt i efterfølgende forløb.

## Tekstboks 2: KiU-Nords interne evaluering af kompetenceudviklingsforløb i 2017/18

Generelt for alle fags deltagere:

- Slutevalueringskema udsendt til 335 lærere pr. november 2018.
- Besvarelsesprocent 61.
- 82 % af lærerne oplever at deres indholdsfulde sikkerhed er blevet større i faget.
- 77 % oplever at deres fagdidaktiske sikkerhed er blevet større i faget.
- 73 % mener at de i meget høj eller høj grad har forbedret deres undervisningskompetence i faget.

Spørgsmål hvor besvarelserne fra populationen af naturfagslærere og populationen af lærere fra alle andre fag er næsten identiske:

- Vurdering af i hvilken grad det er relevant at indgå i et fagteam
- Antal lærere der indgår i fagteam der relaterer sig til deres fag
- Deltagelse i andre faglige fora på egen skole
- Antal der har været i en studiegruppe
- Vurdering af studiegruppens understøttende virkning på uddannelsesforløbet
- Mængden af vejledning fra UCN
- Vurdering af UCN's responstid i forhold til vejledning.

Specielt for gruppen af naturfagslærere:

- Ingen besvarelser hvor naturfagslærerne er mere positive end resten af lærerne.

Spørgsmål hvor naturfagslærerne svarer mindre positivt end lærere fra andre fag, gennemgås i artiklen.

## Undersøgelse af specielt naturfagslærernes udbytte

KiU-Nord-modellen bliver evalueret i et samarbejde mellem kommunerne, UCN og Danmarks Evalueringsinstitut. Hver deltager skal svare på et survey tre gange i forbindelse med kompetenceudviklingsforløbet – før, under og efter. Svarene på dataindsamlingen under den kvantitative interne evaluering gennem SurveyXact-undersøgelse (se tekstboks 2) kan underkastes forskellige sorteringer, herunder en sortering efter fag. Svarene fra deltagerne på naturfagsholdene er derfor blevet udtrukket og isoleret fra restpopulationen og udgør en del af datagrundlaget for nærværende forskningsprojekt.

Når besvarelsene fra deltagere på naturfagsholdene kan trækkes ud af totalpopulationen, fremstår der to sammenlignelige populationer – naturfagslærerne og restgruppen bestående af lærere fra alle andre fag. En gennemgang af besvarelser fra de første år viser at populationen af naturfagslærere (biologi, geografi, fysik/kemi og natur/teknologi) altovervejende forholder sig mindre positivt til eget kompetenceløftforløb end populationen af lærere fra alle andre fag, hvilket uddybes og dokumenteres i databeskrivelsesafsnittet nedenfor.

Når forskellen er gennemgående fra spørgsmål til spørgsmål i spørgeskemaet, har denne artikels forfattere ledt efter en begrundelse i KiU-Nord-modellens design idet dette ikke skelner mellem fag. Forfatterne har derfor arbejdet ud fra en grundantagelse om at der er forskel på behov for kompetenceudvikling afhængigt af hvilket fag man deltager i, og at designet måske ikke har kunnet tilgodesee naturfagslærernes arbejdsituation vedrørende bl.a. fagteamsamarbejde og fagenes specielle arbejdsmetoder. Antagelsen har ledt frem til følgende problemstilling:

I hvilket omfang har den nordjyske KiU-model fremmet naturfagslæreres faglige og pædagogiske kompetenceudvikling sammenlignet med andre faggrupper, og hvordan har modellen tilgodeset naturfagenes organisering på skolerne?

## Metode

Problemstillingen undersøges gennem fokus på de teorier der ligger bag KiU-projektets selvforståelse vedrørende læreres faglige og pædagogiske kompetenceudvikling, herunder begrebet transfer (Wahlgren & Aarkrog, 2012), suppleret med andre teorier om professionel udvikling.

Til undersøgelse af det tilgængelige datagrundlag og kvalificering af samme anvendes en kombination af empiriske undersøgelsesmetoder i henhold til en mixed methods-tilgang (Creswell & Clark, 2007) hvor data fra spørgeskemaundersøgelsen inspirerer til et mere dybdegående kvalitativt studie. Undersøgelsen tager udgangspunkt i en kontinuerlig evaluering af det nordjyske projekt som udføres af UCN i samarbejde med Danmarks Evalueringsinstitut. Denne evaluering er som nævnt ikke fagspecifik, men henvender sig bredt til lærere fra alle fagområder og kan derfor ikke kortlægge eventuelle udfordringer for modellen der knytter sig til bestemte undervisningsfag. Data til nærværende undersøgelse er hentet fra lærere der gennemførte et kompetenceløft i studieåret 2017/18. Der er derved fravalgt data fra første gennemløb af KiU-Nord-modellen for at kunne se bort fra eventuelle organisatoriske problemer forbundet med implementering af modellen.

Undersøgelse af data har været opdelt i to faser. Først den spørgeskemabaserede undersøgelse (SurveyXact) af et kompetenceløftforløb i 2018 hvor naturfagslæreres besvarelser blev sammenlignet med restpopulationen af lærere i KiU-forløb. Det af-

sluttende spørgeskema som blev udsendt til alle lærere fire måneder efter færdiggørelsen, blev til naturfagslærerne suppleret med en række spørgsmål hvor der spurgtes specifikt til disse læreres praksisudvikling og fagteamets udbytte af forløbet. Dette med henblik på at indkredse særligt betydende faktorer som dannede baggrund for de mere dybdegående fokusgruppeinterviews af naturfagslærerteams.

Denne anden delproces er inspireret af design based research (Christensen et al., 2012) hvor forskningsprocessen er iterativ og kontekstafhængig. Lærernes og skolernes samarbejdsniveau og behov for udvikling vil være unikke, og de kvalitative undersøgelser tilpasses skolens og lærernes kontekst. Delprocessen er gennemført i foråret 2019 hvor udskrift fra semistrukturerede fokusgruppeinterviews (Kvale & Brinkmann, 2015) er analyseret på baggrund af centrale teorier om transfer og kooperativ læring. Analysen er foretaget med baggrund i kodeteori (Olsen, 2001) hvor koderne i et vist omfang er defineret på forhånd (deduktiv kodning) ud fra forskningsspørgsmålene, men hvor studiet af datamaterialet tillige har givet anledning til identifikation af nye koder (induktiv kodning). Til fokusgruppeinterviewene er der udarbejdet en interview-skabelon på baggrund af førnævnte besvarelse af spørgeskemaerne. Populationen af naturfagslærere (lærere der har fulgt forløb i biologi, geografi, fysik/kemi eller natur/teknologi) der har besvaret dette spørgeskema, er identificeret (N = 29) og isoleret fra resten af populationen af lærere i kompetenceløftforløb i 2017/18 der har besvaret samme skema (N = 105). Se nærmere detaljer i beskrivelsesafsnittet.

## Udvalgte teorier af betydning for dataindsamling og analyse

Der er her prioriteret teorikomplekser som ifølge KiU-Nord-projektets selvforståelse har betydning for læreres udbytte af kompetenceløftet – for det første teorier om kooperative læreprocesser og inddragelse af lærerens sociale, faglige og didaktiske praksis som forudsætning for kompetenceudvikling og for det andet transferbegrebet som fokuserer på relationen mellem uddannelsen (kompetenceløftet) og den praksis som lærerens uddannelse retter sig imod.

### *Kooperative læreprocesser og inddragelse af praksis*

Med baggrund i sociokulturel læringsteori kan en lærers faglige og fagdidaktiske kompetenceløft ikke opfattes som en udelukkende individuel læreproces, men derimod en proces som er betinget af at kunne dele, dekontekstualisere og omkonstruere læringsindhold sammen med kolleger – både på uddannelsen og på egen skole. Internationalt påpeges det at der fra forskning i professionel udvikling for lærere er bred konsensus om vigtigheden af længerevarende forløb med fokus på kooperative læreprocesser. Det er fordelagtigt med deltagelse af flere lærere fra samme skole og tid til iværksættelse af nye tiltag lokalt og til refleksion/undersøgelse sammen med

kolleger, og at der er sammenhæng mellem det der arbejdes med under videreuddannelse, og lærerens daglige praksis (Desimone, 2009). Disse internationale anbefalinger bekræftes og nuanceres af nyere dansk forskning (Sunesen, 2016) som udpeger en række elementer som væsentlige for læreres udbytte af efter- og videreuddannelse. For det første bør demokratiske og involverende processer ligge til grund for valg af indhold i et efteruddannelsesforløb således at læreren medvirker i en prioritering af indholdselementer. En inddragelse af læreren forud for selve forløbet medvirker endvidere til lærerens engagement, og efteruddannelsesforløbets struktur (semesterplan o.a.) skal tage højde for at læreren løbende oplever sig medinddraget i planlægning og gennemførelse af forløbet. Engagementet kan bl.a. sikres gennem en tydelig sammenkædning af hvad der undervises i i kompetenceløftet, og lærerens praksis. Sammenkædningen sker optimalt gennem teamsamarbejde under uddannelsen hvor teams opererer på høje kognitive niveauer, dvs. reflekterer, analyserer og opstiller hypoteser med brug af den faglige og fagdidaktiske terminologi de er ved at tilegne sig. For at teamet kan fungere understøttende for de enkelte læreres udvikling, skal deltagerne modtage support af didaktiske støttesystemer, herunder underviserne på uddannelsen, og af en ledelse som selv kender til det faglige indhold. Især tiden efter det formelle kompetenceløft er vigtig i forbindelse med implementering af det nye således at indholdet fra kompetenceløftet kan forankres i organisationen, og dette kan sikres gennem naturfagsteamets fortsatte refleksioner sammen med den nye naturfaglærer. Refleksionerne sker mest hensigtsmæssigt gennem lærerens forberedelse, afprøvning og evaluering af undervisningsforløb på skolen (Sunesen, 2016).

### *Transferbegrebet*

På trods af forskelligt læringsteoretisk udgangspunkt synes alle nationale og internationale undersøgelser af kompetenceudvikling af "in-service"-medarbejdere at pege på betydningen af de forskellige kontekster som uddannelse og praksis foregår i (Wahlgren, 2009). Hvis ikke de forskellige funktioner og roller (uddannelsesinstitution, medarbejder, arbejdsplads) i en efter- og videreuddannelsessammenhæng erkender forskellene, vil resultatet af indsatsen blive begrænset eller måske ligefrem negativt. Negativt i betydningen at medarbejderen risikerer "tilbagefald" til kendte rutiner uden fornyelse af praksis. Transfer handler derfor om den bevidste og systematiske overførsel af uddannelsesindsatsen fra uddannelsesinstitution til praksis gennem medarbejderen. En definition på transfer:

"anvendelse af viden og kunnen lært i én sammenhæng til at kvalificere handling i en anden sammenhæng" (Wahlgren & Aarkrog, 2012, s. 16).

Transfer skal ske gennem translation, altså en oversættelse af læringsindholdet fra ev-institutionen til praksiskonteksten med de særkender der karakteriserer denne. Det er læreren der skal agere som vidensbærer mellem uddannelsesinstitution og arbejdsplads, og funktionen som bærer omfatter flere faktorer af betydning for transferresultatet. For det første om læreren er motiveret for processen, hvilket indebærer at naturfagslæreren oplever et behov for kompetenceløftet, og at vedkommende kan se en mening i at anvende indholdet fra forløbet på egen skole. En anden vigtig faktor for motivation er at læreren oplever sig medinddraget i planlægningen af kompetenceløftforløbet. Motivationens indflydelse på transfer øges tilsvarende hvis læreren umiddelbart oplever hvorledes indholdet af forløbet kan anvendes i egen praksis. Jo større anvendelsesmulighed, jo større motivation og dermed større transfer. Læreren som vidensbærer øger ligeledes transfer hvis læreren har tiltro til egne evner som "oversætter" – at læreren har stor self-efficacy i forhold til at overføre det tillærte til praksiskonteksten. Dette på trods af at transfer indebærer nye handlinger for læreren i en praksis som kan indeholde barrierer for disse handlinger (Wahlgren, 2009).

Uddannelsesinstitutionen og uddannelsesindholdet er den næste hovedfaktor i transferprocessen. Undervisningen på udbyderinstitutionen (i dette tilfælde UCN) bør prioritere deltageres mestring af indholdet, og en mestring vil omfatte at kompetenceløftet på systematisk og metodisk vis inddrager anvendelsessituationen. Der skal således være indtænkt en tilbagevendende translateret planlægning, gennemførelse og evaluering af det tillærte indhold i uddannelsen til en praksiskontekst. Hvis ikke UCN systematisk giver deltagerne mulighed for at øve sig på translationen, er der risiko for at lærerne ikke udvikler kompetencer til at ændre uhensigtsmæssige handlinger – og dermed en risiko for tilbagefald til disse handlinger. Oversat til naturfagslærerpraksis skal uddannelsen i samarbejde med læreren udvikle strategier til at indføre ny undervisningspraksis på skolen, fx undersøgelsesbaseret naturfagsundervisning, øget elevmedbestemmelse, tværfagligt samarbejde o.a. Hvis ikke uddannelsen systematisk og metodisk gør det, er der risiko for at fx en ny fysik/kemi-lærer ikke kan komme igennem med sine nye idéer over for en eksisterende kultur på skolen – og dermed risiko for "tilbagefald" (Wahlgren, 2009, s. 13).

Endelig er lærerens egen undervisningspraksis og skolen som organisation en vigtig faktor for transferprocessen. På trods af den nordjyske ev-models intentioner om at forberede skolen til at være medvirkende i den enkelte lærers kompetenceløft må transferprocessen betegnes som fjern transfer eller *far transfer* (Aarkrog, 2011) forstået som en overførselsproces der kræver en del abstraktion og dekontekstualisering af læreren for at oversætte det generelle indhold af uddannelsen til den specielle kontekst som indholdet skal udøves i. For at det skal kunne lade sig gøre, skal skolen sikre et understøttende transferklima (Wahlgren & Aarkrog, 2012), hvilket bl.a. indebærer at skolen skal have udarbejdet mål og strukturer for lærerens anvendelse af det til-



lærte og for at diskutere og reflektere over anvendelsen sammen med kolleger i det pågældende naturfag. Skolen skal være udviklingsorienteret, hvilket betyder at læreren skal kunne tilegne sig den eksisterende fagkultur som i relation til en understøttende funktion over for den nye naturfagslærer bør være kendetegnet ved en tolerant forandringsparathed således at læreren også kan tilføje nye idéer fra uddannelsen, afprøve, lave fejl og lære af fejlene gennem dialog med kolleger.

Fagkulturbegrebet vil ikke blive udfoldet og inddraget i undersøgelsen af datamaterialet i denne artikel, men de foreløbige resultater af nærværende undersøgelse tyder på at særkender ved fagkulturer (fx Sillasen, Sørensen & Valero, 2010) vil kunne bidrage med relevante forklaringsmodeller til forskelle mellem fagpopulationerne.

### **Tekstboks 3: Sammenfatning af væsentlige teorier til brug i undersøgelsen af naturfagslærernes udbytte**

Teoriene er udvalgt med baggrund i problemformuleringen, og teoriene peger på følgende anbefalinger som vil indgå i undersøgelsen af det empiriske materiale.

- A. Læreren skal deltage i teamsamarbejde i praksis under uddannelsen, og læreren bør opleve samarbejdet som medvirkende til kompetenceløftet.
- B. Under et efteruddannelsesforløb skal organisationen fungere understøttende i forhold til den enkelte lærers udvikling, herunder undervisere på ev-institutionen, ledelse og team på egen skole.
- C. Et kompetenceløftforløb bliver optimalt implementeret hvis den faglige og fagdidaktiske dialog og refleksion fortsætter efter at det formelle forløb er overstået.
- D. Skole og uddannelsesinstitution skal medvirke til transfer, bl.a. ved erkendelse af forskelle og ligheder i kontekster.
- E. Lærers egen skole bør være udviklingsorienteret, hvilket bl.a. betyder at den skal være organiseret således at nye idéer til undervisning og læring kan afprøves og diskuteres i naturfagsteamet.
- F. Teamet bør afprøve og diskutere målsætning, arbejdsformer, indhold og evalueringsformer i undervisningen i forhold til målene for naturfagene og skolens samlede formål.

## Beskrivelse af resultater fra spørgeskemaundersøgelsen og naturfagslærernes kommentarer

I det følgende inddrages både data fra spørgeskemaet og fra efterfølgende interviews.

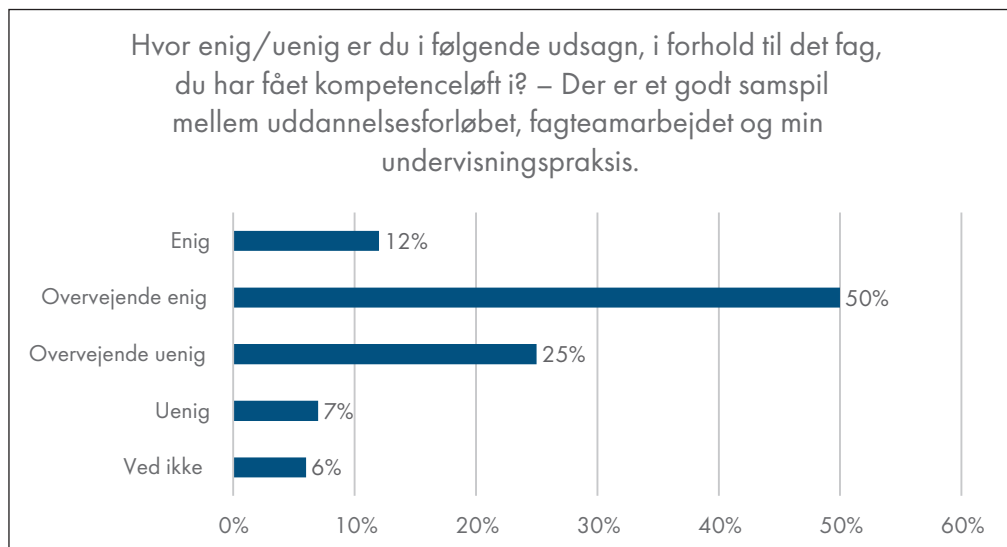
Svarene på spørgeskemaet er afgivet i oktober 2018 – fire måneder efter afslutning af det formelle forløb hvor lærerne er tilbage i praksis. Forskellene er som sagt af generel karakter – større eller mindre forskel fra restpopulationen, men som regel mindre positiv. Forskellene viser sig på lærernes vurdering af kompetenceløftets betydning for elevernes faglige udbytte som for 48 % af naturfagslærerne vurderes uændret (31 % af andre lærere), og på lærernes vurdering af forløbets virkning på egen praksis hvor næsten en tredjedel svarer “i mindre grad” eller “slet ikke” (20 % for andre lærere). Uddannelsen vurderes at have bidraget positivt til udvikling af relevante kompetencer af 62 % af naturfagslærerne, men af 75 % af lærerne fra andre faggrupper. Nedenfor gennemgås nogle af forskellene i større detaljer. Forskellene på svarene mellem de to populationer har givet anledning til det efterfølgende interview foretaget i foråret 2019. Besvarelserne er ordnet efter anbefalingerne i tekstboks 3.

### *Anbefaling A, B og C: Fagteamsamarbejde som middel til kompetenceløft*

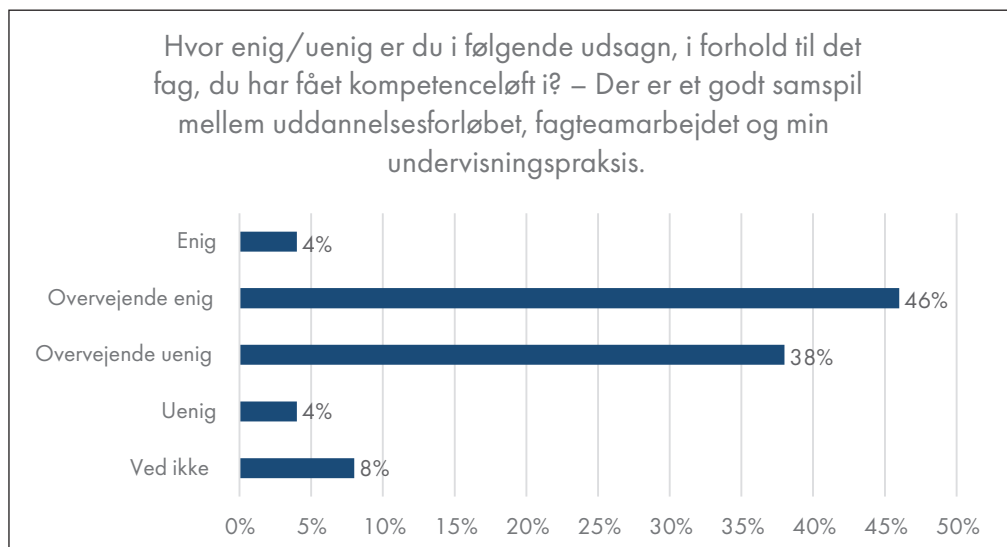
I spørgeskemaundersøgelsen efter forløbet blev lærerne stillet følgende spørgsmål:

*Hvor enig/uenig er du i følgende udsagn i forhold til det fag du har fået kompetenceløft i: Der er et godt samspil mellem uddannelsesforløbet, fagteamarbejdet og min undervisningspraksis.*

Opdelt mellem restpopulation og naturfagslærerne ... fordeler svarene sig som vist i figur 1 og figur 2:



Figur 1. Svarfordelingen for restpopulationen



Figur 2. Svarfordelingen for naturfagslærere

62 % af restpopulationen er enig eller overvejende enig mod 50 % af naturfagslærerne. Her er 42 % overvejende uenig eller uenig i denne påstand. Det samme gælder for 32 % af restpopulationen.

Under efterfølgende interview blev denne forskel præsenteret, og naturfagslærerne blev bedt om at kommentere forskellen. Koder der er anvendt herunder, er "fagteam-samarbejde", "involvering", "sparring", "kolleger" og "planlægning". Tallene ud for citaterne bliver anvendt i analyseafsnittet.

### Citater fra en skoles lærerteam:

1. *Jeg tænker ikke nødvendigvis at det er uddannelsen som sådan der har fejlet, for det afhænger jo af om man har haft et godt samarbejde i forvejen når man starter på uddannelsen. I det første år var team og ledelse faktisk ikke involveret. Jeg var den eneste der var afsted, og fagteamet var ikke involveret. I år (3. år, red.) er vi faktisk hele naturfagsteamet afsted, og det gør en forskel. Fornemmelsen af at vi er afsted som team, er der nu.*
2. *Jeg tænker det er strukturen på skolen, hvordan man er placeret i teams. Fx havde en kollega og jeg 9.-klasserne sammen i en projektdag om onsdagen hvor vi altid var to eller tre lærere sammen om klasserne med fælles planlægning, og hvor vi også kunne mødes i løbet af dagen og snakke sammen om hvordan det gik. Det gav et megagodt samarbejde.*
3. *Men med hensyn til biologi, så er jeg den eneste biologilærer på 9. årgang, så det med at snakke sammen om planlægning af undervisningen, det kommer jeg jo aldrig til, men det har jo ikke noget med uddannelsen at gøre, det har noget med skolen at gøre.*
4. *Hvordan får vi gjort geografi mere undersøgende i tværfaglige forløb? Og der får vi ikke meget hjælp fra vores gamle kolleger, for de har haft en anden geografiundervisning på deres læreruddannelse med mere fokus på kulturdelen, siger de.*

Citaterne fra dette lærerteam fortæller om en manglende teamstruktur, i hvert fald i det første år af det nordjyske kompetenceløftforløb. De naturfagslærere fra skolen der var afsted dette år, manglede et team at sparre med, men i de efterfølgende år har der været understøttende teams – både under uddannelsen og på skolen, hvilket lærerne værdsætter. Den sidste kommentar om geografikollegerne peger på en manglende teaminvolvering, her begrundet med forskel på lærernes kompetencer – og måske fagsyn.

### Naturfagsteamet på en anden skole:

5. *Vi var en af de skoler hvor der ikke var et naturfagsteam ved uddannelsens start. Det kom der først – lidt modvilligt – i løbet af forårssemestret. Forudsætningen for at vores naturfagsteam kom op at stå, var ikke hverken faglig eller fagdidaktisk – det var en strukturændring der skulle til. Så på den måde har uddannelsen ikke bidraget med noget til fagteamdannelsen. Og vi kæmper stadig med at fastholde fagteamet fordi der kommer andre forventninger til organisering af lærersamarbejdet.*
6. *Nu er spørgsmålet også lidt upræcist formuleret, for en ting er samarbejdet i naturfagsteamet som for os er fra 1.-9. klasse. Her har jeg ikke fået så meget sparring og heller ikke kommet med noget indhold selv fra uddannelsen. Men der hvor jeg har fået spar-*

*ring, er sammen med en kollega i faget hvor vi arbejdede sammen om planlægning af forløbene da jeg var på uddannelsen. Og vi startede allerede planlægningen ved årets start hvor vi lagde de forløb ind vi skulle have på uddannelsen, i en grovplan.*

Teamet på denne skole er på tidspunktet for interviewet kommet i gang, hvilket vil sige næsten to år efter at de første lærere har været på uddannelsen. I citatet gives et eksempel på et teamsamarbejde på uddannelsen som prioriteres, i modsætning til teamet på egen skole. Andre udtalelser vidner om flere barrierer for et velfungerende team på skolen, bl.a. dårligt samarbejde mellem N/T-lærere og overbygningslærere:

7. *Vi har nogle små enklaver af undergrupper inden for naturfagsteamet. I indskolingen er de rigtig gode til at mødes hver 14. dag og lave fælles planlægning. Og jeg synes faktisk at vi i overbygningen er gode til at mødes og lave fælles projekter og sparre med hinanden. Vi laver fælles årsplaner, og hvad gør I her og der. Men vi er ikke lykkedes med at lave et sammenhængende naturfagsteam.*

På en tredje skole kan et knap så velfungerende teamsamarbejde måske skyldes skolens størrelse:

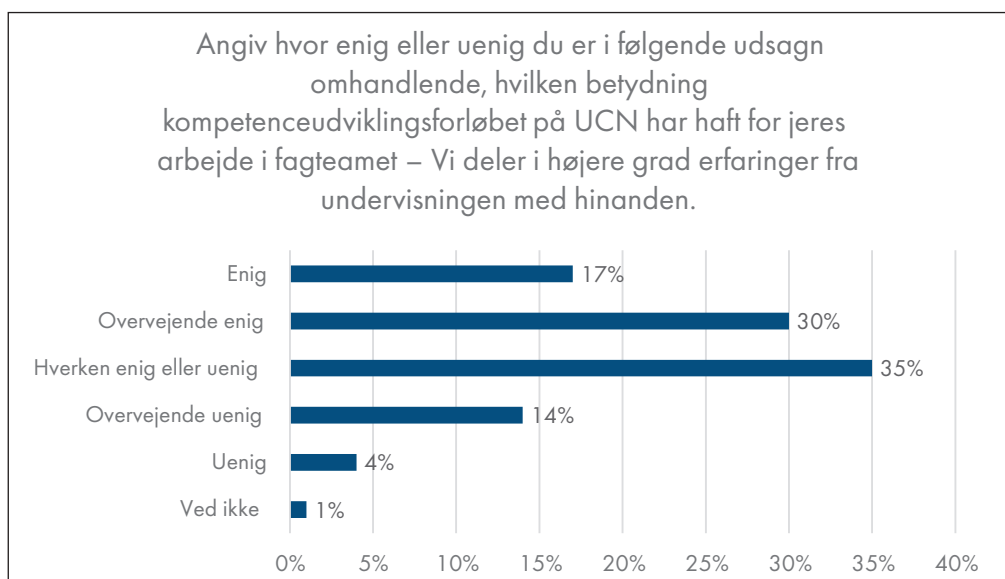
8. *Altså der var jo ingen tvivl om at hvis jeg gik til en af mine fagkollegaer, uanset hvem det var, og sagde "kan du hjælpe med det her?", så vil jeg have fået ja. Men det vil mere være som kollega til kollega og ikke som fagteam. Og jeg tror måske det hænger sammen med at vi er så store som vi er.*
9. *Altså vi præsenterede da nogle af de der forsøg vi havde lavet deroppe (på uddannelsen, red.). Og også at vi havde snakket om ... hvad var det nu det var? Der var et eller andet som vi havde snakket om deroppe, som jeg så snakkede med XXX om, men det var ikke som sådan i fagteamet, for det var noget vi snakkede om i efteråret hvor vores fagteam egentlig først startede omkring nytår. Det gjorde det i hvert fald ... sidste år. Så det var sådan lidt ... men det der er med fagteams ... der er ikke en sådan en stabil kultur omkring det, og vi prøver også at strukturere det lidt forskelligt fra år til år for at finde en løsning der virker, men det fungerer ikke rigtig. Det gør det ikke.*

I lighed med ovenstående ses altså et fagteam som først starter op i 2. semester under uddannelsen, og som derfor ikke har kunnet bidrage til lærernes uddannelse som kompetenceløftmodellen fordrede. Disse lærere har ikke oplevet at deres fagteam dannede bindeled mellem uddannelse og praksis.

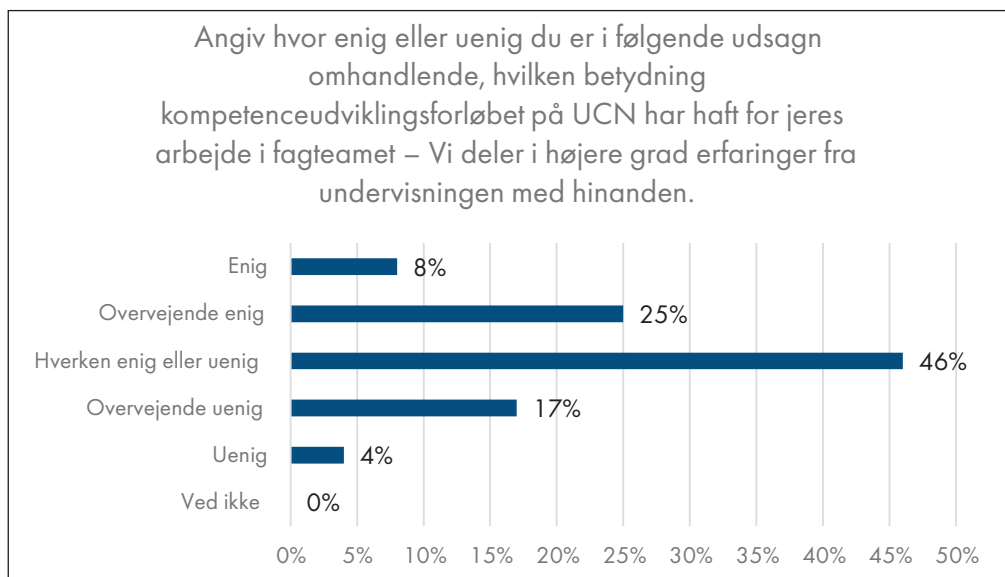
Et konkret område som naturfagsteamet kunne samarbejde om, er undervisningsplanlægning, og dette område blev undersøgt gennem både spørgeskemaundersøgelsen fire måneder efter kompetenceløftforløbet og det efterfølgende interview. Også

her viste der sig umiddelbart en forskel mellem naturfagslærerne og andre faggrupper, jf. figur 3 og 4.

*Angiv hvor enig eller uenig du er i følgende udsagn omhandlende hvilken betydning kompetenceudviklingsforløbet på UCN har haft for jeres arbejde i fagteamet – Vi deler i højere grad erfaringer fra undervisningen med hinanden.*



**Figur 3.** Svarfordelingen for restpopulationen



**Figur 4.** Svarfordelingen for naturfagslærere

47 % af restpopulationen svarer her “enig” eller “overvejende enig”, hvorimod 33 % af naturfagslærerne svarer i de samme kategorier. Hos naturfagslærerne er der lidt flere i midterkategorien og i de mere negative valgmuligheder.

Lærerne på en skole forholder sig til spørgsmål og svar således:

10. *Men det er også et spøjst spørgsmål fordi det der går jo ikke kun på hvordan vi gjorde mens vi læste, men også om vi nu er bedre til at samarbejde med andre naturfagslærere. Og det tænker jeg det er sådan lidt svært altså fordi, hmm ja, hvordan skulle jeg have været blevet bedre? Altså fordi at der er jo heller ikke nogen, som sagt, nogen sådan tæt samarbejdskultur her, så jeg ved ikke hvad det er for nogle situationer det skulle have ændret for mig.*
11. *Men jeg tror vi har ikke været gode til sådan “hvad er det egentlig vi skal”, så det har været svært at få videre, men egentlig synes jeg heller ikke at vi har et stærkt fagteam. Altså det er tit sådan lidt, okay nu er vi sammen, hvad skal vi snakke om?*

Lærerne fra denne skole bruger ikke naturfagsteamet til undervisningsplanlægning særlig systematisk, hvilket kan hænge sammen med en skiftende teamstruktur på skolen således at lærerne tilhører flere teams og må prioritere, hvorfor naturfags-samarbejdet kan blive valgt fra.

Lærerteamet på en anden skole:

12. *Men det hænger også sammen sådan for mig at når jeg kommer hjem fra uddannelsen, så har jeg ikke behov for at erfaringsdele med andre, så har jeg lidt behov for at lukke mig omkring det her nye fag som jeg nu skal til at fungere i. Og sparring og møder osv. er jo noget der først kommer når man er ved at opnå en vis tryghed i det. Her to år efter uddannelsen er jeg stadig ved at indsamle praksiserfaringer for mig selv inden jeg bliver værd at lave sparring med.*
13. *Noget af det vi har savnet, det var netop det tværfaglige. Når det nu er sådan at vi sidder på efteruddannelse med lærere fra andre fag, så skulle vi jo have arbejdet sammen. Jeg er jo ny i det fag jeg er i gang med at blive uddannet i, og så skal jeg også forholde mig til et andet fag som jeg ikke underviser i, så jeg manglede det store overblik over fagenes samspil – det var der simpelthen for lidt af. Der burde have været et tværfagligt forløb hvor lærere med forskellige fag skulle samarbejde om planlægningen af det, så uddannelsesforløbet har ikke bidraget til et bedre tværfagligt samarbejde i naturfagsteamet.*

Det ovenstående er to kommentarer til den forskel der kunne ses i lærernes oplevelse af hvorvidt uddannelsen har bidraget til yderligere samarbejde og deling af erfaringer i fagteamet. Der er dels en kommentar fra en lærer der først forventer at inddrage kolleger efter at vedkommende har opnået sikkerhed i det nye fag – og ikke erfaringsdeling som et middel til sikkerhed – og dels fra en lærer der begrundet den manglende erfaringsdeling med savnet af tværfaglighed under uddannelsen.

### *Anbefaling D, E og F: Transfer som middel til ændring i praksis*

Følgende koder er anvendt for at identificere nedenstående udtalelser: “fagkultur”, “fagidentitet”, “forskelle”, “ændring” og “praksisændring”.

Indledningsvist bliver lærerne bedt om at kommentere forskellen mellem naturfagslærerne og andre faglærere når der bliver spurgt til uddannelsens anvendelighed i praksis. *I hvilken grad er du enig/uenig i følgende udsagn vedrørende undervisningens anvendelighed i praksis: Jeg har i forlængelse af mit uddannelsesforløb ændret min undervisningspraksis.*

Her har næsten dobbelt så mange naturfagslærere (27 % mod 14 %) svaret “i mindre grad” eller “slet ikke”, mens halvt så mange naturfagslærere (20 % mod 40 %) har svaret “i meget høj grad” eller “i høj grad”. Interviewer spørger derfor:

Hvad skulle uddannelsesforløbet have gjort anderledes for at kunne ændre naturfagslærernes praksis?

14. *Jeg tror det er mere krævende at ændre praksis for naturfagslærere end for andre faggrupper. På grund af rammerne – de fysiske og økonomiske. Det er jo fedt at prøve noget nyt udstyr på læreruddannelsen, men vi har ikke råd til at købe det.*

Dette synspunkt vedrørende rammerne støder vi også på i et andet interview:

15. *Hvis geografilæreren efter kurset (uddannelsen, red.) kommer tilbage til det samme gamle, lidt lasede kort og globus, så er det ikke sikkert det ændrer noget.*
16. *Den største nyhed i naturfagene som betyder noget for alle, er den fælles naturfaglige prøve, og den nyhed har vi brugt for lidt i uddannelsen. For det er den fælles knag som vi alle kan udvikle os indenfor, og vi kan gå hjem og udvikle på skolen, og det tænker jeg faktisk på at vi har brugt den for lidt, den knag.*

Disse lærere kommenterer relationen mellem de to kontekster hvor forskellene tilsyneladende har været for store i forhold til praksisbehovet. I tilfældet med “udstyr” har uddannelsen budt på for positive forhold i forhold til praksis, og i det andet udsagn påpeges forhold i praksis som ikke er tilgodeset tilstrækkeligt under uddannelsen.



En lærer kommenterer forskellen mellem uddannelse og praksiskontekst bedømt på hvad vedkommende har brugt forberedelsestiden på. Optimalt kunne indholdet på uddannelsen være omsat til praksis gennem lærerens planlægning af egen undervisning:

17. *Men det var jo lige så meget i forberedelsen hvor jeg ofte sad og skulle sidde og skrive noget opgave, og så havde jeg måske også lige 50 sider jeg skulle have læst, for det var ikke alt sammen sådan noget stof man bare danser igennem. Det skulle nogle gange læses meget intenst, så det tog en time at læse otte sider, så puh, så er ens hoved altså virkelig fyldt op. Men jeg skulle også lige have skrevet den der opgave, og det vil sige at noget af glæden forsvandt fordi jeg hele tiden skulle prioritere, og jeg kunne ikke læse det så grundigt som det ligesom var nødvendigt for at det bliver til viden.*

Læreren henviser til uddannelsesmodellens forventning til at de studerende afslutter to moduler med en kompetencemålsprøve. For alle naturfagene på læreruddannelsen (hvis studieordning danner grundlag for modellen) gælder den forudsætning for at gå til kompetencemålsprøve at den studerende forinden skal have afleveret et antal studieprodukter. Læreren oplever at disse produkter (opgaver) har fyldt for meget. Forskellen mellem de to kontekster har tilsyneladende hindret denne lærer i at skabe transfer mellem uddannelse og praksis.

At de to kontekster også kan supplere hinanden, fremgår af en anden lærer i samme interview som fortæller at vedkommende havde to 7.-klasser på tidspunktet for kompetenceløftet, og inspireret af undervisningen på uddannelsen gennemførte læreren en ekskursion med begge klasser – forskudt:

18. *Og så fik jeg struktureret det på to forskellige måder – den ene, der fik jeg efterlignet lidt det vores underviser gjorde, og så fandt jeg ud af, hvad fungerer ikke når man står med en 7.-klasse. Og så fik jeg det rettet til anden gang, og der fungerede det bedre.*

## Analyse af naturfagslærernes kommentarer og forklaringer

Vedrørende de kooperative læreprocessers medvirken til lærernes kompetenceudvikling vil naturfagsteamets betydning for overførsel mellem uddannelse og praksis blive belyst herunder.

Fagteamet skal virke understøttende og sikre en faglig og fagdidaktisk dialog både under og efter forløbet. En del af udtalelserne angiver et ikkeeksisterende fagteam under en væsentlig del af lærerens kompetenceudvikling, herunder citat 1, 3, 4, 5, 8, 9 og 10. I disse tilfælde mangler den faglige og fagdidaktiske dialog og refleksion i fagteamet under uddannelsen. Læreren kan dog godt have haft en dialog med en

kollega på kompetenceløftholdet, hvilket læreren i citat 6 giver udtryk for. Læreren i citat 5 konkluderer direkte at uddannelsen ikke har medvirket til etablering af et understøttende fagteam. I citat 7 ser det ud til at der findes et velfungerende fagteam i de to hovedafdelinger på skolen, men det fremgår ikke hvorvidt uddannelsen har medvirket til dette. Citat 10 og 11 kan tages som udtryk for et i forvejen reduceret teamsamarbejde mellem naturfagslærerne. Citatet kan tolkes som at skolen på grund af KiU-Nord-modellen formelt har oprettet et naturfagsteam, men det har ikke været understøttende i forhold til lærernes udvikling, og lærerne har heller ikke opfattet teamsamarbejdet som medvirkende til kompetenceløftet. Naturfagsteamet kunne have dannet baggrund for erfaringsudveksling og samarbejde om undervisningsplanlægning med henblik på transfer af indhold mellem uddannelse og praksis. Udtalelserne fra lærerne tyder ikke på at fagteamet er brugt på en særlig systematisk måde til at samarbejde om undervisning. Læreren i citat 6 afviser det, men læreren i citat 7 antyder at der er sket en vis overførsel. Læreren i citat 12 svarer direkte i modstrid med teorien bag kooperative læreprocesser som forudsætning for læreres kompetenceudvikling. Læreren foretrækker ikke at bruge fagteam eller kolleger som forum for fælles refleksion og erfaringsudveksling. Lærerne i citat 13 og 16 ville gerne have brugt fagteamet som kooperativt læringsforum, men her kritiserer lærerne uddannelsen i henhold til KiU-Nord-modellen for at være mangelfuld i forhold til et væsentligt behov i praksis. Her mangler der tilsyneladende transfer mellem de to kontekster.

Et andet aspekt som har hindret transfer mellem uddannelse og praksis, er uddannelsesmodellens forventning om en formel kompetencemålsprøve ved afslutning af de to moduler. Forberedelse og opgaveskrivning til de naturfaglige undervisningsmoduler på uddannelsen var tilsyneladende for omfattende til at læreren i citat 17 kunne finde tid til at overføre planlægning, gennemførelse og evaluering af undervisningsforløb fra uddannelsen til egne elever. Denne lærer ville måske have foretrukket en mere tæt transfer (*near transfer*: Aarkrog, 2011), forstået som større overensstemmelser mellem de to kontekster. En mere vellykket transfer kommer til udtryk i citat 18 hvor læreren giver udtryk for at have anvendt, reflekteret over og genanvendt dele af indholdet fra uddannelsen, og inspirationen fra uddannelsen resulterede i et fungerende undervisningsforløb. Det er dog værd at bemærke at denne refleksions- og læreproces for læreren tilsyneladende foregik uden fagteamets mellemværende – altså en ikkekooperativ refleksionsproces.

## Konklusion

På problemformuleringens spørgsmål om i hvilket omfang modellen har fremmet naturfagslærernes kompetenceudvikling, må svaret derfor være i mindre omfang

i forhold til lærere fra andre faggrupper. En del af forklaringen kan ifølge ovenstående være den måde fagene og fagteams er organiseret på skolerne. Når teorien om transfer ifølge Wahlgren siger at optimal transfer forudsætter en erkendelse af forskelle og ligheder mellem de to kontekster, så kunne ovenstående uddrag tyde på at de forskellige læringskontekster i KiU-Nord ikke i tilstrækkelig grad har erkendt de væsentlige forskelle der eksisterer mellem en kompetencegivende naturfagsuddannelse og naturfagslærernes praksis. Alle de interviewede har opfyldt målene for uddannelsen og har bestået deres eksamen, men det er spørgsmålet hvorvidt uddannelsen har medvirket til ændringer i praksis. KiU-Nords teoretiske forståelsesramme består af to overordnede teorier, nemlig teorier om kooperative læreprocesser og transfer. Hvis fagteamsamarbejde skal opfattes som en indikation på en kooperativ læreproces, så ser det ikke ud til på data fra naturfagslærerne at det er fagteamet som har været grundlag for lærernes kompetenceudvikling. Det tyder endvidere på at transfer af viden fra uddannelsesinstitution til praksis med henblik på at mediere lærernes kompetenceudvikling tilsyneladende ikke er sket systematisk.

Forskellen i naturfagslærerpopulationen og restpopulationen i resultaterne fra den kvantitative undersøgelse vedrørende lærernes vurdering af egen kompetenceudvikling kan ikke forklares udelukkende med ovenstående beskrivelse og analyse, men der antydes nogle årsagssammenhænge af lærerne selv som må afvente yderligere undersøgelser. Bl.a. forekommer der flere gange henvisninger til naturfagernes særlige vilkår og naturfagernes identitet og kultur som forklarende i forhold til naturfagslærernes respons i spørgeskemaerne. Teorier om naturfaglig kultur og naturfagernes særlige erkendeformer og dannelsesmål vil kunne bidrage til at kaste lys over hvorfor og hvordan fagkulturer skal inddrages i læreres efter- og videreuddannelse. Ligeledes forekommer det relevant for både udbydere, aftagere og studerende at sammenligne forskellige efter- og videreuddannelsesmodellers evne til at tilgodese lærernes behov for at tilegne sig en naturfaglig kultur.

## Referencer

- Aarkrog, V. (2011). A taxonomy for teaching transfer skills in the Danish VET system. *Nordic Journal of Vocational Education and Training*. Vol 1, no. 1, 2011. Linköping: Linköping University Press.
- Andersen, H.T. (2015). Kompetenceudvikling for lærere på tværs af kommunerne i Region Nord. Thisted: Thisted Kommune. <https://drive.google.com/file/d/19b8XfQr6jgICUH0O6Cdf9a79Jf7Cwui/view> (sidst set 28.06.19).
- Christensen, O., Gynther, K. & Petersen, T.B. (2012). Design-Based Research – introduktion til en forskningsmetode i udvikling af nye E-læringskoncepter og didaktisk design medieret

- af digitale teknologier. *Tidsskriftet Læring og medier*. Nr. 9 – 2012. Tidsskrift.dk. <https://tidsskrift.dk/lom/article/view/6140> (sidst set 28.06.19).
- Creswell, J.W. & Clark, V.L.P. (2007). *Designing and conducting mixed methods research*. Thousand Oaks: Sage Publications.
- Desimone, L.M. (2009). Improving impact studies of teachers' professional development: Toward better conceptualizations and measures. *Educational Researcher* 38(3), 181-199.
- Kvale, S. & Brinkmann, S. (2015). Interview. Det kvalitative forskningsinterview som håndværk. København: Hans Reitzels Forlag.
- Nielsen, B.L. & Krogh, L.B. (2017). Professionel udvikling af naturfagslærere – tematiseret med data fra KiU og QUEST. *MONA*, nr. 4, 2017. København: Institut for Naturfagernes Didaktik, Københavns Universitet.
- Olsen, H. (2001). Kvalitative analysestrategier og kvalitetssikring. *Sociologisk Forskning*, vol. 40, no. 1 (2003), pp. 68-103.
- Sillasen, M., Valero, P. & Sørensen, S. (2010). Læreres vilkår for at udvikle en naturfaglig kultur omkring natur/teknik. *MONA – Matematik- og Naturfagsdidaktik*, (2). <https://tidsskrift.dk/mona/article/view/36164> (sidst set 28.05.19).
- Sunesen, M.S.K. (2016). *Læreres og pædagogers oplevede læringsudbytte af et pædagogisk kompetenceudviklingsforløb – med inklusion som eksempel*. Ph.d.-afhandling, DPU, Aarhus Universitet.
- Wahlgren, B. & Aarkrog, V. (2012). *Transfer: kompetence i en professionel sammenhæng*. Aarhus: Århus Universitetsforlag.
- Wahlgren, B. (2009). *Transfer mellem uddannelse og arbejde*. Aarhus: Nationalt Center for Kompetenceudvikling. Aarhus Universitet.

## English abstract

We examine a model for in-service training in school subjects, including science. This model presupposes interaction between the teachers' in-service training and their practice and has its theoretical background in cooperative learning theory and transfer as a prerequisite for practice change. Our research uses questionnaires and interviews. The survey responses show a generally less positive assessment of own competence development in science teachers compared to teachers in other subjects. The qualitative study uncovers organizational reasons as possible explanation of the differences. We conclude that the theoretical basis of the model could not adequately explain the science teachers' less favourable assessment, and that the study deserves augmentation to uncover the significance of their concept of science culture.

# Hvad skal gymnasielærere inden for sciencefagene kunne i morgen og på længere sigt?



Helle  
Mathiasen,  
IND



Jesper  
Melchjorsen,  
Egaa  
Gymnasium



Pia Møller  
Jensen,  
Egaa  
Gymnasium

**Abstract:** Artiklen diskuterer spørgsmålet: Hvad skal gymnasielærere inden for sciencefagene kunne i morgen og på længere sigt? Fokus er på didaktiske rammer og præmisser for gennemførelse af undervisningen nu og om ti år. I diskussionen inddrages viden fra forsknings- og udviklingsarbejde inden for de gymnasiale uddannelser samt konkrete erfaringer fra undervisningsaktiviteter i en gymnasiepraksis. Svarene på det stillede spørgsmål er mangefacetterede og inddrager flere konkrete tiltag. Artiklen afsluttes med otte bud på tiltag der kan understøtte sciencelærere kompetenceudvikling i morgen og på lidt længere sigt.

## Indledning

Denne artikel tager udgangspunkt i spørgsmålet: Hvad skal gymnasielærere inden for sciencefagene kunne i morgen og på længere sigt? Fokus er således specifikt på sciencelærere og på kompetencer der presser sig på nu og på lidt længere sigt.

Gymnasielærerne skal generelt varetage flere roller og funktioner. Disse afspejler præmisser som gymnasiereformen 2017 (Undervisningsministeriet, 2016), nye elevgrupper og en verden i stadig forandring. Der stilles nye krav til gymnasielærerne, der er presset af flere års nedskæringer. Samtidig skal de forholde sig til roller og funktioner der er kendetegnede ved at være dynamiske størrelser og dermed under stadig udvikling.

Gymnasiereformen implementeret fra 2017 indeholder nye elementer som fx et nyt grundforløb og nye fagområder i sciencefagene. Der er tilføjet krav om under-

søgelsesbaseret scienceundervisning eller IBSE (Inquiry Based Science Education) i nogle fag som fx fysik C (Undervisningsministeriet, 2017). Andre fagbeskrivelser er præget af mere kompetenceorienterede mål. Der er ændringer der inkluderer nye prøveformer, et større fokus på det digitale og et mere fokuseret krav om udvikling og kvalitetsstyring på de enkelte skoler, hvilket alt sammen udfordrer lærernes roller og funktioner. Følgende tre retningsgivende mål danner en overordnet ramme for lærernes aktualisering af roller og funktioner:

- *Gymnasieskolerne skal udfordre alle elever, så de bliver så dygtige, som de kan.*
- *En større andel af studenterne skal påbegynde en videregående uddannelse.*
- *Trivslen i de gymnasiale uddannelser skal styrkes.* (Regeringen, 2016, s. 42)

Fremtidens gymnasieskole og lærerroller og -funktioner påvirkes af de gymnasiale uddannelsers mange interessenter, både inden for og uden for gymnasieskolen. Det politiske system har specifikke interesser, hvilket kan læses i styrende dokumenter som gymnasieloven, tilhørende bekendtgørelse og i læreplanerne. Erhvervslivet har interesser som aftagere. Det samme gælder de videregående uddannelser. Forlag og teknologifirmaer har deres specielle interesser. Nærområdet har interesser i forhold til fx opretholdelse af uddannelsesmuligheder og vækst. Forældre har interesser der fx handler om skolevalg, studieretning, geografisk placering og sociale forhold. Der er således mange interessenter der med hver deres optik på de gymnasiale uddannelser har intentioner, ønsker og krav som de forsøger at bringe i spil.

Artiklens ærinde er dog ikke at udfolde en interessentanalyse, men med ovenstående ønsker vi at tilkendegive at gymnasiets fremtid ikke alene kan baseres på undervisningens planlægning og gennemførelse. Også indflydelse fra interne og eksterne interessenter er i spil. Vi har valgt at fokusere på didaktiske perspektiver hvor kompetenceudvikling er et omdrejningspunkt. Udvikling og nytænkning af lærerroller og -funktioner er en del af dette omdrejningspunkt.

Artiklen udfolder en vifte af udfordringer hvad angår hvilke kompetencer der skal aktualiseres, og bud på hvad der skal til for at sciencelærere kan udvikle de fordrede kompetencer. Vi fokuserer på praksis og på undersøgelser der inddrager praksis, når vi diskuterer lærerkompetencer i morgen og på længere sigt.

Indledningsvis præsenteres kollegers, interessenters og forskeres svar på det indledende spørgsmål: "Hvad skal gymnasielærere inden for sciencefagene kunne i morgen og på længere sigt?" Svarene kommer fra deltagere i to forskellige workshops. Deltagerne diskuterede spørgsmålet i grupper og fremlagde deres bud (skriftligt) på et INDSigts-seminar på Institut for Naturfagernes Didaktik (IND) i foråret 2019 og i forbindelse med en workshop på Big Bang-konferencen 2019. Disse svar holdes op imod

resultater fra et litteraturstudium foretaget som oplæg til arbejdet med en national naturvidenskabsstrategi i 2017 (Nielsen (red.), 2017).

Vi supplerer med enkelte nedslag i et forsknings- og udviklingsprojekt med fokus på udvikling af konkrete innovative kompetencer og fleksibel organisering af undervisningen hvor elev- og lærerstemmer er i fokus. Innovationstemaet er valgt som eksempel da dette tema fortsat er aktuelt jf. gymnasireformen med start i 2017 (Mathiasen et al., 2014).

Innovative kompetencer er sammen med digitale, globale og karrierekompetencer de fire dimensioner der skal sættes særligt fokus på i undervisningen ifølge de styrende dokumenter (Regeringen, 2016, side 24). Nedslagene kan ikke direkte overføres til de tre øvrige dimensioner i reformen, men nedslagene kan ses som en øjenåbner for ikke kun den innovative dimension, men også de øvrige dimensioner i reformen.

Endelig vender vi os mod konkrete praksiserfaringer med eksempler på hvordan man kan arbejde med udvikling af sciencelærernes kompetencer. Artiklen afsluttes med en opsummering af udfordringernes mange facetter og et bud på hvad der kan gøres nu og fremadrettet.

## Stemmer fra praksisfeltet og forskningen

Dette afsnit tager udgangspunkt i et åbent seminar udbudt af IND i foråret 2019 og en workshop på Big Bang-konferencen 2019. Begge steder deltog en bred vifte af repræsentanter fra de gymnasiale uddannelser (ledelse og lærere), universiteter (undervisere, forskere og gymnasiekonsulenter), professionshøjskoler (undervisere og forskere), eksterne miljøer, museer, naturskoler samt sciencecentre.

Begge arrangementer havde lærerkompetencer som tema. Ud over faglige oplæg om lærerkompetencer bestod de to arrangementer af gruppearbejde. Deltagerne diskuterede og nedskrev deres svar på det stillede spørgsmål om sciencelæreres kompetencer i morgen og på længere sigt. Svarene har vi inddelt tematisk i seks kategorier på baggrund af en indholdstolkning som analysestrategi.

### *Kategori 1: Det faglige som det solide*

Der var bred enighed om at et *“solidt fagligt grundlag”* og et *“solidt didaktisk grundlag”* er fundamentet og udgangspunktet for *“lærerens mange funktioner”*. Det gælder nu og om ti år.

Et solidt fagligt grundlag er ikke blot fundament for nuværende funktioner. Ifølge omtalte litteraturstudie er veluddannede lærere den afgørende faktor for udvikling og nytænkning af undervisning (Nielsen (red.), 2017). Så dette er væsentligt nu og for en fortsat udvikling.

Der er dog her en væsentlig udfordring idet Danmark ligger under OECD's gennemsnit med hensyn til tid brugt på læreres fortsatte professionelle udvikling. Dette har været tilfældet siden målinger startede i TALIS-regi i 2008 (OECD, 2019).

### *Kategori 2: Komplekse kompetencer*

De fleste deltagere var enige om at *"komplekse kompetencer"* er vigtige. Et eksempel kunne være behovet for at lærerne udvikler kompetencer der kan understøtte eksperimentel undervisning og IBSE med åbne elevaktiverende opgaver. Lærerne skal i den sammenhæng blive fortrolige med en *"mosaik af faglige værktøjer"* som anses for en vigtig del af lærerens kompetenceudvikling. Undersøgelse og forståelse for de komplekse kompetencer er en vigtig faktor for succes.

Ifølge litteraturstudiet er sciencelærere generelt positive over for IBSE, men der er mange udfordringer i forhold til implementering. Det kan være en tidskrævende opgave at udvikle IBSE-forløb. Dette betyder at det for de fleste blot er noget der anvendes meget sporadisk og ikke som et gennemgående træk ved undervisningen (Nielsen (red.), 2017).

### *Kategori 3: Ny kandidatuddannelse*

En vinkling på dette perspektiv udviklede sig til et bud på en kandidatuddannelse som en *"tosidig uddannelse med fag og didaktik som gensidigt befrugtende grundelementer"*. Idéen er her at fag og didaktik aktualiseres løbende gennem uddannelsen og dermed giver kommende sciencelærere inden for det gymnasiale område de nødvendige kompetencer, såvel faglige som pædagogiske og didaktiske.

Også denne vinkel er der opbakning til i litteraturstudiet: *"Men generelt må der ... være et behov for mere viden om, hvordan man konkret vil kunne arbejde med og udvikle forskningsbaseret læreruddannelse i en dansk kontekst"* (ibid., side 56).

### *Kategori 4: Løfte i flok*

Deltagerne pointerede vigtigheden i at *"lærerne samarbejder og deler viden og gode idéer; lærerne skal udvikle et praksisfællesskab"*. Vejen væk fra den privatpraktiserende lærer ses som en strategi der kan løfte både den enkelte lærer og udvikle det kollegiale samarbejde i en frugtbar retning.

En udfordring der forventes at blive endnu mere presserende i fremtiden, er motivation. Som en af grupperne skrev på deres poster: *"Eleverne bliver nok ikke lettere at motivere, så der skal fortsat arbejdes med at motivere, gøre undervisning praksisnær og relevant"*. En analyse af den (muligt) faldende motivation hos eleverne er for omfattende at udfolde her, men et kortere *"attention span"* hos eleverne, flere gymnasiefremmede elever og elever med dårlige mestringsforventninger til sciencefagene var



eksempler på forklaringer blandt de deltagende på IND-seminaret og workshopen på Big Bang-konferencen 2019.

Et andet perspektiv der blev ekspliciteret, var at eleverne skal gives medindflydelse på undervisningens tilrettelæggelse og gennemførelse i bredeste forstand. Derudover var der enighed om at *“der skal skabes et godt arbejdsmiljø i klasserne, så eleverne hjælper hinanden”*. Alle er udfordringer der bedst løses ved at lærerne løfter i flok.

Også denne pointe vinder klangbund i litteraturstudiet. Her konkluderes det at det er gavnligt at understøtte udviklingen af professionelle læringsfællesskaber da disse har kapacitet til at fremme og understøtte læring hos underviserne (ibid.).

### *Kategori 5: Prøveformer – nytænkning*

En del af deltagerne var optaget af udvikling af prøveformer som også skulle kunne teste elevkompetencer inden for en flerhed af reformens kompetencemål og ikke kun fagfaglige kompetencer. Det fordrer at lærerne udvikler kompetencer der kan understøtte elevernes kompetenceudvikling. Lærerne skal kunne nytænke testformer, og de skal bidrage til at de formelle prøveformer undergår kritiske refleksioner på en faglig baggrund.

Litteraturstudiet omtaler også denne problematik og refererer bl.a. til et projekt hvor det er undersøgt hvordan nye prøveformer kan udvikles i forbindelse med den nye innovationskompetence (Nielsen, 2019).

### *Kategori 6: De mange prismer en sciencelærer skal kunne se igennem og kunne agere i*

Deltagerne angiver at *“AT eller noget andet skal tilbage”*. De siger også at der skal være *“fokus på dannelse og tværfaglighed”*, samt at der skal være *“mere problemorienteret undervisning”*. En vigtig pointe var desuden at *“alle elever, også sproglige og samfundsfagligt orienterede, skal opnå viden om og kompetencer inden for naturvidenskab og teknologi for at blive alment dannede”*. Derudover blev der fremsat ønsker om *“samarbejde ‘op og ned’ (folkeskole til universitet)”*. En enkelt gruppe skriver eksplicit på deres poster at der er behov for *“efteruddannelse i innovation”*. Den brede forståelse for teknologi og naturvidenskab er et vigtigt dannelsesaspekt for sciencelærerne. Dette tematiseres fortløbende i massemedierne. Litteraturstudiet berører dette tema, men udfolder det ikke yderligere.

### *Kompetencefordringer – opsamling*

De præsenterede kategorier fortæller samlet om den flerhed af udfordringer som ikke kun sciencelærerne står overfor. Universiteterne opfordres til at nytænke kandidatuddannelserne så de giver nyuddannede de kompetencer som kræves for at kunne varetage flere typer af lærerroller og -funktioner (jf. figur 1). Også på uddannelsesmi-

nusterielt plan opfordres der til nytænkning af prøveformer som indirekte involverer lærerkompetencer inden for dette område.

Samarbejde internt på gymnasiet, men også samarbejde på langs og tværs af uddannelsessystemet, ses som en vigtig kompetence i morgen og på længere sigt.

Det kan virke overraskende at ingen af grupperne italesatte kompetencer der har fokus på fx relationerne mellem lærerne og eleverne, udvikling af en frugtbar klassekultur og feedbackaktiviteter. Disse kompetencer værdsætter eleverne særligt højt når de bliver spurgt om lærerens roller og funktioner (fx Mathiasen, 2016; Dolin et al., 2018). Dette kan eventuelt skyldes at deltagerne, ligesom vi, har haft fokus på kompetencer der er særlige for sciencelærere, og dermed ikke disse mere generiske kompetencer. Vi vender tilbage til de mere generiske kompetencer i forbindelse med afsnittet om konkrete praksiserfaringer.

Ifølge deltagerne i seminaret og på workshoppen skal lærerne have fagfaglige og "komplekse kompetencer" for at kunne indgå i tværfaglige undervisningsforløb og undervise undersøgelsesbaseret og problemorienteret. De skal kunne forholde sig til de mange dannelsesdimensioner der er indskrevet i reformteksten og i læreplanerne. Nogle af kompetencerne er fagspecifikke, men mange vil også være generiske kompetencer efterspurgt af interessenter som de videregående uddannelser og virksomheder. Sciencelæreren skal således have en vifte af specifikke, relevante og fremtidsorienterede kompetencer og kunne indtage forskellige roller og funktioner i og uden for klasserummet.

Nogle centrale lærerroller og -funktioner kan fremhæves ud fra de udfordringer lærernes kompetenceudvikling står overfor. Figur 1 viser bud på hvad en lærer skal kunne påtage sig af roller og funktioner, som rapporter, monografier, antologier, artikler, massemedier og netmedierede diskussionsfora har italesat.

Formidler	Fødselshjælper	Terapeut	Sjakkbajs
	Enzym	Tutor	Rådgiver
Lærer	Meddeler	Tankpasser	Coach
	Samarbejdspartner	Sparringspartner	Inspirator
Tilrettelægger	Facilitator	Samtalepartner	Playmaker
	Relationsmedarbejder	Kulturformidler	Omsorgsmedarbejder
Manager	Rejsefører	Boldspilsvæg	Konsulent
	Mediator	Communicative Modifier	Moderator
	Proceskonsulent	Underviser	

Figur 1. Bud på betegnelser for lærerroller og -funktioner.

## Hvad fortæller elever og lærere om innovative kompetencer?

Innovation, digitalisering, globalisering og karriere er som nævnt fire dimensioner der indgår i gymnasiereformen 2017 (Undervisningsministeriet, 2016). Her dykker vi ned i et blandt mange UVM-finansierede forsknings- og udviklingsprojekter. Det valgte projekt blev afsluttet i takt med at gymnasiereformarbejdet tog fart. Trods projektafslutning i 2014 ser vi en aktualitet i de fremdragne tematikker. Projektets primære fokus var på udvikling af innovative kompetencer hos lærere og elever med øje for den flerhed af udfordringer der kan vise sig (Mathiasen et al., 2014).

### *Er det at fejle i overensstemmelse med kompetencemål og prøveformer?*

Som indgang til et kompetencemålstema har vi valgt et didaktisk perspektiv på tilgangen til det at fejle med et citat om en lærers mål med undervisningen som inkluderer et kulturaspekt:

*“At de kan tænke abstrakt og nyt, og min ‘bottom line’ er ‘learn to fail or you will fail to learn’. Der hvor læring eksisterer og kreativitet og innovation er, det er ved foretagsomhed. Ved at foretage sig noget man er usikker omkring, og begå nogle fejl og så bearbejde de fejl, så man får en eller anden form for ny viden ud af det.” (Mathiasen et al., 2014, s. 35)*

Citatet indeholder mange relevante temaer i forhold til såvel lærernes som elevernes kompetenceudvikling og hermed bl.a. udvikling af roller og funktioner. Det handler om at måtte fejle og dermed også om at se fejl som en læringsressource. Det gælder både for elever og lærere og kræver en gensidig accept af en “fejlligtitimitet” i den konkrete undervisningskontekst. Målet er udvikling af elevernes kreative og innovative kompetencer samt at tilskynde til en ny tilgang til det at fejle og lære af disse fejl. Som vi senere vil komme ind på i praksiseksemplerne, er udvikling og vedligeholdelse af growth mindset essentielt i denne proces (Dweck et al., 2016).

Lærerne fortæller at det er svært at få etableret en kultur hvor fejl ses som et læringspotentiale. Dette kan opleves som udfordrende for både elever og lærere (Mathiasen, 2016). Yderligere nævner flere lærere at 7-trinsskalaen gør det vanskeligt at overbevise eleverne om at karaktersystemet belønner fejl, når udgangspunktet er et perfektibilitetsperspektiv.

Hvis prøveformer og opgaver ikke værdsætter det at turde det usikre, vil det blive vanskeligt at etablere en kultur der opfordrer til, værdsætter og bruger nytænkning med de satsninger der må høre med. Med andre ord har prøveformer og konkrete eksamensopgaver afgørende betydning for elevers og læreres tilgang til undervisningsformer og -aktiviteter og løbende evalueringsformer. Den såkaldte backwash-effekt (Taylor, 2005) har en effektiv virkning på tilgangen til og strategier for elevernes deltagelse i undervisningen.

## Vurderingskriterier og lærerkompetencer

Hvad angår lærernes kompetence til at vurdere disse sværere vurderbare elevkompetencer, ser eleverne et behov for en kvalificering af lærernes vurderingskompetencer. Dette er et komplekst felt som handler om at vurdere processer validt (for udfoldelse af innovativ kompetencevurdering, se fx Nielsen, 2019).

De elever der er blevet inddraget i undersøgelsen, udtrykker også et ønske om at *“Lærerne må også selv lære innovation for at kunne rådgive os. Det udfordrer også dem selv”* (Mathiasen et al., 2014, s. 61). Elevens pointe er, set fra vores perspektiv, at lærerne skal have mulighed for at udvikle kompetencer inden for områder hvor de ikke har de fornødne kompetencer fra egen universitetsuddannelse. Dette inkluderer didaktiske kompetencer på områder der ikke p.t. er fagfagligt forankrede. Dette gælder i et vist omfang begreber som kreativitet og innovation i flere fagdomæner. Lærerne reflekterer yderligere over deres muligheder for at *“ramme”* eleverne i en erkendelse af at lærere og elever har forskellige forståelser af og tilgange til at nytænke og tænke kreativt:

*“Det handler jo om, at den måde vi tænker kreativt på, overhovedet ikke behøver at stemme overens med den måde eleverne tænker kreativt på. Og de rammer kan jo fastlåse dem i rigtig høj grad. Så hvad er det, der tænder unge mennesker? Skal de høre brudstykker fra sange og associere på det i stedet for, eller en tilfældig søgning på FB-opdateringer – hvad rammer dem i deres hverdag og deres måde at tænke på? Hvad er naturligt for dem? Det vi præsenterer for dem er jo noget, der er naturligt for os, som vi er opdraget med og formet af og kan tænke kreativt ud fra.”* (Mathiasen et al., 2014, s. 66)

Med reformens fokus på innovation følger behov for kritisk konstruktive refleksioner hvad angår kompetenceudviklingens mangefacetterede udfordringer. Nye spørgsmål presser sig på når det handler om udvikling af innovative kompetencer, men de kunne ligeledes være relevante for de resterende dimensioner (globalisering, karriere og digitalisering):

- Er udviklingen af innovative kompetencer en udvikling af en faglighed der adskiller sig fra fagrækkens fagligheder?
- Hvilke lærer- og elevrelationer og hvilke lærer- og elevkompetencer skal i spil når fokus er på udvikling af innovative kompetencer?

Lærerkompetencer, i dag og på sigt, har indbygget en kompleksitet som er nødvendig for at møde kompleksiteten i gymnasiet og dets omverden. I en rapport om kompetenceudvikling på det gymnasiale område set fra et ledelsesperspektiv har Danmarks Evalueringsinstitut (EVA) spurgt ledere om deres tilgange til kompetenceudvikling af lærerne (EVA, 2014). EVA opsummerer:

*“Kompetenceudvikling skal først og fremmest løse institutionelle udfordringer, men lederne udtrykker samtidig et ønske om at imødekomme lærernes individuelle (og gruppebaserede) ønsker og holde den faglige viden ajour. Derfor gives kompetenceudvikling ud fra forskellige rationaler: Nogle gange har lærerne brug for pædagogisk-didaktisk input, andre gange for fag-faglig inspiration, og andre gange igen gives kompetenceudvikling mere med henblik på at øge motivationen hos medarbejderne.” (Danmarks Evalueringsinstitut, 2014, s. 7)*

Det er naturligvis oplagt at en gymnasieledelse har fokus på organisationsudvikling. Samtidig giver ledelsesrepræsentanterne i rapporten udtryk for at det er vigtigt, men ikke nok. Der er andre tiltag i forhold til medarbejdere i institutionen der skal have fokus afhængigt af den enkelte lærers tilgang, behov og konkrete arbejdsituation.

## Konkrete praksiserfaringer

Som det sidste vender vi os nu mod konkrete praksiserfaringer. Her giver vi eksempler på hvordan man kan arbejde med udvikling af lærerroller/-funktioner, undervisningspraksis og forankring af ny praksis på en skole. Artiklens to praktikere er ansat på Egaa Gymnasium (EG), hvor Pia underviser i matematik og fysik, og Jesper underviser i bioteknologi, kemi og biologi.

### Udfordringer

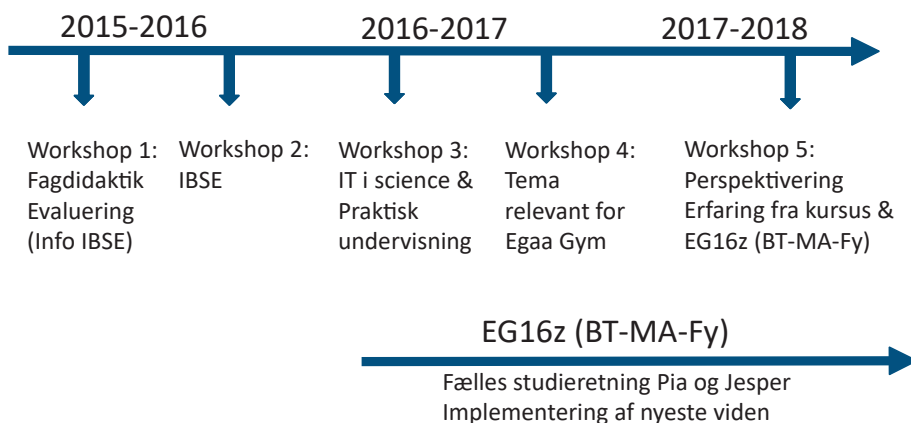
Som mange andre gymnasier i Danmark oplevede EG et fald i søgningen til de naturvidenskabelige studieretninger fra ca. 2010 og frem. Som del af en satsning for at vende den negative udvikling søsatte skolen et større udviklingsprojekt fra skoleåret 2015-16. Ved projektstarten blev følgende udfordringer identificeret:

- Fald i søgning til naturvidenskabelige studieretninger
- Flere gymnasiefremmede elever (en eller begge forældre uden gymnasial uddannelse)
- Lav eller manglende motivation hos en del elever
- Lav selvstændighed og risikovillighed hos nogle elever.

Foranlediget af den nye gymnasiereform blev følgende nye udfordringer identificeret:

- Implementering af nye grundforløb – en fælles skoleopgave
- Nye krav til arbejdsformer, fx IBSE, brug af IT og nye eksamensformer
- Nye lærerroller.

På baggrund af udfordringerne formulerede Pia og Jesper i samarbejde med rektor og med støtte fra bestyrelsen et udviklingsprojekt rammesat som illustreret i figur 2.



Figur 2. Tidsmæssig placering og indhold af workshops i forbindelse med udviklingsprojekt.

Projektet tog udgangspunkt i internationalt anerkendte kriterier for succesfuld gennemførelse af kompetenceudvikling af lærere (Nielsen & Sillasen, 2013; Nielsen (red.), 2017). Udviklingsprojekter med fokus på udvikling af lærerkompetencer bør:

- k1. Have deltagelse af flere kolleger fra samme skole
- k2. Tage udgangspunkt i lærernes aktive læring
- k3. Sikre mulighed for at det der arbejdes med på kurser, umiddelbart kan afprøves i en meningsfyldt sammenhæng
- k4. Facilitere lærernes samarbejde i kooperative læreprocesser
- k5. Have fokus på konkret fagligt indhold og relevant fagdidaktik
- k6. Være et længerevarende forløb med tid til iværksættelse af nye tiltag og tid til fælles refleksion.

Fundamentet blev en fælles gennemførelse af en master i scienceundervisning fra 2015 til 2018 (k1, k2) hvor Pia og Jesper løbende afprøvede og langsomt implementerede nye tiltag i en fælles naturvidenskabelig BT-MA-Fy-projektklasse startende i 2016 (k3, k4, k5).

Udviklingsprojektet indeholdt desuden et videreuddannelsesforløb for alle science-lærere på skolen hvor Pia og Jesper gennem halvdagsworkshops (temaer vist i figur 2) formidlede væsentlige teorier/metoder/resultater fra masteruddannelsen. Læs mere om indhold i disse workshops i eksempel 1 (k4, k5, k6). På baggrund heraf blev det i fællesskab diskuteret hvordan lærerne bedst muligt kunne inddrage ny viden i udviklingen af scienceundervisningen på EG. Projektet inddrog desuden en række

kolleger i aktionsstudier som del af den afsluttende masteropgave (Melchjorsen & Jensen, 2018). Her blev forskellige tiltag afprøvet og evalueret – se mere i eksempel 1 og 3 (k2, k4, k5).

I det følgende gives eksempler på aktiviteter i udviklingsprojektet for derigennem at belyse potentialet for udvikling af lærerkompetencer i et lærerkollegium.

### *Eksempel 1: Workshops*

Som nævnt var halvårslige workshops et vigtigt udgangspunkt i udviklingsprojektet. Workshoppene bestod af en blanding af korte oplæg med præsentation af de vigtigste pointer fra foregående moduler på masteren samt diskussioner i grupper hvor kolleger blev blandet på tværs af fag. Dette havde en meget positiv effekt idet mange oplevede at det var første gang vi havde god tid til at arbejde sammen på tværs af fagene. Som samlet gruppe fik vi diskuteret nogle af de grundlæggende spørgsmål både i forhold til vores fag og nok så vigtigt i forhold til lærerroller og -funktioner.

Som vist i figur 2 blev der arbejdet med mange forskellige temaer i løbet af de afholdte workshops. I forbindelse med hver workshop blev konkret undervisning diskuteret og udviklet, og nye initiativer sat i søen. I løbet af projektperioden har sciencegruppen således arbejdet med:

- evaluering af anvendte prøveformer i naturvidenskabeligt grundforløb (NV) og efterfølgende udvikling af ny revideret prøveform
- ny tradition med en årlig sciencefestival åben for alle elever og lokalområdet (se uddybning i eksempel 2)
- motivation og god undervisning baseret på interne spørgeskemaundersøgelser blandt lærere og elever
- undervisningspraksis i sciencefagene som udgangspunkt for diskussion og udvikling af IBSE-forløb
- brugen af OneNote-klassenotesbøger som platform for arbejde med digitale kompetencer i science
- udvikling af undervisningssekvenser med praktisk arbejde
- udvikling af nyt NV efter reformen baseret på diskussioner af naturvidenskabelig dannelse, formativ evaluering samt brug af portfolio
- fælles overblik over samt diskussion af vision for talentarbejde i science
- udvikling af lærerrollen baseret på undervisningsobservationer, kollegial supervision samt afprøvning af QTI (Questionnaire on Teacher Interaction) som selvudviklingsværktøj (Melchjorsen & Jensen, 2018)
- opbygning af praksisfællesskab i scienceklasser og evaluering af effekter og potentiale baseret på interviews med både elever og lærere.

Det samlede indtryk af det fælles projekt var positivt blandt sciencelærerne. Tidligere har efteruddannelse på EG primært bestået af at større eller mindre grupper har deltaget i kurser i regi af Danske Science Gymnasier (DASG), samt individuelle kurser for den enkelte lærer. Så dette var et nyt format der lagde op til at alle sciencelærere var med i et større projekt – et projekt der rakte flere år frem i tiden og havde en række konkrete målsætninger for det fælles arbejde. Projektet har derigennem bidraget til en begyndende udvikling af et professionelt læringsfællesskab blandt sciencelærerne på EG.

### *Eksempel 2: Faggruppeudvikling med ScienceSjov-festival*

Ud over håbet om at vække interesse og begejstring for naturvidenskab og dermed på sigt tiltrække elever til de naturvidenskabelige studieretninger havde lærerne et didaktisk og pædagogisk mål med festivalen. Ved at sætte eleverne i en autentisk formidlingssituation og forinden lade dem arbejde med selvvalgte emner til formidlingen forventedes en styrket selvtillid, interesse og motivation (Bandura, 1995; Ryan & Deci, 2009). Yderligere var formålet at styrke relationerne mellem kolleger og opbygge en positiv identitet blandt alle sciencelærerne og -eleverne fra de deltagende studieretningsklasser. Planlægningen og gennemførelsen af dagen bidrog således også positivt til kompetenceudvikling af lærerne og var endnu et skridt på vejen mod at etablere professionelle læringsfællesskaber både internt og på tværs af faggrupper.

Som billederne i figur 3 viser, optræder eleverne i andre roller og funktioner end den daglige elevrolle. I forbindelse med planlægningen og afviklingen af dagen blev lærerne tvunget ud i at afprøve andre roller end i hovedparten af den normale undervisning. Fx var lærerne i højere grad (proces)konsulenter, sparringspartnere og samarbejdspartnere end tankpassere og formidlere, jf. figur 1.

I 2016 afholdt EG første gang festivalen med ca. 800 gæster. I efteråret 2018 deltog 200 scienceelever, hvor de i fire timer udfordrede 1.100 gæsters nysgerrighed og viden om naturvidenskab.

### *Eksempel 3: Projekt- og undersøgelsesbaseret undervisning*

Med udgangspunkt i nye kompetencemål, anbefalinger af nye arbejdsformer og udfordringer med bl.a. elevers risikovillighed, selvstændighed og motivation valgte Pia og Jesper en vej med projekt- og IBSE-undervisning (herfra benævnt P-IBSE) som det bærende element for deres fælles projektklasse.

Science Cup, Drughunters og Unge Forskere blev valgt som en overordnet ramme for dette arbejde. Konkurrencerne blev brugt som en pædagogisk og didaktisk løftestang med et produktkrav, samtidig med at de var oplagte rammer for at arbejde med P-IBSE med udgangspunkt i elevernes egne projekter. Allerede tidligt i 1. g blev klassen informeret om at deres deltagelse i disse konkurrencer ville være en gennemgående





**Figur 3.** *Harry Potter-kemi, døvblinde-udfordringen og superledning var blandt de mange spændende boder man kunne besøge på ScienceSjov 2018.*

aktivitet i løbet af de tre år. Projektarbejdet og deltagelsen har løbende været italesat som en læreproces og ikke som en konkurrence hvor formålet var at vinde.

NV blev brugt som startskud til hele projektet via et nyt skræddersyet NV-forløb med fokus på at udvikle elevernes kompetencer i forhold til at arbejde med IBSE. NV-forløbet blev også klassens første fælles projekt idet de deltog med deres NV-slutprodukter i form af postere og forskellige artefakter i et område på ScienceSjov-festivalen med temaet "Rejsen til Mars". Dermed skulle eleverne både planlægge deres egne boder/stande og samarbejde om at få hele området til at fremstå som en samlet enhed.

Derudover var der i 1. g primært fokus på dannelsen af en god klasserumskultur og udvikling af elevernes growth mindset (Ågård, 2016; Dweck et al., 2016). Som det blev påpeget i "Stemmer fra praksisfeltet og forskningen" ovenfor, er det meget vigtigt at det lykkes at skabe et godt arbejdsmiljø i en klasse. Dette kommer ikke nødvendigvis af sig selv. Jesper og Pia havde gode rammer for at arbejde med dette i projektklassen. De havde dels klassen i alle deres studieretningsfag, og de var lærerteam for klassen. Det betød at det var Jesper og Pia der sammen tog imod klassen den første dag. Dette er, ifølge den hollandske professor og klasseledelsesforsker Theo Wubbels, af stor betydning:

*“Efter de første ti minutter er det meget svært at ændre forholdet til klassen. For 20 år siden troede jeg, det var anderledes – at man sagtens kunne ændre det efter første eller anden lektion – men det ser ud til at være særdeles vanskeligt. Så det er meget vigtigt, at du i løbet af de første ti minutter viser eleverne, at du er venlig, interesseret i dem, og at du også er villig til og i stand til at styre.” (Kamp, 2015)*

Vigtige elementer i arbejdet med klasserumskulturen er:

- hurtigt at lære elevernes navne – det viser at man interesserer sig for dem som individer
- at det er lærerne der styrer i klasserummet, inkl. at det er lærerne der bestemmer hvor (placering i læsegrupper) og hvordan (bordopstilling) eleverne sidder
- fokuseret arbejde med growth mindset – konceptet skal introduceres for eleverne, de skal arbejde med hvad det betyder, og det skal løbende italesættes i konkrete situationer.

Mange elever kommer med en perfektionskultur og stort fokus på karakterer. Fokus skal derfor flyttes fra karakterer til læring, og eleverne skal lære at værdsætte det læringspotentiale der ligger i at turde fejle (jf. afsnittet ovenfor om det at fejle). Derfor var specielt arbejdet med growth mindset afgørende for en succesfuld gennemførelse af den valgte undervisning gennem de tre år.

I 2. g udviklede arbejdet med klasserumskulturen sig til at have fokus på opbygningen af et praksisfællesskab blandt eleverne (se eksempel 4). Flere tværfaglige undervisningsforløb blev gennemført, bl.a. to længere forløb om hhv. klimaforandringer (BT-Fy-DA) og kræftdiagnosticering og behandling (BT-Fy-MA). Begge forløb blev igangsat med aktiviteter ud af huset.

Ud over arbejdet med de identificerede udfordringer var det konkrete mål med de mange projekter at sikre en fornuftig progression i elevernes kompetencer i såvel almen studieforbereelse (AT) som frem mod deres studieretningsprojekt (SRP) i 3. g.

I 1. g. blev der arbejdet i grupper hvor gruppedannelse skete i dialog med eleverne på baggrund af elevernes styrker og personligheder så de kunne complimentere hinanden. 2. g-projekterne var i friere gruppestrukturer baseret på interesser. I 3. g. blev der arbejdet individuelt. Gennem alle tre år øvede eleverne sig i at skrive større skriftlige opgaver med samme omfang som en SRP. I 3. g byggede eleverne tydeligt på deres erfaringer fra projekterne idet størstedelen af eleverne var meget aktive i valg og definition af deres SRP-projekter. Mange projekter var baseret på forskningsartikler og aktive samarbejder med forskere.

Evalueringer fra eleverne og lærernes observationer viser at eleverne kan se værdien af formidlingstræningen, eksterne modtagere af deres arbejde og at få kompetent og engageret feedback fra erhvervsfolk og universitetsfolk med stor viden inden for de-

res projektområde. Klassens eksamensresultater i SRP og AT har i høj grad bekræftet at eleverne er blevet kompetente formidlere af komplekse problemstillinger – både skriftligt og mundtligt.

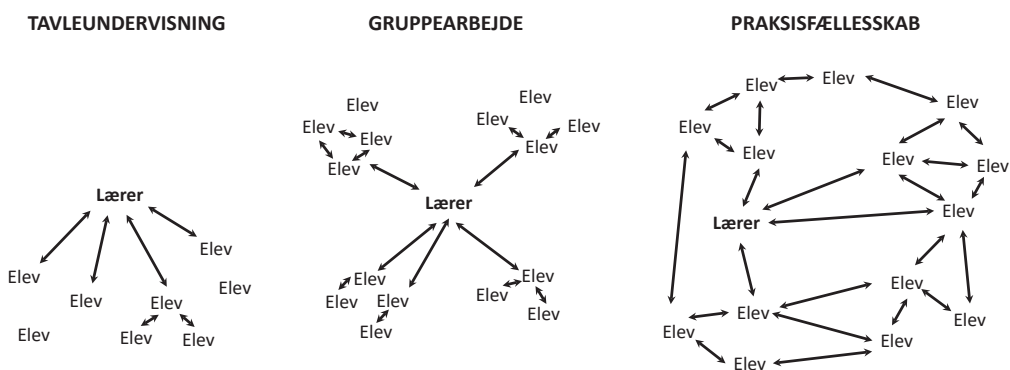
Der er desuden et vigtigt element af karrierelæring og generelle “life skills” i at deltage i fx Unge Forskere idet eleverne i stor udstrækning tager kontakt til virksomheder og forskere for at få sparring i forbindelse med deres projekter. Med disse elementer i fokus har konkurrencerne virket bredt i forhold til elevernes kompetenceudvikling.

Set fra lærersiden kræver P-IBSE-tilgangen at man skal blive komfortabel med en rolle og funktion som bl.a. konsulent, sparringspartner og vejleder, og at man ikke længere er en autoritet der har svarene på alle elevernes spørgsmål. Pia og Jesper er begge erfarne lærere med en bred faglig baggrund og har derfor begge været komfortable med undervisningsformen. Diskussioner med kolleger i forbindelse med bl.a. de afholdte workshops viser dog at det for nogle lærere er forbundet med en følelse af utryghed at skulle “give slip” og bevæge sig ud i tværfaglige områder hvor man måske ikke føler sig fagligt kompetent. Dette samt udsigten til at skulle være i det kaos der også følger med at skulle have mange projekter i gang på samme tid, får nogle kolleger til at være meget tøvende over for P-IBSE og IBSE mere generelt.

Erfaringer fra konkurrencerne og brugen af P-IBSE som bærende metode har vist at det også er umådelig vigtigt løbende at arbejde med at udvikle og understøtte en mestringsforventning hos eleverne – givetvis også sideløbende hos lærerne (Bandura, 1995). Dette underbygges bl.a. af at eleverne har tilkendegivet at det vigtigste for dem har været at lærerne tror på dem. Det giver dem selvtillid så de tør tage chancer med deres projekter. Desuden er det vigtigt at de oplever at de kommer i mål med deres projekter. Endelig er det løbende arbejde med udviklingen af growth mindset centralt.

#### *Eksempel 4: Praksisfællesskaber kan give kompetenceløft i science*

Pia og Jesper har målrettet arbejdet med klasserumsledelse og opbygningen af et praksisfællesskab i projektklassen, bl.a. med det formål at bevidstgøre eleverne om at de hver især er ressourcepersoner i klasserummet. Læreren er langt fra den eneste kilde til ny læring og viden. For at understøtte fortællingen om praksisfællesskabers værdi for etablering af en god klasse og som en god platform for læring har Pia og Jesper arbejdet med en model hvor eleverne præsenteres for tre forskellige måder at arbejde på. I modellen indgår hvordan lærerens rolle og funktion i et praksisfællesskab oftest adskiller sig fra roller og funktioner i gruppearbejde og ved tavleundervisning – se figur 4.



Figur 4. Model over elev-lærer-relationer og roller i forbindelse med tre forskellige arbejdsformer.

Eleverne har over de tre år udviklet et stærkt praksisfællesskab, og de har en stærk identitet baseret på fælles oplevelser og erfaringer. Den seneste trivselsundersøgelse havde klassen helt i top på skolen (Undervisningsministeriet, 2018). Den forhøjede trivsel kan bero på de gode relationer klassen har opbygget gennem arbejdet i og uden for klassen, og de roller og funktioner eleverne har oplevet lærerne aktualisere. Det handler bl.a. om læreren som relationsmedarbejder, sparringspartner og coach i processerne, men naturligvis også som underviser, tilrettelægger og facilitator.

Praksisfællesskabet medvirker også til at frigive lærerressourcer da eleverne i mange situationer kan hjælpe hinanden. Den frigivne tid kan læreren bruge på at støtte de svageste af eleverne eller udfordre de dygtigste – det er således en fantastisk genvej til et større overskud til undervisningsdifferentiering.

### Afsluttende bemærkninger om projektklassen

Klassen blev studenter i juni 2019. Målt på karakterer er klassen den bedste klasse i EG's historie, så de er ikke bare blevet dygtige til science – de blev dygtige i alle fag. Specielt i AT, SRP og de mundtlige eksaminer skiller de sig ud. Man kan efterrationalisere det sådan at der gennem P-IBSE-tilgangen i mindre grad har været tale om "teaching to the test" (de skriftlige eksaminer). Dette åbner op for en diskussion af sammenhængen mellem de centralt stillede prøveformers beskaffenhed og de reelle kompetencer og færdigheder uddannelsessystemet efterspørger.

En stor del af lærerrollerne og -funktionerne angivet i figur 1 har i de tre år med klassen været aktualiseret. Lærerne og eleverne har lært at navigere i de mange projekter og P-IBSE-undervisningen med et stort ansvar placeret hos eleverne. Som undervisere har Pia og Jesper lært at det vigtigste lærere kan gøre for deres elever, er at tro på dem og vise det, tro på at de nok skal komme i mål, og sige det og dermed understøtte udviklingen af deres selvtillid og sætte rammerne for et trykt undervisningsmiljø.

Overordnet kan det konkluderes at eleverne, via en P-IBSE-tilgang og via målrettet arbejde med opbygning af et praksisfælleskab i klassen, er kommet et godt stykke på vejen mod opfyldelse af de tre retningsgivende mål i den nye gymnasiereform. Alle elever i klassen er blevet udfordret. De er helt sikkert blevet dygtige. Om alle har opnået deres fulde potentiale, er umuligt at afgøre.

Eleverne angiver at det i processen har været vigtigt at lærerne respekterer dem, og at den feedback de har fået, har været brugbar og udviklende. Så også her ses tydelige spor af de indsatser der er prioriteret i klassen. Endelig kan resultatet ses afspejlet i en styrkelse af elevernes motivation. Ved trivselsmålingen i starten af 1. g var klassens motivation helt på niveau med resten af klasserne på EG. Derfor virker det rimeligt at antage at det er de beskrevne indsatser der samlet har betydet at eleverne i projektklassen har udviklet sig til en særligt engageret, interesseret og motiveret klasse. Man kan læse mere om projektet i MONA-artiklen "*Hverdagens naturvidenskabelige superhelte*" skrevet af Morten Busch fra Novo Nordisk (Busch, 2019).

Afslutningsvis kan generaliserbarheden af tiltag i projektklassen naturligvis diskuteres. Som med al anden undervisning er generaliserbarhed en svær størrelse da der ikke findes to klasser der er ens. Der findes dog alligevel fællestræk for undervisning der kan observeres såvel gennem litteraturstudier som i konkrete evalueringsprojekter. Således er der en meget fin overensstemmelse mellem mange af tiltagene i projektklassen og de elementer EVA er kommet frem til i deres seneste rapport om elevtrivsel (EVA – Danmarks Evalueringsinstitut, 2019).

## Opsamling og perspektivering

De præsenterede undersøgelser, cases og konkrete eksempler fra praksis fortæller samlet om den flerhed af udfordringer som sciencelærere i gymnasiet står overfor. De skal således kunne møde en kompleks verden som kræver "*komplekse kompetencer*". Udfordringerne kan også adresseres til universiteterne med en opfordring til at nytænke kandidatuddannelserne til gymnasielærer hvor lærerroller og -funktioner i bredeste forstand kommer i fokus, samtidig med at den høje faglighed skal prioriteres.

På uddannelsesministerielt plan kan den stadige nytænkning af prøveformer med tilhørende forsøgsordninger fordre et behov for specifikt at udvikle lærernes vurderingskompetencer. Udvikling af prøveformer skal også indtænkes i forhold til målsætninger og hvad vi reelt måler på, jf. resultaterne i projektklassen fra EG.

Ud over at skulle forholde sig til konkrete betegnelser for lærerroller og -funktioner og dermed implicit hvilke lærerkompetencer der fordres fra uddannelsessystemets side, opfordrer vi til en diskussion blandt ledelse og lærere der som udgangspunkt spørger ind til hvilke sammenhænge der antages at være mellem en valgt lærerrolle og -funktion og de mål denne rolle og funktion skal understøtte.

Med afsæt i de præsenterede cases og undersøgelser oplistede her konkrete bud på tiltag der kan bidrage til udvikling af sciencelærernes kompetencer i morgen og på længere sigt:

- Øget fokus på udvikling af faglige og pædagogiske tilgange på naturvidenskabelige studieretninger
- Udbredelse af nyeste pædagogisk og didaktisk viden til hele sciencelærerkollegiet, fx efter modellen anvendt på EG
- Fokus på IBSE for styrkelse af faglig udfordring, nysgerrighed og engagement
- Tilbud om efteruddannelse inden for undervisning i og evaluering af de nye kompetencer
- Målrettet arbejde med klasserummet som socialt system
- Bevidstgørelse af elever om egne faglige mål og styrkelse af growth mindset
- Varierede formidlings-, undervisnings- og arbejdsformer
- Innovative tilgange til problemløsninger inklusive flere udadvendte/ud af huset-aktiviteter.

Hermed en invitation til fortløbende refleksion, diskussion og igangsætning af tiltag der kan støtte kompetenceudviklingen af sciencelærerne så de er rustet til at møde den kompleksitet der kendetegner gymnasielærerprofessionen.

## Referencer

- ATV – Akademiet for de Tekniske Videnskaber. (2019). *Debatoplæg: Digitalisering i skolen – eleven som kritisk skaber*. Hentet fra atv.dk: [https://atv.dk/sites/atv.dk/files/media/document/Debatoplæg\\_digitalisering%20i%20skolen\\_eleven%20som%20kritisk%20skaber\\_26\\_feb\\_final.pdf](https://atv.dk/sites/atv.dk/files/media/document/Debatoplæg_digitalisering%20i%20skolen_eleven%20som%20kritisk%20skaber_26_feb_final.pdf).
- Bandura, A. (1995). Self-efficacy. I: V.S. Ramachaudran, *Encyclopedia of human behavior* (årg. 4, s. 71-81). New York: Academic Press.
- Busch, M. (2019). *Hverdagens naturfaglige superhelte*, MONA, 2019-4.
- Dolin, J., Black, P., Harlen, W. & Tiberghien, A. (2018). *Exploring Relations Between Formative and Summative Assessment*. 10.1007/978-3-319-63248-3\_3.
- Dweck, C.S., Claro, S. & Paunesk, D. (18. July 2016). Growth mindset tempers the effects of poverty on academic achievement. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 113(31), 8664-8668.
- EVA – Danmarks Evalueringsinstitut. (2014). *Kompetenceudvikling af lærere på det gymnasiale område. En undersøgelse af rektorers og uddannelseslederens arbejde med kompetenceudvikling*. EVA – Danmarks Evalueringsinstitut.

- EVA – Danmarks Evalueringsinstitut. (2019). *Elevtrivsel på de gymnasiale uddannelser*. EVA – Danmarks Evalueringsinstitut.
- Hutters, C. & Lundby, A. (2015). *Klasserumsledelse og elevinddragelse. Erfaringer fra syv udviklingsprojekter på de gymnasiale uddannelser*. Aalborg Universitet i København, Institut for Læring og Filosofi – Center for Ungdomsforskning.
- Kamp, M. (2015). Succesfulde lærere er venlige og tager styringen. Interview med Theo Wubbels, *Magasinet Gymnasieforskning* (04), s. 26-31.
- Mathiasen, H. (2016). Vedkommende undervisning – for hvem? Deltagererfaringer fra it-udviklingsprojekter – et elevperspektiv. *IND's skriftserie* (45).
- Mathiasen, H. & Thomsen, M.B. (2014). Kapitel 8. Kompetenceudvikling. I: H. Mathiasen, J.H. Aaen, C. Dalsgaard, H.-P. Degn & M.B. Thomsen, *Hovedrapport 2014: Undervisningsorganisering, former og -medier på langs og tværs af fag og gymnasiale uddannelse, 4. runde, 2012-2014* (s. 149-154). Aarhus Universitet, Center for undervisningsudvikling og digitale medier.
- Mathiasen, H., Bager, L.T., Gudnitz, M.L. & Thomsen, M.B. (2014). *Innovative kompetencer og fleksibel organisering af undervisningen, Forskningsrapport 2014*. Aarhus Universitet, Center for undervisningsudvikling og digitale medier.
- Melchjorsen, J. & Jensen, P.M. (2018). Klasserumsledelse i naturvidenskabelige fag. *IND's skriftserie* (63).
- Nielsen, B.L. & Sillasen, M. (2013). *Science teachers' individual and social learning related to IBSE in a large-scale, long-term, collaborative TPD project*. I: C.P. Constantinou, N. Papadouris & A. Hadjigeorgiou (red.), *Science Education Research For Evidence-based Teaching and Coherence in Learning: Proceedings of the ESERA 2013 Conference*.
- Nielsen, J.A. (red.) (2017). *Litteraturstudium til arbejdet med en national naturvidenskabsstrategi*. København: Institut for Naturfagenes Didaktik.
- Nielsen, J.A. (2019). *Innovationskompetence i scenariebaserede eksamensformer*. I: T. Hanghøj, M. Misfeldt, J. Bundsgaard, S.S. Fougat & V. Hetmar (red.), *Hvad er scenariedidaktik?* (s. 216-237). Aarhus Universitetsforlag. Didaktiske studier, Nr. 2.
- OECD (2019). *TALIS 2018 Results (Volume I): Teachers and School Leaders as Lifelong Learners*, TALIS, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/1d0bc92a-en>.
- Regeringen. (April 2016). *Fra elev til studerende – klædt på til videre uddannelse*. Hentet maj 2019 fra regeringen.dk: <https://www.regeringen.dk/publikationer-og-aftaletekster/fra-elev-til-studerende/>.
- Ryan, R.M. & Deci, E.L. (2009). Promoting self-determined School engagement. Motivation, learning, and well-being. I: K.R. Wentzel & A. Wigfield, *Handbook of Motivation at School* (s. 171-195). New York: Routledge.
- Taylor, L. (2005). Washback and impact. *ELT Journal*, 59, 154-155.
- Undervisningsministeriet. (December 2016). *Lov om de gymnasiale uddannelser*. Hentet maj 2019 fra retsinformation.dk: <https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=186027>.

Undervisningsministeriet. (August 2017). *Bilag 100: Fysik C – stx, august 2017*. Hentet maj 2019 fra [uvm.dk](https://uvm.dk/-/media/filer/uvm/gym-laereplaner-2017/stx/fysik-c-stx-august-2017.pdf?la=da): <https://uvm.dk/-/media/filer/uvm/gym-laereplaner-2017/stx/fysik-c-stx-august-2017.pdf?la=da>.

Undervisningsministeriet. (Oktober 2018). *Trivselsmåling på de gymnasiale uddannelser – spørgergammen*. Hentet fra [uvm.dk](https://www.uvm.dk/-/media/filer/uvm/udd/gym/pdf18/okt/181031-spoergeramme-til-trivselsmaaling-paa-gym-udd.pdf?la=da): <https://www.uvm.dk/-/media/filer/uvm/udd/gym/pdf18/okt/181031-spoergeramme-til-trivselsmaaling-paa-gym-udd.pdf?la=da>.

Ågård, D. (2016). *Klasseledelse i ungdomsuddannelserne*. Frydenlund.

## English abstract

*This paper discusses the question: What is required tomorrow and in the future of secondary-level science teachers? The focus is on the didactic framework as well as on the framework in which science teaching will take place. We draw on elements of research and development within the secondary education system, as well as concrete experiences from secondary-level educational activities. The answer to the question is multifaceted and comprises a number of policies. We conclude with eight specific suggestions which may support the development of secondary-level science teachers immediately as well as in the future.*



Også denne sektion udspringer af 2019 Big Bang konferencens MONA-spor om *Lærerkompetencer nu og fremover*. Den indeholder konferencebidrag der i redigeret form beskriver konkrete projekter. Indholdet er af MONA-redaktionen vurderet med hensyn til relevans, nyhedsværdi, designkvalitet og formidlingskvalitet.

# Temabidrag

# Hverdagens naturfaglige superhelte



Morten Busch,  
Novo Nordisk  
Fonden

Kan man give opskriften på den bedste naturfagslærer? På den bedste naturfagsundervisning? Et kig ud over årets modtagere af Novo Nordisk Fondens undervisningspriser vidner om at de er lige så forskellige som ethvert slæng af superhelte. Hver især har de deres særlige supermetoder der gør deres undervisning unik. I denne artikel vil vi alligevel forsøge at forene deres kræfter til én samlet kraft i kampen for at styrke børn og unges kreativitet, inspiration og viden inden for naturvidenskab og teknologi.

Én gang om året fejrer Novo Nordisk Fonden undervisere fra alle uddannelseskædens led med undervisningspriser til pædagoger og lærere fra såvel grundskole som ungdomsuddannelser samt læreruddannelser. Baggrunden for denne bredde er at mens grundlaget for studievalg måske lægges i gymnasiet, vil interessen for naturvidenskab ofte etableres allerede i grundskolen eller tidligere (Petersen, 2017). Pædagoger og undervisere hyldes således for deres arbejde med at skabe interesse og motivation for naturvidenskab blandt børn og unge, fra de tidlige erfaringer med natur og teknik i dagtilbud til de mere teoretiske og eksperimentelle udfordringer på ungdomsuddannelserne, ligesom de dygtige kræfter bag arbejdet med at uddanne fremtidige naturfagslærere til grundskolen vægtes og anerkendes.

Undervisningspriserne gives til engagerede og dygtige pædagoger og undervisere der leverer inspirerende naturfaglig undervisning eller pædagogisk arbejde på højt fagligt niveau. Men hvad vil det sige? Og kan det høje faglige niveau overføres eller optrænes, eller er det blot et medfødt talent som man enten har eller ikke har? God undervisning er vanskelig at sætte på formel, og hvad der er god undervisning i en sammenhæng, er ikke nødvendigvis lige så god undervisning i en anden sam-

---

Denne artikels indhold indgik i BigBang 19's tema *Lærerkompetencer nu og de kommende år*

menhæng. Det er denne kompleksitet vi i artiklen vil kigge nærmere på og forsøge at indfange med udgangspunkt i Novo Nordisk Fondens erfaringer fra samtaler med dette års prismodtagere.

## Hvilke superkræfter er der brug for?

I artiklen her gives otte naturfagsunderviseres bud på hvad god undervisning kan være, men som i mange andre sammenhænge passer nogle typer undervisning bedre til bestemte lærerpersonligheder. Debatindlægget afspejler derfor en enorm mangfoldighed af lærerkompetencer blandt underviserne, men også vigtige ligheder og fællesnævner. Artiklen tager sit udspring i det praksisorienterede, og selv om lærernes metoder oftest bunder i naturfagsdidaktiske overvejelser, er der i højere grad lagt vægt på hvad der for lærerne opleves som velfungerende i en dagligdag. Formålet er således at give prismodtagerne taletid og at høre deres forskellige syn på underviserens rolle og på de krav som de mødes med.

Data i artiklen er dels baseret på undervisernes indlæg i paneldebatten på Big Bang konferencen d. 2. april 2019 hvor prismodtagerne fortalte om deres erfaringer og praksis med naturfaglig undervisning på tværs af naturfag og på langs af uddannelseskæden. Derudover er der gennemført uformelle interviews med alle prismodtagerne i perioden april-maj 2019 hvor de har haft lejlighed til uddybe deres særlige undervisningsevner/metoder.

I deres kommentarer adresserer de bl.a. praktiske arbejdsgange i den daglige undervisning, undervisningsdifferentiering og metoder til at overkomme overgangsproblematikker i uddannelsessystemet ved at understøtte vidensdeling og sammenhænge på tværs i uddannelsessystemet.

Samtalerne med prismodtagerne kan opsummeres til 7 gode råd:

1. Fang eleverne på deres niveau.
2. Brænd for dine fag.
3. Vær fagligt forberedt.
4. Se den enkelte elev.
5. Tro på at eleverne kommer i mål.
6. Gør kravene synlige.
7. Gør op med snævre fagsyn.

Underviseres erfaringer bliver præsenteret i de følgende afsnit.

## *Fang dem hvor de er*

På Firkløverskolen i Give har man et problem. Skolens køleskab er gået i stykker, og det er ikke smart, for hvordan skal eleverne nu holde deres mælk kold og frisk indtil frokost? Gudskelov har 2. og 3. klassernes lærer i Natur & Teknologi, Anna Clausen, fortalt eleverne hvordan man kan angribe snart sagt ethvert problem i hverdagen. Og mælkeproblemet er derfor bare endnu et af hverdagens problemer.

“Ved at konstruere de her forløb går jeg ind og griber hverdagen og fanger eleverne der hvor de er. Og hvis vi vælger emnerne med omhu, så kan vi komme forbi rigtig mange forskellige emner i et forløb. I mælkeudfordringen undersøger vi både hvor bakterier findes, og at der findes gode og dårlige bakterier, der hvor mælken kommer fra. Og når de skal køle mælken, lærer de også at vand findes som væske, is og gas.”

For at holde nysgerrigheden hos de helt små gælder det altså – ifølge Anna Clausen – om at tage afsæt i virkelighedsnære problemstillinger, men ambitionerne stopper ikke der, for selvom børnene kun er i indskoling, er det slet ikke for tidligt at begynde arbejde med metoder og dermed udvide deres begrebsapparat.

“Vi lærer dem engineering-metoden om at undersøge, få ideer, konkretisere, konstruere, forbedre og ikke mindst kommunikere, men fordi undervisningen tager udgangspunkt i autentiske og anvendelsesorienterede problemstillinger, bliver de ikke forskrækkede over de abstrakte begreber. De husker dem og bygger videre på begreberne næste gang vi går i krig med et engineering-forløb hvor de skal lave problemstillinger, brainstorme og mest af alt konstruere nye produkter der passer ind til problemstillingen.”

## *Brænd for det*

At børn skal begejstres, har i mange år været mantraet i naturfagsundervisning. Derfor kan devisen for den gode undervisning i Natur & Teknologi ifølge Lone Jensen og Jan Barslund på Nordskolen i Egebjerg lyde lidt bagvendt.

“Det vigtigste er at vi selv brænder for det, for hvis vi viser engagement og er medundersøgere, så følger de os gerne. I de helt små klasser er det vigtigt at vi leger det hele ind. Sanser det. Vi skal ikke sidde og kigge i en bog.”

Sådan forklarer Lone Jensen. Det eleverne skal lære, skal de helst lære gennem eksperimenter. Det betyder at opgaven som lærer i højere grad er at være opmærksom på hvad det er eleverne nu har fået øje på.

“Det kræver stort kendskab til det faglige og stor indlevelse. Og så kræver det en villighed til at anerkende at der også er noget som vi ikke ved noget om, men det skal man ikke være bange for. Det får man autoritet og respekt ved at anerkende.”

Et unikt aspekt ved Lone og Jans undervisning er samarbejdet mellem alle klassetrin 0.-6. klasse. Børnene blandes på tværs af klasserne og på tværs af kvalifikationer.

“Der er altid en plads til alle, og eleverne lærer hurtigt at de kan lære af hinanden. Typisk er det de større der kan lære de mindre noget. Og det lærer begge grupper noget af, men det kan lige så vel være at eleverne oplever at de har forskellige evner. Nogle er gode til det praktiske – andre til det teoretiske.”

forklarer Jan Barslund. Og det er ikke kun eleverne der lærer noget af hinanden. Det gør Lone og Jan også.

“Jeg kan da godt en gang imellem synes at Lone er for ivrig og lidt for langt nede i græsset sammen med børnene, men diskussionerne om metoder gemmer vi under alle omstændigheder til efter undervisningen er slut, og ofte når jeg jo i mellemtiden se at det Lone gør, faktisk virker.”

### *Sørg for at fagligheden kan bære*

Det er ikke altid en masse fancy udstyr der gør den store forskel for om undervisning er inspirerende og spændende. På Sct. Jacobi Skole i Varde kan en plantekrukke og en hammer være nok. Det var i hvert fald den erfaring som naturfagslærer Troels Riknagel har gjort sig. Krukken var omdrejningspunktet i et af de indledende undervisningsforløb under projektet VOYAGER hvor undervisningen tog udgangspunkt i de mange aspekter omkring at konservere gamle genstande.

“Formålet er at bringe eleverne tættere på virkeligheden for derved at motivere dem i forhold til naturfagene som de ellers traditionelt kan have svært ved at tænde på når de når udskoling. Derfor synes vi det er oplagt at bruge lokale erhverv – i det tilfælde Vardemuseerne – til at skabe forløb og aktiviteter med en undersøgelsesbaseret dimension. Samtidig giver det mulighed for at koble kulturfag – det historiske – med naturfag.”

Og de videnskabelige perspektiver og metoder er mange, for efter at have smadret krukkerne får eleverne mulighed for arbejde med autentiske arkæologiske metoder. De skal ikke blot forsøge at samle krukkerne igen, men stifter også bekendtskab med dateringsmetoder som kulstof-14, metaldetektorer og forskellige fysiske og kemiske analyser.

“Det er naturligvis vigtigt som lærer at have et manuskript, men det er endnu mere vigtigt at være villig til at afvige fra det ud fra hvad eleverne synes er interessant. De skal have mulighed for at træffe beslutninger om hvilken retning de gerne vil i. Det stiller selvfølgelig store krav til din faglighed som lærer, men hvis din faglighed kan bære det, så er belønningen til gengæld stor i form af et stort engagement hos eleverne som jeg tror i sidste ende vil føre til at flere af dem vælger en naturvidenskabelig karriere.”

### *Se hver enkelt elev hvor de er*

Naturfagsundervisning er som husbyggeri – i hvert fald hvis man spørger Helle Krogaard Hansen fra Kirkebjerg Skole. Hvis man skal bygge et hus, har man nemlig brug for nogle der kan tegne, kan støbe fundament og eller sørge for den sidste finish med maling og paneler. Sådan er det også at være elev i Helles naturfagsundervisning. Her er der plads til alle der har lyst til at bygge med.

“Der er opgaver nok til alle, og der er mange værdier i at arbejde på den måde. De lærer at arbejde i teams, bruge hinandens ressourcer og se værdierne hos hinanden. Dem med stærke sociale kompetencer ser værdierne hos de nørdede der til gengæld kan knække meget af det faglige. På den måde ser de også hele tiden hos deres kammerater hvilke faglige skridt de kan tage, og der er jo ingen børn der ikke vil lære noget, men de står ofte af hvis de skal kæmpe for meget.”

Og der er nok af husprojekter i Helles undervisning. Den projektbaserede undervisning refererer altid til FN's verdensmål, fx et forløb omkring bæredygtig energi hvor klassen arbejdede med fusionsenergi, solcelle- og vindmølle-energi – set fra et irsk øsamfunds, et dansk og et globalt perspektiv. Det gør undervisningen virkelighedsnær, og det motiverer de unge i 7.-9. klasse. Det bringer også undervisningen vidt omkring. De har besøgt fusionsreaktoren i Greifswald, skypet med en naturfotograf der fotograferede leoparder i Malaysias jungle, og været på en studietur til et lille øsamfund i Irland.

“Det lyder måske som om der er sjove superevents hele tiden, men der ligger et kæmpearbejde før og efter med at planlægge og perspektivere, og så skal der netop findes roller til alle. Ved at tage undervisningen ud af skolen lærer de ikke blot at relatere naturvidenskaberne til virkeligheden. De lærer at begå sig, være åbne for at møde nye mennesker og ikke mindst at føre personlige logbøger der gør at de til sidst på året pludselig kan se den røde tråd.”

### *Tro på de kommer i mål*

Pia Møller Jensen og Jesper Melchjorsens elever på Egaa Gymnasium bliver ofte høje. Høje på naturvidenskab. Det lyder måske lige nørdet nok, men Pia og Jespers elever er

nu ifølge dem selv ganske almindelige unge. Et bud på hvorfor de bliver høje, kunne jo være de mange spændende konkurrencer som fx Unge Forskere og sjove events som fx skolens Sciencesjov-festival hvor skolens naturvidenskabelige elever byder lokalsamfundet indenfor til sjove og spændende aktiviteter i forskellige naturvidenskabsboder. Men forklaringen skal ifølge de to lærere findes andetsteds.

“De her events er mestendels til for at begejstre og motivere ældre børn til at søge samme vej, og de er ikke med i konkurrencer for konkurrencernes skyld, men på grund af de didaktiske og pædagogiske muligheder de giver for undervisningsdifferentiering og projektbaseret undervisning. Det vi oplever der motiverer vores elever, er den tro vi har på dem. Vi tror altid på at de nok skal komme i mål. Det giver eleverne selvtilid og skaber tryghed. Den tryghed gør at de synes det er o.k. at bliver smidt ud på dybt vand, fordi de ved at vi altid er klar til at støtte dem og guide dem videre.”

Det fortæller Pia Møller Jensen. Det dybe vand kunne være at skulle i gang med at læse videnskabelige artikler eller kontakte en professor fra et universitet eller en virksomhed for at få hjælp til udviklingen af deres projekter. Det er eleverne selv der søger de nye veje, for undervisningen er langt fra kagebogsforsøg.

“De skal naturligvis lære at følge en opskrift og lære at arbejde videnskabeligt, men så snart de har lært det, skal de lære at lægge dem væk og i stedet finde på selv, tage udgangspunkt i noget de synes er interessant, søge litteratur og så lære at det at tage fejl er en vigtig del af den videnskabelige proces.”

Sådan forklarer Jesper Melchjorsen. Den vigtigste ingrediens er dog det praksisfællesskab eleverne i klassen har opbygget. De har lært at hjælpe, støtte og bruge hinanden i deres fælles arbejde med både den daglige undervisning og de mange projekter de har arbejdet med gennem deres tre år i klassen.

Ideerne har Pia og Jesper blandt andet fået i forbindelse med at de sammen har taget en masteruddannelse i science-undervisning ved Institut for Naturfagernes Didaktik på KU. Alle opgaver på uddannelsen har været rettet mod deres fælles klasse. Det afsluttende masterprojekt handler om hvordan man som skole, team eller lærer kan facilitere at elever på et hold eller i en klasse opbygger et praksisfællesskab, og de positive effekter dette har på elevernes interesse og motivation.

“Det har været et utrolig givende forløb hvor vi dels har kunnet bruge hinanden som ressource og udvikle fælles værktøjskasser, og hvor vi også løbende har kunnet formidle den nye viden videre til alle vores science-kollegaer på skolen – så praksisfællesskaber er også en vigtig ingrediens på lærersiden.”

## *Gør usynlige krav synlige*

Når Lasse Seidelin Bendtsen underviser på Borupgaard Gymnasium, får eleverne fysik ind med kniv og gaffel. Selv om fysik kan være svært fordøjeligt, så glider det sjovt nok lidt lettere ned end mange af eleverne havde ventet. Figuren med kniv og gaffel er en af de mange kompetenskabeloner Lasse Seidelin Bendtsen har udviklet for at gøre det klart hvordan man arbejder i faget. Ideen med kniv og gaffel kom efter at han havde lavet lange lister om hvad man skulle til eksamen, og ingen elever brugte dem.

“Ved at kombinere listen med en figur, så viser det sig at alle kan huske hvad de skal gøre. Det virker temmelig simpelt, men det er utroligt effektivt,”

siger Lasse Seidelin Bendtsen.

“Når eleverne fx skal forklare en teori, så har de brug for hjælp til hvad det betyder, og til det har jeg lavet Spisereglerne hvor der er afbildet en tallerken med kniv og gaffel. Gafflens tre takker fortæller eleverne at de skal huske symbolernes navne, enheder og betydning. Kniven får dem til at huske at matematik skal skæres i mindre bidder så den bliver nemmere at forstå.”

Inspiration til undervisningen fik Lasse Seidelin Bendtsen via hjerneforskning og metodikker til fx at lære lange primtal ved hjælp af visuelle ruteplaner.

“Det er dog vigtigt at forstå at det ikke her handler om at lære stof udenad, men om at lære metoder, og derfor har jeg også valgt at kalde redskaberne for kompetenskabeloner.”

I det hele taget er Lasse Seidelin Bendtsen meget optaget af hvordan man kan bruge billeder og oplevelser til at hjælpe eleverne med at tilegnet sig kompliceret stof.

“Ved at bygge undervisning op med utraditionelle billeder og oplevelser som fx elektrondans, drømmerejser og tankepaladser kan vi visualisere og dermed konkretisere selv meget abstrakte ting så eleverne kommer til at opleve den ellers svære fysik som en udfordrende, men overkommelig leg.”

## *Prøv kræfter med egen undervisning*

Engang var det at undervise i matematik noget med at kunne læse op af en bog. Sådan er det ikke længere. I dag forventes det at eleverne arbejder undersøgende og eksperimenterende. For at kunne undervise i matematik skal man kunne lege med tal og begreber for at vække begejstring og for at gøre matematikken anvendelig. Den virkelighed skal underviser på Læreruddannelsen i Silkeborg Lóa Björk Jóelsdóttir ruste fremtidens matematiklærere til.



“Faget matematik har været udfordret af snæversyn, og mange af de måder man gør tingene på, er bundet op i erfaringer om hvordan man plejer at gøre. Det er det noget snævre fagsyn som jeg skal prøve at hjælpe mine studerende med at udvide. Det kræver stor fantasi som lærer at ændre på de her traditioner, og da langt de fleste har begrænsede erfaringer med at være eksperimenterende med matematik, bliver det et fælles projekt i vores undervisning.”

Inspiration til den ny undervisning findes mange steder, både via sites som på internettet og via didaktiske lærebøger, men ofte er det krævende at omsætte teori til virkelige eksperimenterer som passer ind i lærernes fremtidige klasseundervisning.

“De lærerstuderende jeg underviser, har jo typisk ikke erfaret på egen krop hvordan undersøgende matematikundervisning fungerer. Ofte har de læst en teoretisk tekst, så vi starter altid med at gøre det de har læst om, så de oplever den frustration og de udfordringer som eleverne selv vil kunne opleve i undervisningssituationen. Så går vi ind og analyserer. Hvad er det vi gør, og hvordan er det at det virker?”

Derfor forsøger Loa Björk også at få sin egen undervisning til at ligne den som hun gerne vil have lærerne i sidste ende skal lave i det omfang som det er muligt.

“Man kan sige at de på den måde prøver kræfter med egen undervisning så de ved hvordan den virker. Så vi læser om eksperimenterende undervisning, og bagefter prøver vi den så af så vi får en stor kobling mellem teori og praksis.”

Ved at anvende og levendegøre matematikkens arbejdsformer og metoder får de studerende et klarere billede af hvordan der kan undervises i faget når de selv skal ud og undervise en klasse. Ifølge Loa Björk er det dog vigtigt altid at holde for øje at fokus aldrig kun må blive rettet mod hvordan man underviser.

“For at kunne arbejde eksperimenterende med matematikken er man dog nødt til at begribe elevernes mange forskellige metoder til at forstå tal og begreber. Derfor er et andet afgørende fokus i min undervisning at forbedre lærernes egen talforståelse og begrebsforståelse, for hvis de kun har en begrænset forståelse selv, så kan det være utrolig svært at forstå andres og formidle sig egen eller stilladsere den gode dialog.”

### *Superheltræning revisited*

Når det gælder naturfagsdidaktiske superkræfter, kan de gudskelov tilegnes og trænes, og derfor findes der også langt flere superhelte end årets prisvindere. Når det alligevel kan give mening at kaste et helikopterblik på deres evner, metoder og tilgange, er

det derfor mestendels for netop at få inspiration til egen udvikling eller udvikling af ens institutions undervisere. Og her er klare tendenser der er værd at bemærke, på tværs af alderstrin.

Den mest gennemgående er fokus på den undersøgelsesbaserede didaktik. Prismodtagerne underviser undersøgelsesbaseret, problemorienteret og/eller anvendelsesorienteret. Tilgangene er ret forskellige. Nogle arbejder med modeller der fx inddrager engineering-metoder i undervisningen (fx fra Engineering i Skolen, Auener et al., 2017). Fælles for underviserne på tværs af klassetrin er dog deres udsagn om at fagligheden er afgørende for at kunne støtte eleverne i deres undersøgelsesbaserede tilgang.

Det er altså ikke nok at en underviser kan skabe forløb og aktiviteter der tager udgangspunkt i en autentisk og anvendelsesorienteret problemstilling med anvendelse af undersøgelsesbaserede metoder. Når det gælder om at styrke lærernes kompetence inden for den undersøgelsesbaserede didaktik, så er det ikke nok bare at styrke kompetence og praksis i arbejdet med det undersøgelsesbaserede. Det skal følges med et stærkt fokus på naturfaglig viden og overblik.

Et andet gennemgående træk blandt underviserne er vigtigheden af at arbejde med problemstillinger der er relevante i forhold til aktuelle samfundsudfordringer. Ofte tager disse udgangspunkt i fx et eller flere af FN's verdensmål for bæredygtig udvikling eller virkelighedsnære problemstillinger. Hvis man arbejder med spørgsmål der betyder noget i elevernes hverdagsliv, pirrer det – måske ikke så overraskende – i højere grad de unges motivation.

Et tredje fokus i flere af underviserens tilgange er udadrettede aktiviteter. Det kan være skole-virksomheds-samarbejde med fokus på fx forskning og teknologiudvikling. I de tilfælde udvikles forløbene typisk i samarbejde med en virksomhed eller en forskningsinstitution. Andre tilgange er fx talent- eller klassekonkurrencer der synes at være stærke redskaber til at fastholde og skærpe børn og unges naturfaglige kreativitet og interesse.

Samarbejder på tværs af uddannelsestrin er også udbredt. Det giver mulighed for undervisningsdifferentiering og også for at sætte de unge i roller hvor de enten selv underviser eller bliver undervist af andre tæt på deres egen alder. Undervisning på tværs af klassetrin og på tværs af fag giver eleverne mulighed for at bruge deres særlige evner og øger derfor de unges selvtillid, tryghed og motivation. Afgørende faktorer for en stærk indlæring.

Endelig giver netop disse samarbejder på tværs af fag og klassetrin også underviserne mulighed for at udvikle sig, evaluere undervisning og vidensdele pædagogiske metoder, fx netop nye modeller for samarbejde på tværs af fag.

Så selv om man naturligvis ikke kan få nogen egentlig opskrift på at blive den bedste naturfagslærer, så vidner årets prismodtagere om særlige supermetoder der gør deres

undervisning unik, og som forhåbentlig kan inspirere andre naturfagsundervisere til at blive endnu bedre udgaver af sig selv.

## Referencer

- Auener, S., Daugbjerg, P.S., Nielsen, K. og Sillasen, M.K. (2018). *Engineering i skolen – hvad, hvordan og hvorfor?*. Lokaliseret den 16. september 2019 på: <https://engineerthefuture.dk/media/1593/eis-rapport-20.pdf>.
- Petersen, M.R. (2017). Elevers motivation og interesse for STEM. I: J.A. Nielsen (red.), *Litteraturstudium til arbejdet med en national naturvidenskabsstrategi* (kap. 3, s. 73-82). København: Institut for Naturfagenes Didaktik.

### Fakta om Novo Nordisk Fondens undervisningspriser

- Novo Nordisk Fonden uddeler årligt fem undervisningspriser til naturfaglige undervisere og pædagoger på daginstitutioner, grundskoler, gymnasier og læreruddannelse. Priserne til pædagoger (før-skole), natur- og teknologilærere (indskoling og mellemtrin), naturfagslærere (udskoling) og naturvidenskabelige gymnasielærere uddeles både øst og vest for Storebælt mens prisen til en naturfagsunderviser på læreruddannelsen uddeles samlet nationalt.
- Individuer og teams inden for samme institution kan nomineres, og indstillingen foretages af institutionsleder, skoleleder eller rektor, og prismodtagere udvælges af bedømmelsesudvalg nedsat af Novo Nordisk Fonden, bestående af teoretisk og praksis-orienterede fagpersoner inden for naturfagsdidaktik og undervisning.
- Læs mere om priserne, og indstil kandidater på Novo Nordisk Fondens hjemmeside: <https://novonordiskfonden.dk/da/priser/>.

# Aktuel analyse

I denne sektion tages aktuelle problemstillinger i relation til matematik- og naturfagsdidaktik op til analyse og diskussion. Teksterne gennemgår ikke peer review, men skal være saglige, analytiske og argumenterende. Kontakt gerne redaktionen med idéer til indhold på [mona@ind.ku.dk](mailto:mona@ind.ku.dk).

# Bliver elever bedre til matematik ved at tilføje flere emner til læreplanen?



Klavs Kokseby Frisdahl,  
Køge Gymnasium



Niels Kristian Petersen,  
Køge Gymnasium



Julian Bybeck Tosev,  
Herlev Gymnasium  
og HF



Karen Mohr Pind,  
Rødovre Gymnasium

**Abstract:** Analysen rummer tanker fra fire gymnasielærere om matematik B på STX. Vi præsenterer vores frustrationer over at levere en undervisning som ikke lever op til vores ambitioner for eleverne og for faget. Vi oplever ikke det er muligt at aflevere en gymnasieårgang til såvel videre studier som til at blive dannede samfundsborgere med en relevant og stærk matematisk forståelse og baggrund – endsiges lyst til at arbejde videre med faget. Læreplanen og vejledningen såvel som eksamen bør gentænkes.

## Indledning

I juni 2019 var første hold elever til eksamen i det nye matematik B-pensum på stx. Resultatet var nedslående. Ved den første censur var gennemsnittet langt under det normale niveau på matematik B – og det var endda i forvejen ikke særligt godt. For ikke at dumpe et stort antal elever valgte Undervisningsministeriet i samråd med fagkonsulenten for matematik at justere pointskalaen så denne årgang kunne bestå matematik B med kun 20,5 % rigtige.

Den løsning redder en årgang fra at dumpe – men der er tale om en elevårgang der har fået så lidt ud af deres gymnasie matematik at det nødvendigvis må komme til at give mange af dem problemer i deres videre uddannelsesforløb – uanset om de på deres eksamensbevis er registreret som dumpede eller beståede.

I MONA 2019-3 (Grønbæk et al., 2019, s. 81) analyserer Niels Grønbæk, Britta Jessen og Carl Winsløw to af de opgaver der blev stillet ved eksamen, for at *“pege på nogle af de dybere sider af problemerne, som tilsyneladende er ukendte for beslutningstagerne”*.

I denne analyse vil vi forholde os mere bredt til problemerne med gymnasiematematikken, først og fremmest matematik B på stx, som vi oplever dem fra vores praksis som matematiklærere i gymnasiet – oplevelser som vi har fra egen undervisning, men i høj grad også fra samtaler med kolleger på skolen og på tværs af skoler til møder og konferencer, fra diskussioner og erfaringsudveksling i Facebook-grupper, fra årsprøver som eksaminatorer og som censorer for kolleger og som eksaminatorer og censorer ved den afsluttende eksamen.

Da de nye læreplaner for matematik blev offentliggjort (Undervisningsministeriet, 2017 og 2019a), var der mange matematiklærere som var bekymrede for at det høje faglige ambitionsniveau ikke kunne indfries. En gruppe matematiklærere startede en underskriftsindsamling (Matematiklærere på Rødovre Gymnasium og Herlev Gymnasium og HF, 2018) med det formål at revidere læreplanerne. Omkring 440 matematiklærere har skrevet under på underskriftindsamlingen, og der blev i forlængelse heraf skrevet et åbent brev til Matematiklærerforeningen, fagkonsulent Bodil Bruun og uddannelsespolitikere (Tosev, 2019b). Flere andre lærere har bidraget med forsøg på at ændre på rammerne for undervisningen og med hjælp til at gøre det nemmere at komme igennem læreplan og vejledning. Se fx Frisdahl (2019), Jensen (2018), Sørensen (2017) og Tosev (2019a og 2019b).

## Matematiklærernes bekymring har flere årsager

Pensum på Matematik B på stx er med den nye reform udvidet voldsomt uden ekstra tid til undervisning og skriftligt arbejde (Jensen, 2017; Tosev, 2019a) så det nu er svært at nå igennem pensum – og helt umuligt at få tid til fordybelse og elev-undren. De svageste elever bliver tabt pga. tempoet.

Det er vores indtryk at eleverne ikke får oplevelsen af at det de lærer, passer sammen med tidligere erfaringer og kompetencer. Tværtimod bliver pensum svært at forstå og huske pga. den manglende sammenhæng. Der mangler tid til fordybelse, undersøgelser og projekter i relation til andre fag og regulær tid til at regne opgaver og øve sig. Den høje detaljeringsgrad i læreplan og vejledning resulterede i at nogle lærere begyndte at indsamle en liste over emner der i deres øjne ikke bidrager til at udbygge elevernes matematiske forståelse, men som kun gør det mere besværligt at tilrettelægge undervisningen så den bliver logisk sammenhængende og rummer plads til fordybelse (bilag 2 i litteraturlisten).

Derudover har man udvidet antallet af eksaminer ved at tilføje en gruppedelprøve som skal indgå i den samlede mundtlige karakter. Samtidig er der kommet nye krav til løsningsmetoder ved skriftlig eksamen.

Man har endvidere valgt at computeren og CAS skal inddrages i undervisningen i højere grad end tidligere. Der er fx krav til at foretage simuleringer og grafisk håndtering af simple trigonometriske funktioner i et matematikværktøjsprogram. Disse krav til øget brug af CAS medfører ikke en større matematisk forståelse hos eleven, men bliver derimod en teknisk opskrift der skal følges, og som læreren har udarbejdet.

Sidst kan nævnes at med den nye reform skal praktisk talt alle elever i det almene gymnasium have matematik på mindst B-niveau da matematik på C-niveau kun kan praktiseres på de "supersproglige" studieretninger.

## Forarbejdet til reformen

Det pædagogisk-didaktiske arbejde med udviklingen af matematikundervisningen i Danmark er bredt blevet defineret af en række udredninger, hvoraf især KOM-rapporten fra 2002 (Undervisningsministeriet, 2002) og Matematikudredningen fra 2015 (Institut for Naturfagenes Didaktik, 2015) bør nævnes.

KOM-rapporten lagde op til en kompetencetænkning af såvel faget som undervisningen mens Matematikudredningen pegede på en række aktuelle problemer, blandt andet omkring den skriftlige eksamens skabelonopgaver og anvendelse af matematikværktøjsprogrammer samt den store faglige spredning blandt eleverne på B-niveau.

Disse og andre udfordringer ønskede man i forbindelse med gymnasieforliget i 2016 at finde løsninger på hvorfor man nedsatte en Matematikkommission. Den skulle endvidere fokusere på problemområder som: elevernes motivation for faget, spredningen i elevforudsætninger og udfordringerne ved overgangene mellem uddannelsestrinnene, især fra grundskolen til gymnasiet (Matematikkommissionen, 2017).

Politisk ønskede man ikke blot at øge beståelsesgraden ved matematikeksamen, men også at eleverne i højere grad havde afsluttet eksamen på minimum B-niveau så behovet for at supplere studentereksamen med matematik på et højere niveau kunne begrænses (jf. Matematikkommissionen, 2017, s. 36).

Matematikkommissionen afgav ved årsskiftet 2016/2017 sin rapport hvori der anbefalede tre fokuspunkter som *"gennemgående tematik i læreplanerne såvel som i det daglige arbejde på skolerne:*

- *Robusthed: Øget robusthed i elevernes omgang med faget og træning i basale færdigheder.*
- *Samspil: Stærkere fokus på matematik "på tværs" af anvendelsesfelter og centrale fag – altså matematik med en ekstern orientering.*
- *Progression: Bedre indsigt i matematik "på langs" – altså internt i matematikken på langs af uddannelsesforløbene".*

De samlede anbefalinger fra Matematikkommissionen ses i Matematikkommissionen (2017). Det er vores indtryk at væsentlige anbefalinger fra kommissionen ikke er blevet omsat i praksis.

## Elevgrundlaget

Det har i reformarbejdet været i fokus at sikre at færre elever har behov for et gymnasialt suppleringskursus efter endt studentereksamen. Det er derfor blevet til et krav om at flere elever i gymnasiet skal afslutte med matematik på A- eller B-niveau. Dette krav er således en direkte konsekvens af at flere aftagerinstitutioner kræver matematik B for at få adgang til studiet. Det kan være naturligt at spørge om alle disse institutioner reelt har matematik B som en nødvendig forudsætning, eller om de "blot" anvender matematik B som et mål for om studenterne reelt er studieparate og har en høj chance for at kunne gennemføre det pågældende videregående studie. Dette er i hvert fald en diskussion der foregår på lærerværelserne rundtomkring i gymnasiesektoren.

Konsekvensen er at der er et pres på eleverne for at vælge studieretninger med mindst matematik B for ikke på forhånd at lukke døre i det fremtidige studievalg. Der bliver oprettet meget få af de "supersproglige" klasser. Den direkte konsekvens er at en del elever der ikke er fagligt stærke nok til at klare B-niveau, ikke har noget alternativ. Den obligatoriske prøve i matematik i grundforløbet er derfor reelt kun en vejledning til eleven om at vælge mellem matematik A eller B. Det er her også værd at bemærke at prøven på mange skoler afvikles efter blot 11-15 modulers matematikundervisning i grundforløbet, og på den baggrund skal eleverne afgøre om de ønsker en studieretning med matematik A-, B- eller C-niveau.

Resultatet af de mange nye matematik B-elever i undervisningen er at der er en meget stor spredning på elevernes matematikfærdigheder i de fleste klasser. Som underviser oplever man derfor ofte at måtte gå fra klassen og tænke at der var elever som vi ikke nåede at se eller hjælpe. De svage elever får ikke tilstrækkelig hjælp, og de stærke elever kommer til at kede sig. Dette er meget uheldigt i forhold til at håndtere det problem som Matematikkommissionen omtaler som: "*en del af eleverne mangler eller mister motivationen for at lære matematik*" (Matematikkommissionen, 2017, s. 36).



## Pensum og skabelonopgaver

Sammen med det øgede pres for at få flere elever til at afslutte matematik på B-niveau er stoftrængslen den største udfordring for matematiklærerne. Kernestoffet på matematik B er godt nok blevet reduceret med integralregning og  $\chi^2$ -fordeling, men i stedet er der indført et omfattende emne om vektorer og plangeometri samt binomialfordeling og hypotesetest. Hertil kommer såkaldte spor til A-niveauet og mange detaljer i forbindelse med de eksisterende emner (Jensen, 2018).

Når den øgede stofmængde ikke følges af forøget tid til at lære de mange nye emner og mulighed for træning og fordybelse, bliver undervisningen og dermed tilegnelsen af de matematiske færdigheder overfladisk og mangelfuld. Forøgelsen af stof står i skærende kontrast til Matematikkommissionens anbefaling om i stedet at reducere antallet af faglige emner væsentligt på B-niveau (Matematikkommissionen, 2017, s. 9).

Faglig robusthed kræver fordybelse og træning, opgaveregning og tid til at også de svagere elever når at få en forståelse for de gennemgåede emner. Det er der ikke tid til.

Samspil med andre fag kræver ligeledes tid. Samspil med verden uden for skolen endnu mere når eleverne skal sætte sig ind i problemstillinger der er mere komplekse end færdigt stillede opgaver, og de skal kunne se fagets muligheder og begrænsninger i modelopbygning og løsningsforslag. Dette er der på ingen måde tid til.

Når det gælder progressionen i faget på langs af uddannelser – grundskole, gymnasiet, videregående uddannelser – er matematik et af de fag (som oftest dét fag) hvor eleverne finder overgangen sværest (Ebbensgaard, Jacobsen & Ulriksen, 2014). Eleverne kommer med meget forskellige forudsætninger, og på trods af forsøg med repetition af grundskolestof og anvendelse af kendte programmer (Geogebra og regneark) samt ekstratilbud som matematik-hjælp og lektiecaféer finder mange elever overgangen svær – både hvad angår pensum, tempo, formalisering, krav til mundtlighed og IT. Eleverne har derfor brug for tid og fordybelse hvis de skal få de succesoplevelser og det overblik der er nødvendige for at faget opleves som meningsfuldt. Den robusthed som anbefales fra Matematikkommissionen, kan ikke opnås når der ikke er tid til fordybelse og tid til at hjælpe de svage elever.

I Matematikudredningen (Institut for Naturfagenes Didaktik, 2015, s. 12) bliver endvidere fremhævet problemet med “skabelonbesvarelser”.

“Form og indhold i skriftlig eksamen leder i for høj grad til skabelontræning og overdreven betoning af matematikværktøjsprogramstøttet teknisk arbejde i undervisningen. Der bør derfor udvikles nye, mere varierede og mere begrebsorienterede opgaver, ligesom større dele af eksamen bør foregå alene med papir og blyant”.

Årsagen til at lærerne vælger at tilbyde eleverne skabeloner, har formodentlig været et ønske om at sikre at de svagere elever (også under den gamle reform) havde en mulighed for enkelt at kunne besvare nogle opgavetyper og dermed få lidt hjælp til at klare bestå-kravene. Sommerens eksamenssæt tyder ikke på at dette problem er blevet løst med det nye pensum. Der er i bedste fald tale om 'nye' skabeloner, men umiddelbart ser det ud til at være præcis som tidligere (emnet omkring typeopgaver og skabelonbesvarelser er også behandlet i artiklen 'Matematik B: Regningen skal betales' (Grønbæk et al., 2019)).

Som noget nyt er der ved visse opgaver i delprøve 2 (opgaven med tilladte hjælpemidler) nu angivet hvilken løsningsmetode eleven skal benytte. Vi skal derfor som lærere træne eleverne i at kunne løse den samme type opgave på flere forskellige måder. Med og uden brug af en formel. Med og uden brug af CAS. Algebraisk eller grafisk. Så i stedet for at kunne løse en bestemt opgave ved hjælp af en enkelt metode skal vi nu træne flere forskellige løsningsmetoder. Ingen tvivl om at dette er glimrende for at styrke den matematiske forståelse, men det tager ekstra tid, og tid er det vi har mindst af.

De nye metodekrav har tilmed for mange gjort det nødvendigt med endnu et IT-værktøj idet konstruktioner fx ikke fungerer særligt godt i Maple. Dataudtræk fra Excel er også noget nyt. Det er færdigheder der tager en del tid at træne for elever der ikke er IT-stærke, og er dermed en barriere for at de kan tilfredsstille mange af kravene i visse opgaver.

## Læreplan og didaktik

Med den nye reform og det nye pensum følger naturligvis også en ny vejledning for faget og en ny læreplan. Med den nye vejledning foretages der et indgreb i lærernes didaktiske valg og metodefrihed idet vejledningen introducerer en didaktik med et tilhørende sæt af begreber – søjle, spiral, bro, altan og spor – i en model der er opbygget efter et didaktisk "spiralprincip" (Undervisningsministeriet, 2019a, s. 2):

"Læreplanens intention er, at behandlingen af stoffet bør ske efter et didaktisk 'spiralprincip', hvor eleven på sin vej frem mod et C-, B- eller A-niveau møder matematiske begreber og procedurer behandlet i ét forløb i nye sammenhænge i andre forløb og på den måde vedligeholder og videreudvikler de dertil knyttede matematiske færdigheder og kompetencer. Desuden bør det indtænkes, hvordan de enkelte 'søjler' kan knyttes sammen via 'broer', så færdigheder og kompetencer tilegnet i én kontekst bringes i spil i nye kontekster knyttet til en anden 'søjle'".

Det er problematisk at vejledningen i matematik introducerer sin helt egen didaktik da man ikke kan forvente at alle matematiklærere i landet behersker denne didaktik, hverken i teori eller praksis. Selve idéen er udmærket: Det er en god idé at skabe sammenhæng i forståelse på tværs af emner, og det er fint at tage tidligere emner op igen i en anden sammenhæng. Men at tage en tråd op igen kræver at gamle emner repeteres og genbesøges, det tager tid, og med stoftrængslen er tid en mangelvare. Samtidig er emnerne på det nye matematik B ikke udvalgt så de supplerer hinanden og bygger videre på de samme kompetencer. De er tværtimod ret spredte og virker for mange elever usammenhængende.

Det øgede pensumpres suppleret med kravet om at mange opgaver skal kunne løses på flere måder, samt kravet om spiralundervisning lægger et stort pres på tempoet hvormed de enkelte emner i læreplanen behandles. Elevernes dybdelæring og fagglæde er ofrene.

## Eksamen på det nye matematik B

Refleksionerne omkring læreplanen har naturligvis betydning for hvordan eksamen opleves. Under formålsbeskrivelsen (Undervisningsministeriet, 2019a, s. 6) for matematik B-niveau står der i vejledningen:

“Det anvendelsesorienterede matematik B-niveau skal med hovedvægt på modellering og anvendelser af matematik samt bearbejdning af matematisk teori sætte eleverne i stand til at kunne inddrage viden fra andre fag (særligt studieretningsfagene) og indgå i fagligt samspil med andre fag i gymnasiet”.

Det bør for eksamen betyde at denne kompetence skal kunne vurderes ved selve prøven, og at denne kompetence skal have stor betydning for elevens karakter.

Samme kompetencer er i Vejledningen formuleret sådan:

“Specielt skal ræsonnementskompetencen, modelleringskompetencen og problemløsningskompetencen være centralt placeret i behandlingen af ethvert emne, parallelt med at elevens erfaringer med matematiske begreber og repræsentationer samt det matematiske symbolsprog udvikles og konsolideres i et aktivt skriftligt og mundtligt ordforråd” (Undervisningsministeriet, 2019a, s. 3).

Kompetencen er nu præciseret med hensyn til symbolsprog, repræsentationer og modelleringskompetencer. Mindre anvendelsesorienteret og mere teoretisk opbygget.

## Den mundtlige eksamen

Gruppedeleksamen er en ny eksamensform på stx B som matematiklærere ikke tidligere har stiftet bekendtskab med. Under gruppedelprøven sidder eleverne i grupper på maksimalt tre personer og arbejder med opgaverne mens lærer og censor samtaler med eleverne om opgaverne. Der er begrænset tid til at høre hver enkelt elev, og derfor kan det være svært for censor at vurdere niveauet for alle eleverne i lokalet. Opgaverne som benyttes ved gruppedelprøven, minder meget om opgaverne ved den skriftlige prøve, og derfor er det naturligt at eleverne løser opgaverne som var de til den skriftlige prøve. Det kan være svært for censor at vurdere eleverne mundtligt når eleverne har brugt al deres tid på det skriftlige. Man kan selvfølgelig spørge ind til elevernes arbejde og metoder, men det kan virke kunstigt på eleven, for svar står jo på skærmen. Man kan overveje om gruppedelprøven er bedst egnet som en mundtlig eksamensform, eller om den ville være bedre egnet som en skriftlig eksamensform.

Ved den individuelle mundtlige prøve har man længere tid til at vurdere den enkelte elev, og derfor vil ræsonnementskompetence fylder mere end problem- og modelleringskompetence som er i fokus ved gruppedelprøven. Denne skævhed kan medføre at ræsonnementskompetence bliver vægtet højere ved den endelige mundtlige karakter selvom gruppedelprøven og den individuelle bør vægtes lige højt.

Det fokus på problem- og modelleringskompetence som Vejledningen lægger op til, afspejles altså ikke tilstrækkeligt i den mundtlige eksamen i praksis.

## Den skriftlige eksamen og særligt oversættelseskalaen

Ved den skriftlige eksamen i matematik benytter man en oversættelseskala som omregner fra antal point opnået under den skriftlige eksamen til en karakter som censorerne tager udgangspunkt i i deres endelige helhedsvurdering af den enkelte besvarelse.

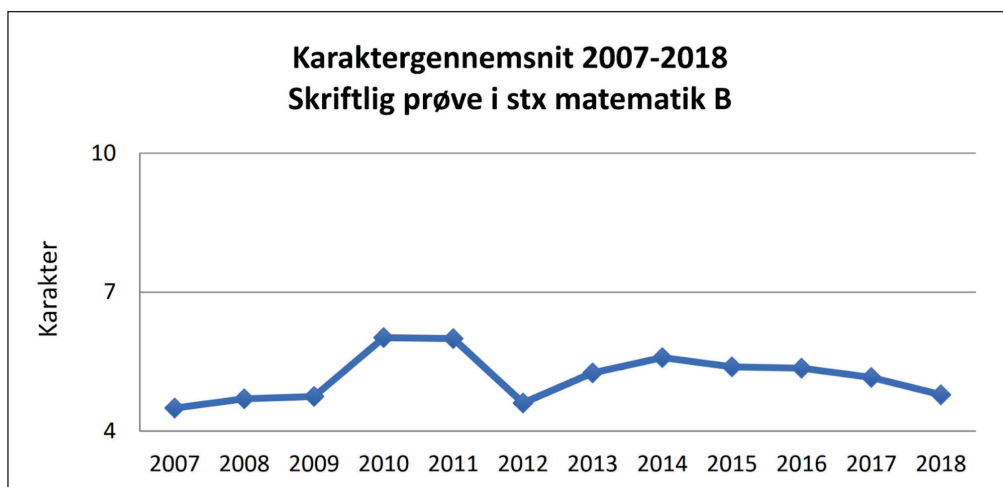
Gennem flere omgange har undervisningsministeriet valgt at ændre oversættelseskalaen i matematik, og hver gang kræver det færre point at bestå eksamen og færre point at få høje karakterer. Som det fremgår af nedenstående tabel, skulle man således i matematik B på stx i 2005 have 80 point ud af 200, dvs. 40 % rigtige, for at bestå, og i 2010 skulle man have 66 ud af 200 point, svarende til 33 % rigtigt besvarede opgaver, for at bestå, mens man i 2019 skulle have 41 ud 200 point, svarende til 20,5 % rigtigt besvarede opgaver.

I 2005 og 2010 skulle en elev have 184 ud af 200 point for at få 12, altså 92 % korrekt besvarede opgaver, mens en elev i 2019 kan få 12 med blot 157 ud af 200 point, svarende til 78,5 % korrekte besvarelser. (Gymnasieskolen.dk, 2019).

Karakter	-3	00	02	4	7	10	12
2005	0-16	10-86	80-96	92-126	122-156	152-188	184-200
2010	0-16	12-68	66-82	80-114	112-154	152-184	184-200
2018	0-16	12-68	66-82	80-114	112-154	152-184	184-200
2019	0-16	12-43	41-57	55-89	87-129	127-159	157-200

**Tabel 1.** Oversættelsesskalaer for STX B.

Det er problematisk at man over flere omgange ændrer oversættelsesskalaen, for derved er det ikke muligt at sammenligne elevernes faglige niveau gennem tiden. Undervisningsministeriet udsender hvert år en evaluering af de skriftlige prøver i matematik for stx og hf hvor man kan se en graf over karaktergennemsnittet ved de skriftlige eksamener i stx B fra 2007 til i dag.



**Figur 1.** Udvikling i karaktergennemsnit for den skriftlige eksamen på stx i matematik B.

Denne graf giver ikke et reelt billede af elevernes faglige niveau da oversættelsesskalaen er blevet justeret flere gange. Grafen er derfor misvisende. Det ville give et mere retvisende billede af elevernes faglige niveau hvis man op ad y-aksen skrev antal point (eller procent) som eleverne har opnået ved den skriftlige eksamen.

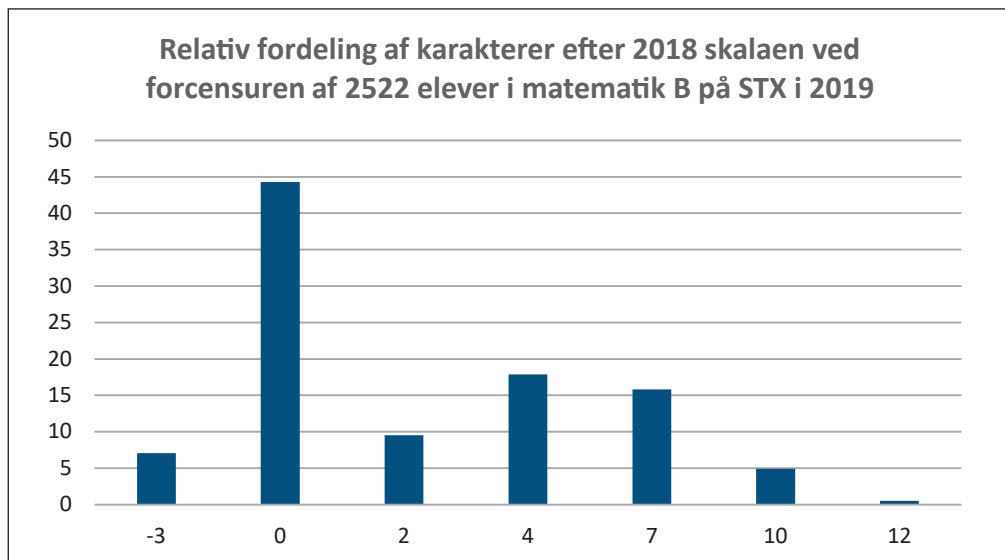
Det er uhensigtsmæssigt at fagkonsulenten og undervisningsministeriet redefinerer karakterens betydning over flere omgange. Alle matematiklærere bør have en klar forståelse for hvad fx et 10-tal betyder. Især i et fag som matematik hvor der

gives point ved den skriftlige eksamen, bør det være muligt at være konsekvent med karaktergivningingen.

Når man spørger undervisningsministeriet hvorfor man har valgt, nu for andet år i træk, at sætte karaktergrænserne ned, så får man følgende svar:

“Hvert år gennemfører fagkonsulenten i matematik en forcensur for hvert af de stillede opgavesæt. Forcensuren gennemføres ved, at censorerne indberetter opnåede point for hvert spørgsmål i opgavesættet for et udvalg af eksaminander. På den måde ses, om nogle af de stillede spørgsmål falder meget sværere/lettere ud, end det er forventet fra opgavekommissionens side. Hvis dette er tilfældet, justeres standardoversættelseskalaen op eller ned forud for karaktergivningingen, der sker på det årlige, centrale møde for skriftlige censorer i juni måned.” (Spørgsmål og det samlede svar kan læses i bilag 2 i litteraturfortegnelsen).

En kort analyse af tallene fra forcensuren der omfatter 5 elever fra hver klasse, i alt 2.522 elever, viser at med den oversættelsestabel der er vist ovenfor fra 2018, ville 52 % af eleverne ikke bestå. Med den nye 2019-grænse vil 32 % af eleverne ikke have bestået matematik B. Fordelingen af karaktererne fra forcensuren hvis oversættelsestabellen fra 2018 var bibeholdt, ser således ud (forfatterens egen analyse fra de indsamlede data til forcensuren):



**Figur 2.** Relativ fordeling af karakterer til skriftlig eksamen i matematik B baseret på forcensuren, i alt 2.522 elever, hvis den sædvanlige oversættelseskala fra 2018 var bibeholdt (forfatterens egen analyse).

Gennemsnittet i forensuren er 70,5 point ud af de 200 mulige point. I 2018 ville dette svare til karakteren 02. I 2019 svarer det til karakteren 4.

Der ville efter 2018-skalaen skulle have været givet i alt 13 12-taller ud af de 2.522 elever (svarende til 0,5 procent af alle) i forensuren. Med 2018-grænsen ville 5 % af eleverne få 10 eller 12. Med den nye 2019-grænse har 13 % af eleverne fået 10 eller 12.

## Konferencen om matematik B på STX den 8/10 2019

I lyset af den megen fokus på matematik i gymnasiet og særligt på matematik på B-niveau har Matematiklærerforeningen fået lavet en større uvildig undersøgelse af matematik B på STX. Der er hyret en ekstern partner til at varetage denne opgave, og der er gennemført 8 fokusgruppeinterviews med gymnasielærere der alle har erfaring med matematik B fra 2017 og frem. Rapporten kan ses her: Matematiklærerforeningen (2019).

Analysefirmaet morphic præsenterer deres hovedkonklusioner under overskriften "*Alvorlig tilstand for Mat STX B*" (Matematiklærerforeningen, 2019, s. 7). Resultaterne fra disse undersøgelser blev præsenteret på en konference i Odense den 8. oktober 2019, og hovedpunkterne var i meget kortfattet form:

- Der er et meget stort behov for at revidere pensum.
- Det skal være markant tydeligere hvad eleverne forventes at kunne.
- Afskaf grundforløbet – eller lad eleverne notere forventet studieretning.
- Sørg for at ud af boksen-opgaver ikke dominerer de skriftlige opgavesæt.
- Overvej at nedbringe antallet af eksamensformer.
- IT skal ikke være en automatisk del af al undervisning.
- Styrk dialogen med folkeskolen.
- Samarbejde med fagkonsulent: Der ønskes et mere åbent og lyttende samarbejde.

## Afrunding

Med de nye læreplaner i matematik har politikere og Undervisningsministeriet været fokuseret på at fagligheden skulle løftes. Man har derfor tilføjet mange nye emner, man har inddraget CAS i et større omfang, og man har ønsket flere eksamensformer, løsningsmetoder og anvendelser. Desværre har man overset eleverne i denne proces. På papiret ser det ud som om fagligheden er højere, men realiteten er en anden, som sommerens eksamensresultater også viser. Man får ikke dygtigere elever ved at skrive en mere ambitiøs læreplan.

Er målet virkelig at fremme studenternes matematiske faglighed, må der i første omgang ændres ved læreplanen så det er muligt for eleverne at opnå matematisk

forståelse, indsigt og kompetence – og for nogle elevers vedkommende: mod på at starte på en videregående uddannelse hvor matematik er et vigtigt redskab.

Videre må der gøres op med de mange krav der mere handler om beherskelse af IT end om matematik. Forkert brug af computere i matematikundervisningen er uhenigtsmæssig fordi undervisningen reduceres til teknik uden forståelse. Man trykker på en knap, og ud kommer der tal, grafer og tabeller som man derefter sætter ind i sin besvarelse.

Endelig må der arbejdes på at skabe mere kontinuitet mellem de forskellige trin i uddannelsessystemet så eleverne er bedre rustet til overgangen fra grundskole til gymnasium og fra gymnasium til videregående uddannelse.

“To dannelsesstraditioner mødes i gymnasireformen. Begge har til formål at gøre eleverne til myndige, demokratiske medborgere. Den ene tradition holder fanen højt for faglighed og fordybelse. Den anden lægger op til at eleverne skal arbejde problemorienteret og flerfagligt med aktuelle udfordringer såsom klima, migration og demokrati.” (Undervisningsministeriet, 2019c).

Det er vores opfattelse at vi med det nuværende matematik B på stx ikke er i nærheden af at nå disse mål.

## Referencer

- Bilag 1: *Finurligheder på matematik B – information indsamlet af matematiklærere som en reaktion på de mange særkrav, der skal huskes og nås i undervisningen*. Lokaliseret den 13. oktober 2019 på: <https://drive.google.com/file/d/1h1hLts2mmq5m-MMa5AgdjWrM3ZNSymbZ/view>. Kan ses via dette link: [kortlink.dk/2344z](http://kortlink.dk/2344z)
- Bilag 2: *Spørgsmål til Undervisningsministeren angående den justerede oversættelsesskala*. Lokaliseret den 13. oktober 2019 på: <https://drive.google.com/file/d/18kBJ8-LzFtJEaWUTNE8P-D48uLk8PpPE5/view>. Kan ses via dette link: [kortlink.dk/23453](http://kortlink.dk/23453).
- Ebbensgaard, A.B., Jacobsen, J.C. og Ulriksen, L. (2014). *Overgangsproblemer mellem grundskole og gymnasium i fagene dansk, matematik og engelsk*, IND's skriftserie 2014 (37). Institut for Naturfagenes Didaktik, Københavns Universitet.
- Frisdahl, K.K. (2019). *Statusrapport, Terminsprøve mat B STX marts 2019*. Lokaliseret den 13. oktober 2019 på: <https://gymnasieskolen.dk/sites/default/files/Statusrapport%20terminspr%C3%B8ve%20matB%20STX%20marts%202019%20-%20Google%20Docs.pdf>. Kan ses via dette kortlink [kortlink.dk/ye8v](http://kortlink.dk/ye8v).
- Grøn, B. (2017). *Matematik. I: Dolin, Ingerslev & Jørgensen (red.), Gymnasiepædagogik. En grundbog* (s. 641-652). København: Hans Reitzels Forlag.



- Grønbæk, N., Jessen, B. & Winsløw, C. (2019). Matematik B: Regningen skal betales. *MONA*, 2019(3), s. 6-10.
- Gymnasieskolen.dk. (2019). *Oversættelseskalaer*. Lokaliseret den 13. oktober 2019 på: <https://gymnasieskolen.dk/sites/default/files/Overs%C3%A6ttelseskaler%20for%20matematik%20i%20gymnasiet.pdf>.
- Institut for Naturfagernes Didaktik. (2015). *Matematikudredningen – udredning af den gymnasiale matematiks rolle og udviklingsbehov*. Udført efter opdrag fra Undervisningsministeriet, august 2015. Lokaliseret den 13. oktober 2019 på: <https://www.ind.ku.dk/projekter/matematikudredning/Matematikudredningen2015endelig.pdf>.
- Jensen, K.B.S. (2018). *Fagligt stof i matematik efter reform 2017, Opslag på Facebook i gruppen Gymnasielærere i matematik*. Lokaliseret den 13. oktober 2019 på: [https://drive.google.com/file/d/1ALyPmGndg8KNOE82JnVlfU\\_xlJsvwnt6/view](https://drive.google.com/file/d/1ALyPmGndg8KNOE82JnVlfU_xlJsvwnt6/view). Dette opslag kan ses her: [kortlink.dk/23454](https://www.kortlink.dk/23454).
- Matematikkommissionen. (2017). *Matematikkommissionen Afrapportering*. Cirka januar 2017. Lokaliseret den 13. oktober 2019 på: [https://curis.ku.dk/portal/en/publications/matematikkommissionen--afrapportering\(1ff289fb-c2fe-4767-8efb-31e5ef453df3\).html](https://curis.ku.dk/portal/en/publications/matematikkommissionen--afrapportering(1ff289fb-c2fe-4767-8efb-31e5ef453df3).html).
- Matematiklærere på Rødovre Gymnasium og Herlev Gymnasium og HF. (2018). *Underskriftsindsamling: Revider matematiklæreplaner på STX og HF, oprettet april 2018*. Lokaliseret den 13. oktober 2019 på: [https://www.skrivunder.net/revider\\_lareplaner\\_for\\_matematik\\_pa\\_stx\\_og\\_hf](https://www.skrivunder.net/revider_lareplaner_for_matematik_pa_stx_og_hf).
- Matematiklærerforeningen. (2019). *Rapport for Matematiklærerforeningen, Tilstanden for Matematik STX B Rapport baseret på minigrupper med gymnasielærere i matematik, august/september 2019*. Lokaliseret den 13. oktober 2019 på: <http://lmfk.dk/pics/1230.pdf>.
- Sørensen, J. (2017). *Læreplaner STX-ABC Sammenligning af læreplaner 2005 og 2017* (lavet marts 2017 baseret på et udkast til læreplanen for 2017). Lokaliseret den 13. oktober 2019 på: [https://www.dropbox.com/s/l3lxkpu80iah08f/Læreplaner%20STX-ABC.pdf?dl=0&fbclid=IwAR1p237loIrEQ91yurgQn9SMuPgZKWT1\\_GFiBiEnNoEIEB2G2fejFYBABQw](https://www.dropbox.com/s/l3lxkpu80iah08f/Læreplaner%20STX-ABC.pdf?dl=0&fbclid=IwAR1p237loIrEQ91yurgQn9SMuPgZKWT1_GFiBiEnNoEIEB2G2fejFYBABQw). Dette opslag kan ses på [kortlink.dk/ye92](https://www.kortlink.dk/ye92).
- Tosev, J.B. (2019a). *Tilføjjet og fjernet fra STX B niveau*. Lokaliseret den 13. oktober 2019 på: <http://tosev.dk/tf/tf.html>.
- Tosev, J.B. (2019b). Åbent brev om matematik i gymnasiet. I: Gymnasieskolen 27. juni 2019. Lokaliseret den 13. oktober 2019 på: <https://gymnasieskolen.dk/aabent-brev-om-matematik-i-gymnasiet>.
- Undervisningsministeriet. (2002). *Kompetencer og matematiklæring (KOM rapporten), Ideer og inspiration til udvikling af matematikundervisning i Danmark*. Publikationen indgår i Uddannelsesstyrelsens temahæfteserie som nr. 18-2002 og under det tværgående tema værdier og indhold. Lokaliseret den 13. oktober 2019 på: <http://static.uvm.dk/Publikationer/2002/kom/hel.pdf>.

- Undervisningsministeriet. (2017a). *Læreplaner for stx, Bilag 112, Matematik B – stx*. Lokaliseret den 13. oktober 2019 på: <https://www.uvm.dk/gymnasiale-uddannelser/fag-og-laereplaner/laereplaner-2017/stx-laereplaner-2017>.
- Undervisningsministeriet. (2017b). *Anbefalinger skal styrke matematikundervisningen i gymnasiet, 16. januar 2017*. Lokaliseret den 13. oktober 2019 på: <https://www.uvm.dk/aktuelt/nyheder/uvm/udd/gym/2017/jan/170116%20anbefalinger%20skal%20styrke%20matematikundervisningen%20i%20gymnasiet>.
- Undervisningsministeriet. (2019a). *Matematik A/B/C, stx Vejledning, marts 2019*. Lokaliseret den 13. oktober 2019 på: <https://www.uvm.dk/-/media/filer/uvm/gym-vejledninger-til-laereplaner/stx/matematik-a-b-c-stx-vejledning-mar19.pdf?la=da>.
- Undervisningsministeriet. (2019b). *Evaluering af de skriftlige prøver i matematik på stx og hf ved sommereksamen 2018, Januar 2019*. Lokaliseret den 13. oktober 2019 på <https://emu.dk/sites/default/files/2019-02/190122-Evalueringsrapport-matematik-hf-og-stx-2018.pdf>.
- Undervisningsministeriet. (2019c). *PodCast Gymnasielyd om Dannelse udgivet september 2019*. Lokaliseret den 13. oktober 2019 på: <https://emu.dk/stx/podcast/gymnasielyd>.

# Kommentarer

I denne sektion bringes kommentarer til tidligere bragte artikler. Kommentarerne skal være saglige, samt fagligt og analytisk funderede. Kontakt gerne redaktionen forinden indsendelse af kommentar. Indsendte kommentarer vurderes af redaktionen og er ikke genstand for peer-review.

# Observationer, eksperimenter og iagttagelser i videnskab og undervisning



Henrik Kragh Sørensen,  
Institut for Naturfagenes  
Didaktik, Københavns  
Universitet



Laura Søvsø Thomasen,  
Det Kgl. Bibliotek

*Kommentar til Morten Rask Petersen, Helle Kruse Krossá: Udvikling af elevernes kemiske observationskompetencer, MONA 2019-2*

Helle Kruse Krossá og Morten Rask Petersen har i det foregående nummer af MONA publiceret en spændende, solid og perspektivrig undersøgelse af hvordan man kan udvikle folkeskoleelevers "observationskompetence" i naturfags-undervisningen. Undersøgelsen, som bygger på interventioner og evaluering af kemiundervisningen på en efterskole, peger på vigtige og udfordrende didaktiske problemstillinger. Teoretisk er artiklen bygget op omkring et ønske om at flytte eleverne på et spektrum fra "hverdagsobservation" til "videnskabelig observation". Og der er ingen tvivl om at i hvert fald nogle af eleverne har opnået en bedre forståelse for den videnskabelige undersøgelse og observation som proces. Samtidig rejser studiet også en række videnskabsteoretiske og -historiske overvejelser som i didaktiske sammenhænge handler om forskelle mellem færdigheder og (meta)kompetencer.

Forholdet mellem videnskabsfag og undervisningsfag har været diskuteret længe, men med de nye kompetence- og fagbeskrivelser for udskolingen og gymnasiet er der kommet forøget fokus på at undervise i det der svarer til det vi i videnskabsteorien kalder "science in the making". Dette begreb, som skyldes Bruno Latour, omfatter den usikre og undersøgende fase i videnskaben før man opnår den viden der kanoniseres som "ready-made science" og findes i lærebøgerne. Dermed er der nogle spændende paralleller mellem undersøgelsesbaseret undervisning og den videnskabsteoretiske og -historiske analyse af processer der hører til science-in-the-making, som er blevet dyrket voldsomt, især inden for de sidste årtier.

I en stor del af det 20. århundredes videnskabsteori har man skelnet mellem observationer og eksperimenter (se Bogen, 2017): Observationer handler i denne tradition

om passive iagttagelser af ydre fænomener (tænk på himmellegemernes bevægelser) som vi ikke har indflydelse på, men kan iagttage objektivt og fordomsfrit. Eksperimenter handler derimod om at vi som undersøgende agenter afgrænser og påvirker et stykke af naturen for at aftvinge den svar på spørgsmål. Hvis vi i forvejen har en klar hypotese som vi ønsker at afgøre, kan man endda tale om "kruciale" eller Galileiske eksperimenter (Medawar, 1979). Men selvom disse har haft en stor rolle at spille i det der er blevet ophøjet som Den Videnskabelige Metode™ (se Andersen & Hepburn, 2016), så er eksperimenternes brug i videnskabelig praksis ofte meget mere undersøgende, og vi kan derfor tale om en anden slags: eksplorative eksperimenter (Steinle, 2016). Fælles for både observationer og eksperimenter er at de ikke er noget værd hvis vi ikke er skarpe og trænede til at *iagttage* enten det observerede fænomen eller følgerne af vores eksperiment. Og for at denne iagttagelse er mulig, er vi nødt til at have en forhåndsforventning om hvad der kommer til at ske. Hvis vi bare giver en forsker (eller en elev) en blyant i hånden og siger "Observér!" eller "Iagttag!", så vil hun helt naturligt spørge: "Hvad skal jeg iagttage?" Forventningshorisonten er således givet af forestillinger, andre erfaringer (også ikke-videnskabelige) og forudgående viden, og denne indsigt er et hårdt angreb på ideen om neutrale observationer.

Men det er måske slet ikke så overraskende, i hvert fald ikke set ud fra et videnskabshistorisk synspunkt. Inden for de sidste 30 år har historiske studier nemlig fokuseret på hvordan videnskabelig viden i praksis ikke er noget der skabes ved objektive iagttagelser, men kræver kommunikation og tillid (Shapin & Schaffer, 1985). Da man omkring Royal Society fra 1660'erne begyndte at anstille fysiske eksperimenter, blev de bevidnet af borgere af betydelig anseelse, og i den forstand var gentleman-science en helt reel foreteelse. Sidenhen har det udviklet sig til den kodificerede form som den videnskabelige artikel i dag udgør, men det er vigtigt at forstå at den videnskabelige genre – med introduktion, metode, resultater, analyse og diskussion (IMRAD) – er produktet af en proces der har udviklet den videnskabelige kommunikation lige så meget som den videnskabelige erkendelsesform. Og det idealiserede argument har været at det afrapporterede eksperiment både skulle overbevise modtageren om den opnåede konklusion og muliggøre en genskabelse. Dette ideal om gentagelighed er siden blevet anfægtet både historisk og videnskabsteoretisk da der indgår megen tavs viden i enhver kompleks praksis. Derfor er det til stadighed svært at indkredse forventningshorisonten, og den må under alle omstændigheder være kontekst- og måske især modtager-afhængig (se også Daston & Lunbeck, 2011).

I forhold til undersøgelsen om elevernes observationskompetencer i kemi undrer det os derfor at der ligger et ret statisk og målorienteret didaktisk sigte til grund der skal gøre eleverne bedre til "videnskabelig observation". Denne målorientering risikerer efter vores mening at spænde ben for den ellers tiltalende undersøgelsesbaserede tilgang til eksperimenter og kemilæring. Vores bud ville være at man – måske allerede

i udskolingen, men ellers i hvert fald i de gymnasiale uddannelser – kunne tilføje et metaperspektiv der viser hvordan selve den videnskabelige undersøgelse er produkt af en lang proces (Allchin, 2013). Den ville konkret kunne illustrere at undersøgelsens eget produkt – her kemirapporterne – selv er kontingente i den forstand at de er udviklet af tradition og ikke af nødvendighed. Det ville i sig selv dermed være et bidrag til elevernes (naturvidenskabelige) dannelse (Dolin et al., 2016).

En måde at angribe dette på i undervisningen kunne være at ekspliciterede de videnskabsteoretiske og -historiske aspekter af den eksperimentelle praksis med forventningshorisont og eksperimenter, men tillade at der ikke (umiddelbart) nås didaktisk "lukning". Det peger på en afvejning mellem færdigheder i eksperimentel udførelse og iagttagelsesevne overfor en metakompetence i at se undersøgelse ikke som genskabelse af hypotesetestende eksperimenter, men som udforskning af en mere fundamental eksplorativ karakter. Selvfølgelig skal eleverne understøttes i denne proces igennem synliggørelse af den iagttagende proces og den modtagerorienterede afrapportering af indsigterne. Men vi kunne godt tænke os at træning i retning af "videnskabelige observationer" blev gjort til et middel til at opnå denne dannende indsigt mere end til et mål for videnskabelighed (og korrekthed) i en lukket forstand.

Så det håber vi at forfatterne til den spændende undersøgelse og andre naturfagslærere i udskolingen og gymnasiet har lyst til at tænke videre over: En mulig måde at implementere dette på kunne være at tage udgangspunkt i at genskabe autentiske, historiske forsøgsopstillinger. Et konkret forslag kunne være at tage udgangspunkt i H.C. Ørstedes berømte eksperiment i 1820 der førte til opdagelsen af elektromagnetismen, som godt nok er hentet fra fysik og ikke fra kemi. På Det Kgl. Bibliotek er man ved at digitalisere Ørsted-arkivet, og i det dertil udarbejdede undervisningsmateriale (som forventes udgivet i løbet af 2020) er der foreslået fire opgaver der eksplicit og i stigende grader af refleksivitet forholder sig til netop denne problemstilling:

## Opgave 1

Kig på A.J. Bundgaards relief fra 1929 af Ørsted der udfører sit forsøg (<http://www.kb.dk/images/billed/2010/okt/billeder/object51681/da/>). Find derefter Ørsteds beretning fra forsøget ved at gå ind på Det Kongelige Bibliotek (i <http://REX.kb.dk>) og søge på "Dansk Litteratur-tidende 1757". Når du trykker på linket, kommer du ind til scanninger af dette tidsskrift. Her skal du finde Ørsteds beretning om forsøget fra 1820 (s. 447-448). Læs herefter den første paragraf (fra: "Ved nogle Forsøg ..." til "... ligeledes i disse Forsøg").

Forestil dig at du er i Ørsteds sko og er ved at stille et demonstrationsforsøg op med et "galvanistisk apparat" (en voltasøjle) og tynde tråde af platin, messing, bly, tin eller jern på et bord (se Bundgaards relief):

- Beskriv i dine egne ord og begreber hvad en voltasøjle er. Ville Ørsted kunne forstå og genkende din beskrivelse?
- På bordet står også et kompas. Beskriv i dine egne ord og begreber hvad et kompas er. Ville Ørsted kunne forstå og genkende den beskrivelse?
- Genskab en version af Ørsteds forsøgsopstilling sådan som han beskriver den meget kort i uddraget fra "Dansk Litteratur-tidende", og som illustreret i A.J. Bundgaards relief.
  - Hvilke uklarheder møder du? Hvilke forandringer er du tvunget til?
  - Hvordan vil du beskrive forholdet mellem din opstilling og Ørsteds?

## Opgave 2

Da Ørsted flyttede kompasset og ledningen tættere på hinanden, bemærkede han at der skete noget.

- Flyt kompas og ledning tættere på hinanden. Beskriv hvad du gør. Hvilke informationer medtager du i beskrivelsen?
- Beskriv i dine egne ord, begreber og evt. figurer hvad du observerer. Hvilke informationer medtager du?
- Del dine observationer med dine kammerater. Hvor forskellige er de? Beskriv ligheder og forskelle, og diskuter muligheder og udfordringer i at kommunikere om eksperimenter.

Ørsted opdagede på denne måde et *nyt fænomen*, og han kastede sig ud i at eksperimentere (lege) yderligere med det.

- Hvilke parametre kan du eksperimentere med? Gør det. Noter til stadighed hvad du iagttager.
- Kan du eksperimentere dig frem til nogle regelmæssigheder?
- Hvordan mon man skal forklare fænomenet? Prøv at opstille hypoteser, og afprøv dem.

### Opgave 3

- Beskriv i dine egne ord og begreber forskellen mellem eksplorative eksperimenter og demonstrationsforsøg.
- Ørsteds forsøg er blevet beskrevet som et eksempel på en *overraskende* (serendipitous) opdagelse. Forklar med dine egne begreber hvad der menes med det. Og diskuter hvorvidt den beskrivelse er rammende.
- Diskuter hvorvidt dine oplevelser med at gå undersøgende til fænomenet svarer til den videnskabsteoretiske beskrivelse som kaldes (Poppers) *hypotetisk-deduktive metode*.
- Diskuter hvorvidt dine, dine kammeraters og Ørsteds oprindelige forsøgsoptegnelser kan siges at beskrive *det samme* forsøg. Hvilke typer information er medtaget og udeladt i den oprindelige kilde?

### Opgave 4

- Beskriv og diskuter den *genre* som en eksperimenterapport udgør. Diskuter også hvordan du vil beskrive fraværet af kvantitative data i Ørsteds eksperiment.
- Analyser Ørsteds indledning i "Dansk Litteratur-tidende" (som du læste til Opgave 1): Hvilken argumentationsform bruger Ørsted? Diskuter herefter dens relevans i afrapportering af et naturvidenskabeligt eksperiment.

## For yderligere læsning og inspiration, se fx:

- Allchin, D. (2013). *Teaching the Nature of Science*. Perspectives & Resources. SHiPS Education Press.
- Andersen, H. & Hepburn, B. (2016). Scientific Method. I: Zalta, E.N., *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. Summer 2016. Metaphysics Research Lab, Stanford University. Lokaliseret 18. september 2019 på <https://plato.stanford.edu/archives/sum2016/entries/scientific-method/>.
- Bogen, J. (2017). Theory and Observation in Science. I: Zalta, E.N., *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. Summer 2017. Metaphysics Research Lab, Stanford University. Lokaliseret 18. september 2019 på <https://plato.stanford.edu/archives/sum2017/entries/science-theory-observation/>.
- Daston, L. & Lunbeck, E. (red.). (2011). *Histories of Scientific Observation*. Chicago og London: University of Chicago Press.
- Dolin, J. et al. (2016). Evaluering af naturvidenskabelig almendannelse i stx- og hf-uddannelserne. *MONA Forskningsrapportserie for matematik- og naturfagsdidaktik, 3*. Lokaliseret 18. september 2019 på <http://www.ind.ku.dk/mona/serie/2016-3/>.
- Medawar, P.B. (1979). *Advice to a Young Scientist*. San Francisco: Harper & Row.
- Shapin, S. & Schaffer, S. (1985). *Leviathan and the Air-Pump: Hobbes, Boyle, and the Experimental Life*. Princeton (NJ): Princeton University Press.
- Steinle, F. (2016). *Exploratory Experiments. Ampère, Faraday, and the Origins of Electrodynamics*. Oversat af Alex Levine. Pittsburgh: University of Pittsburgh Press.



# STEM på tre niveauer



Elzebeth Wøhlk, Astra



Ole Kronvald, Astra

*Kommentar til Jette Reus Schmidt: "Hvem definerer STEM i skolen og i skoleforskning", MONA 2019-2.*

Vi har i Astras Forankringsafdeling med stor interesse læst Jette Reuss Schmidts (JRS) analyse "Hvem definerer STEM i skolen og i skoleforskning?" i MONA 2, juni 2019, og vi har i den anledning fået lyst til at tage imod JRS' invitation til at være med til at debattere hvordan STEM bør defineres, og af hvem.

Vi har endvidere med glæde læst Keld Nielsens og Martin Sillasens kommentar "En tiltrængt røst" (Nielsen og Sillasen, MONA 3, 2019), og vi hæfter os ved den afsluttende passus om at få STEM ud i praksis og udbrede den "gode undervisning", ikke blot ved at fokusere på finansiering af feltet samt forskningen i det, men også ved at interessere sig for de aktører der rent faktisk skal implementere ny undervisning i naturfagene.

I Astras Forankringsafdeling beskæftiger vi os med udvikling af naturfaglige kulturer i de organisatoriske systemer, fortrinsvis på kommunalt niveau, men også i stigende omfang på og mellem de enkelte grundskoler og ungdomsuddannelser. Arbejdet sker fortrinsvist ved videndeling i netværk og i dialog med centrale aktører på skole- og undervisningsområdet, fx de kommunale naturfagskoordinatorer og naturfagsvejledere eller tilsvarende ressourcepersoner i grundskolerne. Der er altså fokus på aktørernes mediering i krydsfeltet mellem styringskæden og uddannelseskæden. Formålet er i sidste ende at eleverne skal have mulighed for at deltage i den bedst mulige naturfagsundervisning så undervisningen i naturfag bidrager til elevernes almendannelse, jf. folkeskolelovens formålsparagraf (§1).

Nærværende kommentar forholder sig til de aspekter af JRS' analyse der vedrører STEMs berøring med skoleområdet aktører, hvorimod de dele af JRS' analyse der berører Astras relationer til erhvervsliv, fonde, projekter mv., er udeladt.

I Forankringsafdelingen støder vi løbende på og drøfter STEM som begreb. Det sker især når vi igennem samtaler med kommunale naturfagskoordinatorer får indblik i udviklinger og tendenser i det politisk betingede arbejde i fx skoleforvaltninger. Her handler det ofte om hvordan de som konsulenter kan igangsætte og facilitere processer

og projekter der samtidig håndterer udvikling af naturfagsundervisningen og lærernes faglige kompetencer, strategisk og systematisk udvikling af (naturfags)undervisningen og lærernes samarbejdsmuligheder (ofte udvikling af professionelle læringsfællesskaber) koblet med politiske krav og ønsker til bl.a. rekruttering af fremtidige kandidater til erhvervslivet i kommunen. Dvs. at naturfagskoordinatorerne arbejder i krydsfeltet mellem politiske, organisatoriske og undervisningsmæssige niveauer med tilhørende forskellige muligheder, ønsker og udfordringer. For at få niveauerne til at hænge sammen og for at få dagsordnerne til at understøtte hinanden frem for at stjæle tid og ressourcer fra hinanden er en bred tilgang til STEM-begrebet nyttig for naturfagskoordinatoren, med blik for at STEM tillægges forskellig betydning afhængigt af kontekst.

I vores samtaler med de kommunale naturfagskoordinatorer er vi blevet spurgt: Hvad er STEM? Er det noget vi skal forholde os til i kommunerne? Hvordan gør vi?

Til det spørgsmål har vi fundet det hensigtsmæssigt i praksis at skelne mellem forskellige slags STEM med henblik på en mere nuanceret debat om og stillingtagen til begrebet.

## Didaktisk niveau

STEM handler om alt det vi ved om naturfagsundervisning. Samspil mellem fag, inddragelse af eksterne ressourcer og aktører i undervisningen, autenticitet, undersøgelsesbaseret, systematik, struktur, kommunikation. Med begreber fra didaktikken kan vi tale om den slags STEM der handler om undervisning – og dét kan naturfagskoordinatorerne godt være med til at tale om.

## Organisatorisk niveau

STEM handler også om organisering og samarbejde i skolen og med aktører uden for skolen. Fagteams, åben skole, tværfaglige projekter og forløb, netværk på skolerne og i kommunerne, vejledere. Med begreber fra det skoleorganisatoriske landskab handler STEM om muligheder for samarbejde og synergier – og dét kan naturfagskoordinatorerne også være med til at tale om.

## Politisk niveau

STEM er et politisk begreb der skal skaffe vækst og velfærd til såvel landet som til kommunerne, som JRS i sin analyse redegør for. Naturfagskoordinatorerne fungerer i politisk styrede organisationer der netop beskæftiger sig med vækst og velfærd for borgerne, og derfor kan naturfagskoordinatorerne byde ind med en uddannelsesvinkel på de problemstillinger som JRS også beskriver i sin analyse.

Niveauopdelingen er inspireret af Dolin (2005, s. 9) der beskriver naturfagsdidaktiske problemstillinger som et samspil mellem tre uddannelsesniveauer.

## Krisen gik ikke til spilde

JRS argumenterer for at STEM kom som et krisebegreb med et – måske overvurderet – potentiale til at løse en række nationale problemstillinger. Rekrutteringsproblemet omfang kan formentlig godt diskuteres, ikke mindst om det (alene) er skolesystemet der skal og bør løse den problemstilling. Imidlertid viser vores erfaringer med samarbejdet med de kommunale skoleforvaltninger at krisen ikke alene forekommer i de nationale og internationale prognoser for vækst og velfærd. I skolesystemet har der længe været konstateret “naturfagskrise” i form af elever uden motivation, stigende kommunalt fokus på dalende faglige resultater og manglende kompetencer hos underviserne. STEM (og mulige forbindelser mellem S, T, E og M) tilbyder som ovenfor beskrevet både faglig og tværfaglig nytænkning, spændende undervisningsmetoder og nyt indhold til fagene som vi oplever at mange lærere og kommunale forvaltninger har taget imod med kyshånd som en mulig løsning på motivations- og læringskrisen. STEM faldt simpelthen på en tør plet. Ligeledes tilbyder STEM-begrebet muligheder for at lade lærere på tværs af fagene indgå i nye konstellationer, netværk, grupper, projekter mv. med henblik på faglig udvikling, hvilket også har været modtaget positivt mange steder. Og sidst, men ikke mindst, så har STEM-begrebet nogle steder givet kommunale politikere og forvaltninger anledning til at prioritere netop naturfagsområdet i ønsket om at “være med på en national bølge” som de forventede kunne løfte kommunale dagsordener eller problemstillinger.

I Astras Forankringsafdeling har vi foldet STEM-begrebet ud sammen med vores netværk af kommunale naturfagskoordinatorer i forbindelse med et nationalt netværksmøde. Et resultat herfra er en kort film (se referencelisten). Vi ser frem til den fortsatte nuancerede debat om STEM, og ligesom Nielsen og Sillasen, så ser vi et potentiale i “Sammen om Naturvidenskab” (Bohm et al., 2017) hvor der argumenteres for at styrke koordineringen mellem uddannelsessystemets og styringskædernes centrale aktører:

“Bedre koordinering mellem nationale, kommunale, regionale og lokale aktører og deres respektive ansvars- og interesseområder forventes at imødekomme udfordringen med det spredte og vidt forgrenede naturfagslandskab [...] Koordineringen vil betyde, at der kan komme en højere kvalitet i undervisningen i de naturvidenskabelige og teknologiske fag og den pædagogiske praksis samt et bedre vidensflow mellem niveauerne i systemet.” (Bohm et al., 2017, s. 43).

## Referencer

Astras STEM-film kan findes her: [astra.dk/stem](http://astra.dk/stem).

Bohm, Mikkel et al. (2017). Sammen om naturvidenskab. Astra. Lokaliseret på [https://astra.dk/sites/default/files/nns\\_rapport\\_anbefalinger\\_final\\_web.pdf](https://astra.dk/sites/default/files/nns_rapport_anbefalinger_final_web.pdf).

Dolin, J. (2005). Naturfagsdidaktiske problematikker. *MONA – Matematik- og Naturfagsdidaktik*, (1).

Schmidt, J.R. (2019). Hvem definerer STEM i skolen og i skoleforskning? *MONA – Matematik- og Naturfagsdidaktik*, (2).

Wøhlk, E., Kronvald, O. & Buch-Illing, H. (2018). Naturfagskompasset som middel til udvikling af kommunale naturfaglige kulturer. *MONA – Matematik- og Naturfagsdidaktik*, (1).

# En tiltrængt røst – igen



Jette Reuss Schmidt, UCN

*Svar på Keld Niensens og Martin Sillasens kommentar til “Hvem definerer STEM i skolen og i skoleforskningen?”, MONA, 2019-3.*

Tak til Keld Nielsen og Martin Sillasen (herefter N&S) for et sagligt og konstruktivt svar (Nielsen & Sillasen, 2019) på min artikel om definering af STEM (Schmidt, 2019). Det er glædeligt at N&S har taget handsken op for at diskutere et for naturfag og matematik særdeles relevant emne. Jeg tillader mig dog at komme med et gensvar på et par af de kritikpunkter der rejses i svaret fra N&S.

Min overordnede idé med artiklen var at undersøge om vi i Danmark kunne genfinde nogle af kendetegnene ved den stemfiseringsbølge som forskere (Sharma, 2016; Weinstein, 2016; Wolfmeyer & Lupinacci, 2017; Zeidler, 2016; Zheng, 2019) påpeger har bredt sig fra USA til mange af verdens lande. Kendetegnene er bl.a. at STEM bæres frem af en kriseretorik om mangel på især ingeniører, at landenes toneangivende virksomheder gennem stærke netværk får stadig større indflydelse på undervisning i matematik og naturfag, og at fondes filantropiststrategi ændres så de bliver stadig mere styrende for forsknings- og udviklingsarbejdet. I artiklen forsøgte jeg at vise at disse kendetegn lader sig genfinde i Danmark, og at det leder tanken hen på Habermas' idé om erkendeinteresser (Habermas, 1970), især med henblik på at definere STEM i et kontinuum mellem arbejdsmarkedsparathed og almindendannelse.

I den forbindelse skriver N&S at det nok ikke er rimeligt at stille kravet om almindendannelse og arbejdsmarkedsparathed op som skarpe modsætninger. Min påstand er at det bør vi i det mindste forsøge at gøre fordi STEM-strategier ikke eksisterer i et værdi- og interessefrit rum (Habermas, 1970), og fordi der er meget der tyder på at den kritiserede basisfaglige *pipeline* fra folkeskole til universitet (Dolin, 2018) er ved at blive erstattet af en *pipeline* fra folkeskole via naturfagsuddannelser til arbejdsmarkedet. Denne pipeline-opfattelse ses fx tydeligt i Teknologipagten (Teknologipagten, 2019).

## STEM-strategien

Der var mange gode intentioner i den såkaldte STEM-strategi (Astra, 2017) som N&S gentagne gange roser. Jeg er dog i modsætning til N&S glad for at den blev sat på standby så der bliver tid til en demokratisk proces hvor tsunamien af amerikanske STEM-idéer får lov at rodfæste sig i en dansk/kontinental dannelses-tradition. Fx synes det glædeligt at Big Ideas ikke overtages ukritisk – alene af den grund at dele af science-fagrækken i Danmark i så fald ville blive ekskluderet. Forhåbentlig ændres også STEM-strategiens meget bureaukratitunge anbefalinger med kommunalt forankrede strategiplaner, synlig ledelse, monitorering og kontrol og med mindelser om den efterhånden udfasede New Public Management-tilgang.

Jeg er ikke i tvivl om at dele af eller hele STEM-strategien vil blive forelagt nye ministre, og at stemfiseringsbølgen vil få stor betydning i Danmark. Der er så stærke interesser på spil at alt andet virker utænkeligt. Det kan medføre spændende nyt, men jeg deler ikke panikscenariet om at det kun kan gå for langsomt. Jeg ønsker at mane til besindighed, og selvom demokrati er besværligt, er det trods alt det bedste alternativ. I et demokrati bør ingen ekskluderes – heller ikke de faglige foreninger. Det kan selvfølgelig være en strategi at lade fonde udfylde det vakuum som demokratiet ikke har kunnet udfylde, men det er en farlig vej at gå.

## Dansk Industris indflydelse

Med henvisning til en model om Dansk Industris (DI) og Akademiet for de Tekniske Videnskabers (ATV) indflydelse på STEM skriver N&S at DI's rolle ikke er "nær så manipulerende, som JRS fremstiller det" (Nielsen & Sillasen, 2019, s. 107). Min oprindelige intention med modellen var i forlængelse af arbejdet bag *Magteliten* (Magteliten.dk, 2016) at illustrere hvordan enkelte personer sidder med i mange for naturfagsundervisning betydningsfulde netværk. Pointen er at jo flere netværk en person indgår i, jo større magt/indflydelse vil personen have. Egentlig kom der nogle interessante mønstre frem, men den model jeg påbegyndte, blev for omfattende til intentionen med artiklen. Derfor nøjedes jeg med et enkelt personligt nedslag som eksempel på netværk og magt.

Således har Charlotte Rønhof (CR) et stort netværk som tidligere direktør i DI, som formand for ATV's Science & Engineering-komité, som medlem af ATV's "Science & Engineering i Uddannelserne" og som formand for det af Undervisningsministeriet nedsatte udvalg Rådet for Børns Læring. Hun har således tæt forbindelse til de udvalg der rekvirerer bestemte analyser med relation til STEM og sikrer udbredelse af resultater til politikere og medier, samtidig med at hun er formand for et for skolen meget vigtigt råd med direkte reference til undervisningsministeren. Jeg anvender ikke udtrykket manipulerende, men forsøger at vise hvordan viden er magt, og at

nogle personer/organisationer/virksomheder gennem netværksstrukturer har større mulighed for at præge politikere og medier end andre har, og at dette kan være et demokratisk problem.

Mht. DI's tidligere modstræbende holdning til tværfaglighed er jeg på det rene med at DI traditionelt har næret frygt for at tværfaglige tiltag skulle udvande specielt fysik- og kemiundervisningen og med hjælp fra Novo Nordisk også dele af biologien. Så meget desto mere bemærkelsesværdigt er det at DI overtager STEM-kriseretorikken med tilhørende STEM-kriseløsningsforslag på samme tid som det sker i store dele af verdens lande. Selvom de engang var vægelsindede, er de det bestemt ikke længere.

## Mysteriet om Merete Riisager

N&S har ret i det bemærkelsesværdige i at en minister fra Danmarks vel mest neoliberale parti, Liberal Alliance, ikke umiddelbart valgte at følge STEM-strategiens anbefalinger. Jeg er dog ikke enig i at "Undervisningsministeriet har svigtet totalt" (Nielsen & Sillasen, 2019, s. 105), selvom STEM-diskursen synes for kraftigt reduceret i den seneste naturvidenskabsstrategi (Regeringen, 2018).

Hvis vi løfter blikket til skole og undervisning generelt, fremgår det at der de seneste år har været en nærmest kampagtig modsætning mellem en læringsmålstyrings- og en dannelsesfløj i skoledebatten. Der er næppe tvivl om at dannelsesfløjen er forundrede over at Merete Riisager tog så stærkt parti for den kontinentale dannelsesstradition med hovedfokus på *Bildung* som tilfældet var. Jeg er enig i at hendes indblanding i STEM-strategien på visse områder var uheldig, men hendes syn på dannelse er betydeligt mere kompleks (Lyll, 2017) end den til tider karikerede fremstilling hun udsættes for i MONA (Dolin, 2018; Nielsen & Sillasen, 2019). Under alle omstændigheder sikrede tænkepausen at de faglige foreninger kom med på råd, og forhåbentlig medfører det at STEM-strategi 2.0 vil medtage et tydeligere aftryk af fagenes forskellige blik på verden og tilgange til forståelse af *virkeligheden* – og i forlængelse af dannelsesfløjens kritik af læringsmålstyringen bliver lærerens rolle forhåbentlig ikke reduceret til udelukkende at være vejleder eller facilitator.

## Behov for dybdegående viden om STEM i dansk kontekst

N&S skriver at det er naturligt at koble diskussionen om naturfagenes fremtid til kriseretorik, og de giver flere, omend temmelig gamle eksempler på hvor koblingen har været en succes. Det er dog ikke nogen hemmelighed at sputnik-chokket medførte mange uheldige undervisningsmæssige tiltag for såvel matematik som naturfagene. Med den erfaring i bagagen er det så meget desto vigtigere at vi denne gang får tid til at drøfte om der er noget i vores egen naturfaglige og matematiske tradition som

vi ikke ønsker at give afkald på i mødet med nye idéer. Det er ikke at være bagstræberisk. Ny teknologi skal indtænkes i undervisningen, og nye impulser udefra kan bestemt medføre meget godt. Det giver god mening at lade fagene mødes på kryds og tværs med engineering og teknologi, men det kræver grundige demokratiske overvejelser – noget der desværre sjældent er tid til i reformernes tidsalder. Det kræver at vi i vores argumenter går et spadestik dybere end blot at henvise til de unges manglende interesse og motivation eller deres eventuelt manglende evne til at begå sig i en digital tidsalder. Det handler også om overvejelser over hvordan vi opfatter *verden og virkeligheden*.

## Referencer

- Astra. (2017). Sammen om naturvidenskab. Hentet d. 22. september 2019 på [https://Astra.dk/sites/default/files/nns\\_rapport\\_anbefalinger\\_final\\_web.pdf](https://Astra.dk/sites/default/files/nns_rapport_anbefalinger_final_web.pdf).
- Dolin, J. (2018). Enkeltfag eller fagintegration i naturfagene? MONA, 4.
- Habermas, J. (1970). Erkenntnis und interesse. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Lyll, T.W. (2017). Merete Riisager og dannelsen. Altinget. Hentet d. 23. september 2019 på <https://www.alinget.dk/uddannelse/artikel/merete-riisager-og-dannelsen>.
- Magtelite.dk. (2016). Kortlægning af magtens netværk i Danmark. Retrieved from <https://magtelite.dk/2016/08/04/erhvervslivet-inderkreds-dansk-industri-som-bindeled-mellem-de-haederkronede-virksomheder/>.
- Nielsen, K. & Sillasen, M. (2019). En tiltrængt røst. MONA, 3, 102-108.
- Schmidt, J.R. (2019). Hvem definerer STEM i skolen og i skoleforskning? MONA, 2, 70-88.
- Sharma, A. (2016). STEM-ification of education: The zombie reform strikes again. *Journal for Activist Science and Technology Education*, 7(1).
- Teknologipagten. (2019). Teknologipagten. Hentet d. 23. september på <https://Www.Teknologipagten.Dk/Teknologipagten/Om-Teknologipagten>.
- Weinstein, M. (2016). Critiquing and transcending STEM. *Journal for Activist Science and Technology Education*, 7(1).
- Wolfmeyer, M. & Lupinacci, J. (2017). (Re)considering STEM education: Interrupting an omnipresent discourse. *Critical Education*, 8(15).
- Zeidler, D.L. (2016). STEM education: A deficit framework for the twenty first century? A socio-cultural socioscientific response. *Cultural Studies of Science Education*, 11(1), 11-26.
- Zheng, L. (2019). A performative history of STEM crises discourse: The co-constitution of crises sensibility and systems analysis around 1970. *Discourse: Studies in the Cultural Politics of Education*. Hentet d. 22. september på <Http://Doi.Org/10.1080/01596306.2019.1637332>.



# Matematiksystemer mellem potentiale og udfoldelse



Else Marie Jensen,  
Dalgasskolen i Brande

*Kommentar til Gissel et al.: "Kompetencedækning i analoge matematiksystemer til mellemtrinnet", MONA, 2019(3)*

Min baggrund for denne kommentar er at jeg er matematiklærer og -vejleder på en folkeskole hvor vi har valgt nye matematiksystemer til hhv. indskolingen og mellemtrinnet inden for de seneste år. Og læsningen af denne artikel har ført til nogle overvejelser over hvordan disse processer forløb, og hvordan jeg/vi kan arbejde mere bevidst med at identificere læremidlernes kompetencemæssige potentialer og udfolde disse i undervisningen.

I foråret 2015 valgte vi matematiksystem til indskolingen. Vi indledte processen med at låne forskellige matematiksystemer til gennemsyn i en periode hvorefter vi mødtes og drøftede systemernes fordele og svagheder. Jeg havde forud for mødet læst lærervejledningernes generelle indledning og sammenstillet disses nøglebegreber ligesom jeg havde sammenlignet elevbøgernes emne om subtraktion (med begreber som "flere forklaringer" og "udfordrende opgaver"). Den skematiske oversigt brugte vi som udgangspunkt for mødet, hvilket gav i hvert fald mig begyndelsen til en sammenligningsmetode. Denne ville være blevet mere kvalificeret ved at arbejde mere indgående med hvordan de forskellige systemer fx udfolder begrebet "kompetencer". I min oversigt noterede jeg blot når lærervejledningen anvendte ordet kompetence, men jeg forholdt mig ikke til på hvilket niveau denne kompetence lå.

Et eksempel: To forskellige systemer kan have opgaver der umiddelbart ligner hinanden og begge lægger op til ræsonnement og tankegang, men det ene system fokuserer på at eleverne skal forstå læremidlets ræsonnementer (RT1), mens det andet lægger op til at eleverne skal komme med et bud på deres egne hypoteser (RT3). Her vil den præsenterede model kunne hjælpe os med at skelne mellem hvordan og på hvilket niveau kompetencerne faciliteres. De kontrolspørgsmål som forfatterne har

formuleret, ser jeg derfor som umiddelbart og meget anvendelige i matematiklærernes faglige debat.

Den præsenterede model kan altså være meget værdifuld for matematiklærerne fordi vi herigennem får et fagligt redskab til at analysere og sammenligne systemerne. Det er nødvendigt at have et sprog til at formidle og drøfte iagttagelser, og ved at anvende modellen som udgangspunkt får vi dels (i højere grad) fokus på kompetencernes centrale rolle i matematikundervisningen og dels en sproglig terminologi der kan kvalificere den faglige debat.

I vores drøftelse nærlæste vi bl.a. enkelte af opgaverne og diskuterede hvorvidt de åbenlyst eller indirekte opfordrede eleverne til at overveje forskellige løsningsmetoder. Det var altså problembehandlingskompetencen vi var på udkig efter, uden at have defineret dette med præcise termer. Ved at have de faglige termer til rådighed ville vi i højere grad have kunnet sikre os at vi forstår det samme ved de begreber vi anvender, og at vi er opmærksomme på alle de faglige kompetencer og delkompetencer.

I oplægget til mødet skrev jeg: "Optimal anvendelse af elevbogen forudsætter selvfølgelig, at man sætter sig ind i lærervejledningen og bruger materialet, som forfatterne har tænkt sig." Det gælder naturligvis tilsvarende for anvendelse af den opstillede model. Derfor vil der forventeligt ligge en opgave for matematikvejlederen/den matematikansvarlige i at formidle modellens opbygning og indhold for sine kolleger så den bliver et anvendeligt redskab i debatten og kan fungere som en fælles referenceramme.

Som det nævnes i artiklen, beskriver lærervejledningerne ofte de potentielle kompetencer generelt, og derfor må læreren selv udlede hvordan disse udvikles (s. 15). Dette indebærer for mig at se to interessante problemfelter: Forstår læreren intentionen med den pågældende aktivitet? Og formår læreren at omsætte denne intention i sin undervisning?

Jeg har spurgt mine matematikkolleger i hvilket omfang de bruger lærervejledningen, og hvorvidt den er konkret nok til at de kan finde og udfolde hensigten med den enkelte opgave. Blandt de svar jeg har fået, er det overordnede billede at lærervejledningen mest bliver brugt ved års- og forløbsplanlægning. To af lærerne nævner at de bruger vejledningen til at sikre sig at de har forstået formålet med enkelte opgaver, når de er i tvivl. Begge disse er uddannede og erfarne matematiklærere. De to ikke-uddannede matematiklærere der har svaret, skriver begge at de ikke har manglet noget i forhold til konkrete opgaver. Det fører mig til en overvejelse om i hvor høj grad disse svar indikerer at nogle lærere er opmærksomme på opgavernes betydning i forhold til elevernes samlede matematikkompetencer mens andre måske i højere grad forholder sig til forståelse af den enkelte opgave. Da vi valgte matematiksystem, oplevede vi at den didaktiske drøftelse hele tiden forholdt sig til dels en konkret opgave og dels den enkelte lærers opfattelse af formålet med

matematikfaget. Denne forbindelse mellem de konkrete opgaver og fagets overordnede kompetencer blev altså synliggjort gennem fælles refleksion. I tilbageblik ville det have været meningsfuldt umiddelbart at fortsætte valgforløbet med møder hvor vi arbejdede med det valgte systems potentiale og hvordan det bedst kan udfoldes i undervisningen. I dette skoleår er vores nye bogsystem fuldt indfaset på mellemtrinnet, så der er både mulighed for at høre om erfaringer som kolleger har gjort sig, og sammen være undersøgende på i hvilket omfang systemets potentiale bliver udfoldet i undervisningen. Det vil være interessant at iagttage hvordan den præsenterede model indvirker på den faglige drøftelse.

Vi endte i øvrigt med at vælge forskellige matematiksystemer til indskolingen og mellemtrinnet. Der var enighed om at lærebogssystemerne generelt var gode, men det afgørende blev – set i bakspejlet – i hvor høj grad vi vurderede at hvert system kunne styrke den enkelte elevs forståelse. For mit eget vedkommende kan jeg se at det er kontrolspørgsmålene under “Ræsonnement og tankegang” der har været udslagsgivende.

På s. 22 nævner forfatterne at kompetencepotentialet (i Kontext+ 5-afsnittet om måling) er implicit på aktivitetsniveau og eksplicit i eftertanke-fasen. Jeg finder det naturligvis væsentligt at der fokuseres på kompetencerne efter aktiviteterne – men jeg synes det er spændende at overveje hvad der ville ske hvis materialet også lagde op til refleksion under aktiviteterne. Jeg havde for nylig en værkstedstime i 3. klasse hvor børnene skulle undersøge figurfølger. De blev tydeligvis så optagede af selve det at bygge figurerne at den faglige opgave fortonede sig. For at børnene efterfølgende har noget at reflektere over, har de brug for at gøre nogle iagttagelser, og derfor kan det være nødvendigt at læreren også er opmærksom på og hjælper børnene til at reflektere under udførelsen af aktiviteten.

Dette fører mig videre til s. 25: “Andre gange har en aktivitet potentiale til at være kompetenceorienteret hvis bestemte dele af aktiviteten optones eller skærpes”. Dette forudsætter at læreren er bevidst om aktivitetens potentiale, og her tænker jeg at det vil være gavnligt at læremidlerne indeholder informationer til læreren om hvilket potentiale den enkelte opgave indeholder, og hvordan den kan udfoldes – ikke i form af en bestemt fremgangsmåde, men som åbne spørgsmål der kan fremme børnenes refleksion: Hvordan mon figurrækken fortsætter? Hvordan kan vi forklare det? Hvad ville der ske hvis ...?

Det er naturligvis forskelligt i hvor høj grad lærerne bruger lærervejledningerne, og flere nævner også at tidsfaktoren har stor betydning. Men hvis lærervejledningen har oplysninger om hvilke potentialer en aktivitet rummer, og hvordan disse kan udfoldes, mener jeg at dette klart giver mulighed for en bedre udfoldelse af hvert enkelt læremiddels potentiale samtidig med at nogle lærere vil få mere mod på at inddrage undersøgende elementer i deres undervisning.

En af mine kolleger spørger til eftertanke: Kan det have en negativ side hvis lærervejledningen bliver mere konkret? Ja, det kan det hvis det hæmmer lærerens egen refleksion. Men det skal jo ikke forhindre læremiddelforfatterne i at udforme den bedst mulige lærervejledning; ansvaret for refleksion og realisering ligger fortsat hos den enkelte lærer.

Artiklen slutter med at konstatere: "At se og realisere potentiale for kompetenceundervisning i en given aktivitet hvor dette ikke er ekspliciteret, kræver tid, indsigt i kompetencetænkningen samt didaktisk tæft og kreativitet." (s. 26). Man kan naturligvis argumentere for at enhver matematiklærer i folkeskolen bør besidde disse kendetegn, men en mere eksplicit udfoldelse af læremidlernes potentialer i lærervejledningen vil højne sandsynligheden for at disse potentialer realiseres i skolens hverdag. Og hvis dette følges op af systematiske faglige drøftelser blandt matematiklærerne, vil det for mig at se skabe et solidt grundlag for øget refleksion om matematikundervisningens indhold og gennemførelse.

# Hvordan måler man dækningen af de matematiske kompetencer i læremidler?



Bent Lindhardt,  
Professionshøjskolen  
Absalon

*Kommentar til Stig Toke Gissel, Mette Hjelmberg, Bo Teglskov Kristensen og Dorte Moeskær Larsen: "Kompetencedækning i analoge matematiksystemer til mellemtrinnet", MONA 2019-3.*

MONA-redaktionen har opfordret mig til at kommentere ovennævnte artikel, hvilket jeg har været lidt betænkelig ved, men dog sagt ja til. Betænkeligheden skyldes bl.a. min egen involvering i en del af de analoge matematiksystemer som er under analyse og vurdering. Jeg har således været med til at "føde" Faktor og revidere Sigma i 90'erne samt været såvel forfatter som ekstern redaktør på hele KonteXt-serien. Derudover har jeg været i skrivegruppen for matematik ved indførslen af forenklede Fælles Mål i 2014. En række positioner som kunne risikere mulige kommentarer i en for tendentiøs retning. Dette til trods forsøger jeg alligevel om det er muligt at forholde mig neutral og konstruktiv kritisk til det skrevne. Undervejs vil jeg eksemplificere mine kommentarer gennem det jeg kender bedst – KonteXt+.

Den omtalte artikel har som hovedsigte at fremlægge resultater af og metoder til evaluering af otte lærebogssystemer til matematikundervisning på folkeskolens mellemtrin. Evalueringen afdækker i hvilket omfang læremidlerne lægger op til at eleverne arbejder med de matematiske kompetencer i relation til færdigheds- og vidensområdet måling. Arbejdet er "bestilt" af Købehavns Kommune som ønskede en vurdering af i hvor høj grad de anvendte lærebøger inddrog de matematiske kompetencer.

## Lærebogens indflydelse på undervisningen

Et centralt grundlag for analysen er konstateringen af at lærebogen har stor indflydelse på undervisningen (Mogensen, 2012). Spørgsmålet der følger, er *hvor stor en indflydelse*. En ting er at eleverne har en lærebog med et eller andet læringsmæssigt potentiale, men hvor "slavisk" følger man den? Er det lærebogen som er den lærende autoritet, eller er det læreren?

I den internationale matematikdidaktiske forskning har bl.a. Herbel-Eisenmann et al., 2006, påvist at lærebogen uafhængig af fx lærerens opfattelser og overbevisninger påvirker lærerens undervisning. I deres forskning har man fulgt en lærer som underviste to forskellige klasser. I den ene klasse undervistes efter en traditionel lærebog. I den anden klasse undervistes efter en mere problembaseret lærebog. Det gav betydelige forskelle, bl.a. på brug og frekvens af gruppearbejde, på fællesgørelse i klassen, på omfang og art af klassesamtale/foredrag samt brug af lommeregner, til trods for at klasserne undervistes af den samme lærer. Tre forskellige, men dog metodisk sammenlignelige casestudier, beskriver også en ændring i læreres praksis i forbindelse med anvendelse af en ny lærebog. I tre uafhængige undersøgelser (Lloyd, 1999; J.T. Remillard, 2000; Collopy, 2003) følges lærere gennem klasserumsobservation og interviews med at implementere en mere problembaseret lærebog. Det var kendetegnende for alle tre undersøgelser at de deltagende lærere ændrede deres tidligere undervisningspraksis hen imod den type undervisning der vægtes i de problembaserede materialer.

Ovenstående resultater modsvares af forskere som har undersøgt *hvor dybt* forandringerne stikker idet de forholder sig til ændringens langtidsholdbarhed. De konstaterer at hvis man ønsker en varig forandring i lærerens fag- og lærings syn, kan det ikke ske alene gennem brug af nye materialer. Lloyd skriver: "reform recommendations and associated curriculum materials cannot and do not bring about change alone – educational change is a complex human endeavor" (s. 244). Her gøres det altså klart at varige forandringer kræver at der arbejdes med dybereliggende værdier og opfattelser hos den enkelte lærer end bare den mere overfladiske tilgang gennem ændring via brug af lærebogen.

Det synes således som en legitim undersøgelse Gissel, Hjemborg, Kristensen & Moeskær foretager, hvis man tager indholdet i lærebøgerne som strømpil for indholdet i undervisningen – dog med det forbehold at det ikke kan betragtes som varige tilstande.

Ud over selve lærebogen er den tilknyttede lærervejledning under lup. Det er således afgørende for analysen hvordan den "retleder" læreren mod en mere kompetenceorienteret undervisning. J.T. Remillard (2000) opdeler lærervejledninger i to typer:

- Den ene type, “speaking *through* the teacher”, er lærervejledninger som mere skal opfattes som manualer. Vejledningen indeholder præcise angivelser af hvilke opgaver eleverne skal lave, og hvordan læreren skal agere i undervisningen.
- Den anden type, “speaking *to* the teacher”, opfatter lærere som selvtænkende modtagere som gennem vejledningen modtager faglige og metodiske begrundelser, diskussioner og inspiration og mulige elevreaktioner.

Vejledningen skal således ses som en spændvidde mellem kogeboogsopskriftslignende tekster og mere reflekterende oplæg. Remillard konkluderer at i de tilfælde hvor læreren indgår i en aktiv fortolknings- og beslutningsproces om undervisningens indhold, lærer læreren mest. Det er således en væsentlig pointe at lærervejledninger tager lærere alvorligt som selvtænkende frem for blot modtagere af instruktioner.

## Bemærkninger til analysemetoden

Indledningsvist skal jeg hilse velkomment at man diskuterer kvaliteten af de lærebøger som udgives til matematikundervisningen. Før læremiddel.dk etablerede sig, var der ganske tavst om dette felt i den fagdidaktiske diskussion. Anmeldelser eller kritiske diskussioner var ofte begrænset til ganske små anmeldelser i folkeskolen med varieret analytisk substans. Med den viden om lærebogens rolle som er nævnt tidligere, kan det således undre hvor lille forskningsinteressen var tidligere i det matematikdidaktiske miljø.

Jeg skal også hilse velkomment at man vil forsøge at måle på omfang og art af kompetenceorienterede opgaver og aktiviteter i lærebøgerne. Det er imidlertid ikke nogen enkel sag. Kompetencebegrebet indeholder en særlig kompleksitet i såvel de enkelte kompetencer som sammenhængen mellem dem. Der er således en fare for at nedbrydning af de matematiske kompetencer i mindre “atomare” enheder kan få de centrale kvaliteter og pointer til at forsvinde. På den anden side er det også vanskeligt at målsætte og planlægge undervisningen hvis ikke man tør inddampe kompetencerne til operationelle enheder som forholder sig til lektioner i de rammer og vilkår der er i den enkelte matematikklasse. Faren er her at bevarelsen af kompleksiteten kan bevirke at det bliver for uoverskueligt og dermed undlades. Der er således en raffineret balance mellem at fastholde kompetencebegrebet som det komplekse fænomen det er, og så at gøre kompetencerne operationelle i hverdagen.

I lyset af dette har jeg en række kritiske spørgsmål til den analyserende tilgang til de udvalgte otte lærebogssystemer.

## 1) I hvor høj grad afspejler de såkaldte kontrolspørgsmål de forventelige fælles mål for de matematiske kompetencer på mellemtrinnet?

I artiklen beskriver man:

“Vi har taget afsæt i Fælles Måls (2016) definition af kompetencerne for mellemtrinnet, deres fremtræden i målparrene og deres beskrivelse i Læseplanen for 2. trinforløb, 4.-6. klasse. Desuden inddrager vi beskrivelsen af kompetencerne fra KOM-rapporten (Niss & Jensen, 2002). Vi har i operationaliseringen af hvert kompetenceområde således formuleret det med egne ord, underinddelt det i delkompetencer og formuleret kontrolspørgsmål der specificerer de konkrete manifestationer af de matematiske delkompetencer som vi leder efter i analysen.”

Holder man færdigheds- og vidensmålene op mod de såkaldte kontrolspørgsmål som bliver brugt som “måleinstrument”, må man konstatere at der er foretaget transformationer som i nogen tilfælde må bero på analysegruppens egen tolkning af hvordan kompetencemålene skal udfoldes på mellemtrinnet, mere end hvad intentionerne har været i Fælles mål. I og med at man også inddrager KOM-rapporten, kan der argumenteres for “justeringer eller tilføjelser”, men jeg efterlyser dog begrundelser for disse ændringer. Jeg skal give tre eksempler.

Problembehandling	
Fælles mål	Valgt kontrolspørgsmål
Eleven kan opstille og løse problemer.	Lægger læremidlet op til at eleverne selv skal opstille problemer?

Som det kan konstateres, har man i kontrolspørgsmålet udelukkende medtaget det at opstille problemer – hvilket er ganske besynderligt idet det at løse problemer almindeligvis er det elever gør på mellemtrinnet – såvel lukkede som åbne. Det vil selvfølgelig influere stærkt på den senere optælling idet det (naturligt) vil være overalt i en opgavebog. I den sammenhæng kunne det medtænkes at der er en egenkompleksitet i hvornår noget kan opfattes som et problem og dermed ikke er en rutineopgave. Det er ofte meget individuelt. En ganske “simpel” opgave som at finde forskellen mellem 14 og 6 kan være ren rutine for nogen, men for andre kalde på eksperimenter, afprøvning osv. Jeg gætter på det kan være årsagen til udeladelsen, men det er dog usagt.



Modellering	
Fælles mål	Valgt kontrolspørgsmål
1. trin: Eleven kan anvende enkle matematiske modeller.	Lægger læremidlet op til at eleverne kan anvende forskellige matematiske modeller?
2. trin: Eleven kan gennemføre enkle modelleringsprocesser.	Lægger læremidlet op til at eleverne selv skal opstille matematiske modeller?  Lægger læremidlet op til at eleverne skal vurdere forskellige matematiske modeller?

I stedet for “enkle” matematiske modeller spørges der til “forskellige” matematiske modeller. I stedet for “gennemføre enkle modelleringsprocesser” spørges til “opstille matematiske modeller”, og endelig tilføjes kontrolspørgsmålet “at eleverne skal vurdere forskellige matematiske modeller”. Vedrørende det sidste skal det nævnes at det indgår i fælles mål som et færdigheds- og vidensmål på 3. trin, 3. fase, svarende til 8.-9. klasse. Min anke er her at det synes som om man har øget abstraktionen og kompleksiteten som jeg gerne havde set argumenter for.

Repræsentations- og symbolkompetence	
Fælles mål	Valgt kontrolspørgsmål
1. trin: Eleven kan oversætte regneudtryk til hverdagsprog.	Lægger læremidlet op til at eleverne skal kunne oversætte mellem hverdagsprog og fagsprog (herunder symbolsprog) og andre repræsentationer?
2. trin: Eleven kan oversætte mellem hverdagsprog og udtryk med matematiske symboler.	Lægger læremidlet op til at eleven vælger hensigtsmæssige repræsentationer i forhold til konteksten?  Lægger læremidlet op til at eleverne behandler og betjener sig af symbolholdige udsagn?

I Fælles mål er hovedfokus sammenhængen mellem hverdagsprog og symbolsprog og i øvrigt udvidet i læseplanen 2014 med: “... men i undervisningen indgår fortsat de repræsentationer fra indskolingen, som udgør redskaber for eleverne i deres arbejde med matematik, herunder konkrete repræsentationer og visuelle repræsentationer”. Det synes som om kontrolspørgsmålene udvider denne intension. Det står også lidt uklart hvad der ligger i kontrolspørgsmålet “Lægger læremidlet op til at eleven vælger hensigtsmæssige repræsentationer i forhold til konteksten?”.

Det udvides i kontrolspørgsmålene til at “eleverne skal kunne behandle og betjene sig af symbolholdige udsagn”. En udvidelse der fører tankerne hen på algebraiske færdigheder inden i faget selv, som ikke er hovedsigtet på dette trin – ud fra Fælles mål.

Generelt havde det været fint at se eksempler på hvordan man vurderer hvilke opgaver der falder inden for rammen, og hvilke der falder uden for.

## 2) Hvordan udvælges “en enhed” i optællingen?

I skema 5 er oplistet hvor mange enheder de to nævnte fagdidaktikere har optalt inden for hvert lærebogssystem. I KonteXt+ 4, som jeg som sagt selv har været involveret i, opgøres der i alt 62 enheder, formodentlig i kapitlet “Areal og omkreds”. Jeg har forsøgt at genskabe dette antal, men det er ikke helt enkelt. Hvis man udelukkende tæller enheder som opgaver benævnt med nummer, får jeg ikke mere end 46 – der må således være 16 enheder mere. Det kan muligvis være de tre sidste eftertankeproblemstillinger og nogle af spørgsmålene til klassesamtalen samt en aktivitet. I så fald mangler jeg 10 enheder.

Jeg har tilladt denne fordybelse i et enkelt lærebogssystem idet jeg kan være bekymret for hvordan man tæller når man tæller. Hvis en optællingsenhed typisk er opgaver, evt. delspørgsmål til aktiviteter, bliver jeg ekstra bekymret fordi en opgave ikke bare er en opgave. Der er forskel på en simpel træningsopgave som “Beregn arealet af et kvadrat med siden 3 cm” og så opgaven “Find arealet af skolegården”. I min optik er det ikke antallet af opgaver som beskriver graden af lærebogens kompetenceorientering, men kvaliteten og den fordybende arbejdstyngde af de enkelte opgaver. Min påstand er at en enkelt modelleringsopgave kan modsvare mange træningsopgaver – man bør således ikke tælle opgaver i en-til-en-tælling.

## 3) Er skelnen mellem implicit og eksplicit en anvendelig kategorisering ved optællingen?

Jeg opfatter bestemt skelnen mellem implicitte og eksplicitte tilgange til kompetencerne som interessant og på mange måder hovedet-på-sømmet. Som tidligere omtalt skal man som lærebogsforfatter forholde sig til en udformning af en vejledning så den opfattes retledende og tydelig nok i en spændvidde mellem speaking to the teacher og speaking through the teacher. Jeg gætter på at andre forfattere, som jeg selv, har valgt at beskrive kompetencebegrebet mere overordnet for at bevare integriteten og sammenhængskraften – hvilket gør det til en hensigtserklæring at man ikke nødvendigvis skal øremærke hvert eneste tiltag med reference til hvilke kompetencer der indgår. Altså i højere grad “speaking to the teacher” – men risikoen er selvfølgelig at læreren ikke får øje på det. Her er så absolut et potentiale for yderligere debat og forskning.

Hvor eksplicit og manueltænkende skal en lærervejledning være før ejerskab, egne refleksioner og tolkninger udebliver hos læreren? Så langt så godt. Jeg er imidlertid blevet noget forundret over hvordan man har registreret denne eksplicitering. Jeg kan se ud fra KonteXt+ 4 at der ud fra skema 5 kun forekommer en eksplicitering knyttet til en opgave i modellering – som jeg i øvrigt ikke selv mener forekommer. Derudover fremgår meget tydeligt af konklusionen i artiklen om KonteXt at de sidste eftertankeopgaver i lærebogssystemet er forsøgt målrettet flere af de nævnte kompetencer, men de indgår altså ikke i regnskabet. Det kan selvfølgelig være et enkeltstående tilfælde, men det kunne give anledning til et eftersyn andre steder.

En overvejelse kunne også være hvad det er for opgaver der er tilbage når man har lagt de kompetencepotentielle implicitte og eksplicitte opgaver sammen. Hvis jeg bliver ved KonteXt+ 4, får jeg samlet  $1,11 + 0,02 = 1,13$ . Lidt forbløffende resultat idet jeg gik ud fra at de enheder der blev optalt, var disjunkte, og dermed at sammenlægningen måtte give 1. Forklaringen kan være at der er tale om at den samme opgave optræder flere gange, men det fremgår ikke helt tydeligt af artiklen.

### 5) Er målingen tilstrækkelig solid når man kun ser på en lille del af lærebogen?

Jeg er enig i at lærebøgerne ofte har en vis fast struktur – ofte delt op i kapitler med en bestemt systematik. Artiklen redegør fint for skrøbeligheden i resultatet ved at snævre undersøgelsen ind til kun at omhandle “Eleven kan og har viden om forskellige metoder til at anslå og bestemme omkreds, areal og rumfang”. Det er indlysende et stort arbejde at skulle alle bøger igennem, men det kunne måske have klædt analysen med en stikprøve i enkelte andre kapitler inden for tal/algebra og statistik/sandsynlighed.

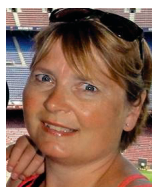
Samlet vil jeg gerne rose læremiddel.dk for at have påtaget sig opgaven og artiklens forfattere for at de har forsøgt at operationalisere en mulig analyse af de lærebøger som er på markedet. Når man kaster sig over noget meget kompliceret, er man nødt til at træffe valg, og det mod kvitterer jeg for. Jeg oplever dog et behov for at diskutere analysemetoden yderligere før der kan drages egentlige konklusioner om hvilke lærebøger der bedst forvalter en kompetenceorienteret matematikundervisning – men nu er vi i gang.

## Referencer

Herbel-Eisenmann, B.A., Lubienski, S.T. & Id-Deen, L. (2006, August 2006). Reconsidering the study of mathematics instructional practices: The importance of curricular context in understanding local and global teacher change. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 9(4), 313-345.

- Remillard, J.T. (2000). Can curriculum materials support teachers' learning? two fourthgrade teachers' use of a new mathematics text. *The Elementary School Journal*, 100(4), 331-350.
- Lloyd, G.M. (1999). Two teachers' conceptions of a reform-oriented curriculum: Implications for mathematics teacher development. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 2(3), 227-252.
- Collopy, R. (2003). Curriculum materials as a professional development tool: How a mathematics textbook affected two teachers' learning. *The Elementary School Journal*, 103(3), 287-311.
- Mogensen, A. (2012). Når pointer styrer matematikundervisning. *MONA* (3), 40-54.
- Læseplaner for matematik, Fælles mål 2014, UVM.

# Fællesgørelsen



Susanne Simoni Hedegård,  
VIA University College,  
læreruddannelsen i Aarhus



Pernille Ulla Andersen,  
VIA University College,  
læreruddannelsen i Aarhus

*Kommentar til Mie Engelbert Jensen & Rune Hansen: "Udgange på undersøgende matematik", MONA 2019-3.*

Vi har med stor interesse læst artiklen om udgange på undersøgende matematik. Det har især været interessant at læse om undersøgelsens særlige fokus på fællesgørelse i arbejdet med en undersøgende tilgang til matematik. Fællesgørelse er et interessant didaktisk begreb som dækker over elevernes deling af indhentet viden eller med andre ord: elevfremlæggelser i gammeldags forstand. Undersøgelsen i artiklen peger på særlige udfordringer i denne fase af det undersøgende arbejde. På et elevniveau har eleverne vanskeligt ved at dele og udtrykke erfaringer og refleksioner opnået gennem den undersøgelsesbaserede matematikundervisning, mens det på lærerniveau synes vanskeligt at tilrettelægge en klasserumssamtale der både rummer en anerkendelse af elevernes unikke bidrag og udfordringer i at samle elevernes bidrag til faglige pointer.

Vores kommentarer til artiklen vil hovedsageligt bidrage til artiklens andet forskningsspørgsmål på s. 29: "Hvilke didaktiske tiltag kan imødegå de identificerede vanskeligheder?"

Den undersøgende tilgang til undervisning har gennem lang tid været i fokus i både naturfags- og matematikundervisningen (Harlen, 2011; Kruse, 2013; Larsen & Lindhardt, 2019). I naturfagsundervisningen har det særligt været IBSE (Inquiry Based Science Education) der har været med til at skabe opmærksomhed om den undersøgende tilgang til undervisningen.

Fænomenet "undersøgende matematikundervisning" er i disse år omfattet af stor bevågenhed. Det tydeligste tegn på det er de nye opgavetyper i folkeskolens afgangsprøver i 9.-10. klasse. Siden december 2018 har den sidste opgave været en opgavetype med kun ét åbent spørgsmål som lægger op til elevernes undersøgelse af én problemstilling. Danmarks Matematiklærerforening har videre i juni 2019 udgivet et temanummer om "Undersøgelser i matematik", og i EU-regi er der fokus på den undersøgende tilgang i projekt MERIA, se [www.meria-project.eu](http://www.meria-project.eu). Fælles for meget af

den litteratur der findes om undersøgende matematikundervisning, er dog at fokus er på udvikling af aktiviteter og undervisningsforløb. Det er derfor en ny vinkel der præsenteres i artiklen af Jensen & Hansen med begrebet "fællesgørelse".

Forfatterne forklarer vanskelighederne med at lærerne har et fag- og læringssyn som ikke er foreneligt med en undersøgende tilgang. Der henvises til at såvel elever som lærere befinder sig i en sociomatematisk norm præget af et traditionelt lærings-syn. Eleverne er fx fokuserede på facit, og lærerne stiller for lukkede spørgsmål. Dermed konkluderer forfatterne: *"Hvis læreren og eleverne ikke tror på at matematik udvikles og læres i fællesskabet, så kan selv en grundig organisering og nøje udvalgte opgaver falde til jorden."*

En mulighed for at imødekomme de udfordringer der beskrives i artiklen, kunne være at inddrage Guy Brousseaus teori om didaktiske situationer (TDS) som bl.a. omtales i MERIA-rapporten (Winsløw, 2017).

Ifølge teorien om TDS skal læreren forberede undervisningen ved at formulere en *tilsigtet viden* og udtænke et passende miljø som netop udvikler viden. Det er således vigtigt at øvelsen eller opgaven der stilles eleverne, er så åben og undersøgende at der reelt kan arbejdes med at udvikle viden. Den testopgave der omtales i artiklen, s. 33, har ikke en sådan karakter, men er i høj grad en traditionel opgave med et korrekt svar og få frihedsgrader. Det fremgår ikke hvilke øvelser der indgik i selve undervisningen, og derfor kan vi ikke vide om de opgaver der indgik i interventionen, havde en tilpas åben karakter og sigtede på at udvikle særlige matematiske begreber.

Faktisk er lærerens rolle, ifølge TDS, at udtænke og vælge situationer i hvilke eleverne kan udvikle personlig viden svarende til den institutionelle viden.

*"... for at formidle ny viden, udvikler og overdrager læreren en matematisk situation, hvori eleverne kan udvikle deres egen personlige viden. Læreren skal også hjælpe eleverne med at dele denne viden i klassens offentlige rum, hvor den til sidst kan blive koblet sammen med den institutionelle viden i officiel form. Hvad lærerne skal have viden om, er ikke kun eller primært den institutionelle viden. Det er situationer, som giver eleverne mulighed for at tilegne sig den institutionelle viden."*

I både TDS og IBSE opereres med 3-4 faser i afviklingen af undervisningen:

**Devolution/engageringsfase** er en igangsætningsfase hvor læreren peger ind i problemstillingen og sikrer sig at eleverne forstår problemet. Læreren skal sikre at opgaven giver mulighed for at eleverne udvikler de begreber som er tilsigtet. I IBSE engageres eleverne ved at være med til at formulere hvilke spørgsmål der skal undersøges.

**Handling – formulering – validering/undersøgelser- og analysefase.** Her arbejder eleverne i en såkaldt a-didaktisk situation. Læreren fungerer som vejleder og hjælper eleverne, men det er elevernes undersøgelser der er det bærende. Her er det forbudt

for læreren at fortælle om et svar er sandt eller falsk. Ideelt set skal “miljøet” afgøre det. Et eksempel på et sådant miljø kunne i matematik være at elever skal fremstille en udfoldning af en cylinder med bund og top, helst så kreativt som muligt. Når eleverne forsøger at samle cylinderen, afgøres det om løsningen er optimal, ved at den kan nå sammen! (Arcavi, 2019).

**Institutionalisering/dokumentations- og formidlingsfase.** I TDS er det læreren der samler elevernes spontane begreber og kobler dem til én optimal strategi. Denne opsummering er ofte en præcis præsentation af den matematiske viden som fx findes i elevens lærebog. Man kan sige at læreren oversætter elevernes arbejde til den generelle matematiske teori. I IBSE præsenteres svar på de undersøgte problemstillinger med efterfølgende feedback fra læreren.

For at fællesgørelsen skal forløbe godt, er det nødvendigt at læreren har tilrettelagt et didaktisk miljø med en reel åben problemstilling som rummer uudforsket matematisk/naturfaglig viden set fra elevernes perspektiv. I institutionaliseringsfasen skal læreren fokusere mere på at fremstille matematisk/naturfaglig viden med inddragelse af elevernes udforskning og mindre på traditionelle fremlæggelser.

En anden interessant vinkel i artiklen angår betydningen af dialogen mellem lærer og elev og især hvordan læreren stiller spørgsmål gennem undervisningen og i fremlæggelsessituationen. Forfatterne forklarer hvordan de deltagende lærere beskriver vanskelighederne ved at få elever til at anvende fagbegreber. Denne problemstilling er genkendelig i naturfag hvor det nye fagsprog i fagene ofte volder eleverne problemer. Mange vælger at anvende hverdagsprog i forklaring af naturfaglige problemstillinger frem for at bruge faglige begreber. Det er en didaktisk udfordring for læreren at få fagsproget i spil, og her kan man sætte fokus på det dialogiske arbejde i form af hvordan læreren stiller spørgsmål til eleverne. Elstgeest (2009) kategoriserer spørgsmål i produktive og uproduktive spørgsmål og hvad der kendetegner forskellen på disse spørgsmålstyper:

Uproduktive spørgsmål	Produktive spørgsmål
Naturvidenskab = information	Naturvidenskab = en måde at arbejde på
Svar hentes fra sekundære kilder	Svar hentes i førstehåndserfaringer med undersøgelser
Leder efter “det rigtige svar”	Mange forskellige svar kan være rigtige på hver deres måde

I kategorien produktive spørgsmål beskriver Elstgeest (2009) fem spørgsmålstyper:

1. Opmærksomhedsskabende spørgsmål (fx "hvad kan du se?")
2. Måle- og tællespørgsmål (fx "hvor mange ...?")
3. Sammenligningsspørgsmål (fx "på hvilke måder adskiller x sig fra y?")
4. Handlingspørgsmål (fx "hvad sker der, hvis ...?")
5. Problemfremsettende spørgsmål (fx "kan du finde en måde at ...?")

Bevidstheden om de forskellige spørgsmålstyper kan hjælpe læreren til at åbne dialogen op i både undervisnings- og fremlæggelsessituationer. Hvis det er ældre elever, kan de også blive gjort bekendt med spørgsmålstyperne og måske få benspænd om at skulle anvende to eller flere af typerne.

På læreruddannelsen i Aarhus har vi i perioden 2019-2021 et arbejde i gang hvor en gruppe lærerstuderende arbejder med at have særligt fokus på dialog og spørgeteknik i undervisningssituationer. Lærerstuderende har gennem microteaching med fem elever videooptaget dialog mellem lærer-elev og elev-elev, og fremadrettet bliver opgaven at analysere videoerne med fokus på produktive og uproduktive spørgsmål og heraf også de fem spørgsmålstyper. Efter den første pilotundersøgelse var den umiddelbare respons fra lærerstuderende overraskelse over hvor svært det var at stille produktive spørgsmål og åbne dialogen op, men også at mange elever blokerer når de bliver opfordret til at bruge fagsprog. De lærerstuderende oplevede at når de stillede mere åbne spørgsmål til fænomenet, kom forståelsen frem ved hjælp af hverdagsbegreber. Det kan være en væsentlig erkendelse at fagsproget nogle gange må komme i anden række så fokus er på forståelsen af fænomener i første omgang. Fagsprogudvikling er jo som bekendt en langstrakt proces der kan følges op på løbende i mange undervisningssituationer.

Til slut vil vi runde af med at understrege at undersøgende matematik- og naturfagsundervisning har en værdi i sig selv ud over de tre teser som forskergruppen i artiklen har fremhævet. Måske er dét at lære at arbejde i længere tid med én problemstilling en vigtig evne i vor tid, og det kan rumme et potentiale i sig selv at lære at strukturere en undersøgelse – at man skal prøve flere veje før det lykkes. En undersøgende tilgang til undervisningen kan efter vores overbevisning og erfaring ligeledes være motiverende og glædesfyldt – og give lyst til at lære endnu mere om matematik og naturfag.



## Referencer

- Arcavi, A. (2019). "Exploring the Unfolding of a Cylinder". Lokaliseret den 7. oktober 2019 på: [http://e-archive.criced.tsukuba.ac.jp/data/doc/pdf/2007/09/Appendix\\_1\\_Exploring%20the%20Unfolding%20of%20a%20Cylinder.pdf](http://e-archive.criced.tsukuba.ac.jp/data/doc/pdf/2007/09/Appendix_1_Exploring%20the%20Unfolding%20of%20a%20Cylinder.pdf).
- Elstgeest, J. (2009). Lærerens spørgsmål til eleverne. I: S. Tougaard & L.H. Kofod (red.), *Metoder i naturfag – en antologi*. Experimentarium.
- Harlen, W. (2011). Udvikling og evaluering af undersøgelsesbaseret undervisning. *MONA 2011-3*.
- Kruse, S. (2013). Hvor effektive er undersøgelsesbaserede strategier i naturfagsundervisningen? *MONA 2013-2*.
- Larsen Moeskær, D. & Lindhardt, B. (2019). Undersøgende aktiviteter og ræsonnementer i matematikundervisningen på mellemtrinnet. *MONA 2019-1*.
- Laursen Fibæk, P. (2017). Dialog – realistiske ambitioner for folkeskolen. Kap. 1: God undervisning er dialogisk. Hans Reitzels Forlag, 2017.
- MATEMATIK (2019), nr. 3, juni. Danmarks Matematiklærerforening.
- Winsløw, C. (hovedredaktør) (2017). MERIA HÅNDBOG I UNDERSØGELSESBASERET MATEMATIK-UNDERVISNING. Lokaliseret den 7. oktober 2019 på: [https://meria-project.eu/sites/default/files/2018-02/MERIA%20Practical%20Guide%20to%20IBMT\\_DEN.pdf](https://meria-project.eu/sites/default/files/2018-02/MERIA%20Practical%20Guide%20to%20IBMT_DEN.pdf).

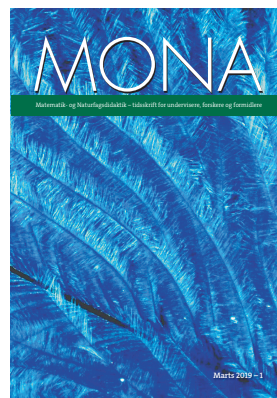


# Nyheder

I denne sektion bringes nyheder og annonceringer af arrangementer, konferencer mv. af ikke-kommerciel karakter. Redaktionen vurderer indsendte forslag, bl.a. ud fra deres relevans for MONA's læsere.

# MONA

## skriveworkshop for artikelforfattere



Få redskaber til at skrive artikler til MONA – artikler der kan reviewes og publiceres!

- Skriv på din egen artikel
- Få oplæg og feedback fra erfarne og professionelle artikelskrivere og undervisere
- Send din artikel til review hos MONA

Skriveworkshoppen henvender sig til alle – også kollegagrupper – med en artikel-idé eller igangværende artikel til MONA.

### Fokus på workshoppen er deltagernes egne artikler og skrivning

Vi tager udgangspunkt i MONAs publikationskriterier og guidelines. Workshoppen er et skrive-*retreat* med

- skrivning på egen artikel, bl.a. i artikelskrivningsprogrammet *Article Writing Tool*
- små oplæg om videnskabelige artiklers fokus, strukturer, argumentation/dokumentation, afsnit og sprog, skriveprocesser – og hvad deltagerne har bedt om.

### Workshopdage

1. workshop lørdag 29. februar kl. 10-15
2. workshop lørdag 21. marts kl. 10-15

Begge workshopdage foregår i København. Deltagelse er gratis. Frokost og kaffe mv. er inklusive.

## Workshop-forløb

- *Før første workshop:* Udfyld kort skema om din artikel (idé, status, udkast ...)
- *Første workshop:* Skriv på din artikel, vekslende med oplæg og diskussion.
- *Mellem workshoppe:* Skrivning på egen artikel – mulighed for feedback fra workshopholderne.
- *Anden workshop:* Arbejde med færdiggørelse af artikler. Faglige oplæg på basis af deltageres tekster og spørgsmål. Fokus på færdigt artikelmanus.
- *Opfølgning på workshoppe:* Mulighed for individuel sparring pr. mail.

## Workshopholderne

*Lotte Rienecker*, specialkonsulent i universitetspædagogik, Roskilde Universitet, selvstændig konsulent, forfatter/redaktør, underviser, konsulent. *Peter Stray Jørgensen*, forlagskonsulent (Samfundslitteratur), selvstændig pædagogisk konsulent, forfatter, redaktør, kursusholder.

MONAs arbejde med kvalitetsudvikling, herunder skriveworkshop for forfattere, er støttet af Novo Nordisk Fonden.

**Læs mere, og tilmeld dig senest 20. januar på [www.ind.ku.dk/mona/skriveworkshop](http://www.ind.ku.dk/mona/skriveworkshop)**

## INDHOLD

- 4 Fra redaktionen
- 8 Brug af modeller og modellering i udskolingens naturfagsundervisning  
*Jørgen Løye Christiansen, John Andersson, Dorrit Hansen, Mari-Ann Skovlund Jensen, Lars Bo Kinnerup og Karin Marianne Lilius*
- 28 Kompetencebehov blandt naturfagslærere i grundskolen  
*Alexander Secher og Martin Foldager Hindsholm*
- 49 Undersøgelse af model for kompetenceløft – med fokus på naturfagslæreres udbytte  
*Steffen Elmose og Vivi Fog Wogensen*
- 68 Hvad skal gymnasielærere inden for sciencefagene kunne i morgen og på længere sigt?  
*Helle Mathiasen, Jesper Melchjorsen og Pia Møller Jensen*
- 89 Hverdagens naturfaglige superhelte  
*Morten Busch*
- 100 Bliver elever bedre til matematik ved at tilføje flere emner til læreplanen?  
*Klavs Køkseby Frisdahl, Niels Kristian Petersen, Julian Bybeck Tosev og Karen Mohr Pind*
- 115 Observationer, eksperimenter og iagttagelser i videnskab og undervisning  
*Henrik Kragh Sørensen og Laura Søvsø Thomasen*
- 120 STEM på tre niveauer  
*Elzebeth Wøhlk og Ole Kronvald*
- 124 En tiltrængt røst – igen  
*Jette Reuss Schmidt*
- 128 Matematiksystemer mellem potentiale og udfoldelse  
*Else Marie Jensen*
- 132 Hvordan måler man dækningen af de matematiske kompetencer i læremidler?  
*Bent Lindhardt*
- 140 Fællesgørelsen  
*Susanne Simoni Hedegård og Pernille Ulla Andersen*
- 146 MONA skriveworkshop for artikelforfattere