

# MONIA

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



SYDDANSK UNIVERSITET



AARHUS  
UNIVERSITET



DET NATUR- OG BIOVIDENSKABELIGE FAKULTET  
KØBENHAVNS UNIVERSITET

2017-2

# 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 naturvidenskabelige område ved Roskilde Universitet, Det Sundhedsvidenskabelige Fakultet ved Københavns Universitet, Det Tekniske Fakultet og Det Naturvidenskabelige Fakultet ved Syddansk Universitet og Hovedområdet Science & Technology ved Aarhus Universitet.

### **Redaktion**

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

### **Redaktionskomité**

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, Laboratorium for Sammenhængende Uddannelse og Læring, Syddansk Universitet  
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 elektronisk, 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 (dobbelt blindt).

### **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 2017-3 udkommer 5. september 2017.*

Deadline for indsendelse af artikler hertil: 2. maj 2017.

Deadline for kommentarer, litteraturanmeldelser og nyheder hertil: 26. juni 2017

*MONA 2017-4 udkommer 5. december 2017.*

Deadline for indsendelse af artikler hertil: 18. august 2017

Deadline for kommentarer, litteraturanmeldelser og nyheder hertil: 25. september 2017

*MONA 2018-1 udkommer 7. marts 2018.*

Deadline for indsendelse af artikler hertil: 13. november 2017.

Deadline for kommentarer, litteraturanmeldelser og nyheder hertil: 4. januar 2018.

Omslagsgrafik: Lars Allan Haugaard/PitneyBowes Management Services-DPU

Layout og tryk: Narayana Press

ISSN: 1604-8628. © MONA 2016. Citat kun med tydelig kildeangivelse.

# Indhold

- 4 Fra redaktionen
- 6 **Artikler**
- 7 Augmented Reality og stilladsring af elevernes undersøgende samtale og modelleringskompetence  
*Birgitte Lund Nielsen, Harald Brandt, Ole Radner, Mogens Surland og Hakon Swensen*
- 25 Naturvidenskabeligt grundforløb – relevant og motiverende for gymnasieelever?  
*Morten Rask Petersen og Lærke Elisabeth Kristensen*
- 43 Matematik og løfteperspektiver  
Et forskningsprojekt med udgangspunkt i lærernes didaktiske valg  
*Helle Mathiasen og Claus Seidelin Jessen*
- 63 **Aktuel analyse**
- 64 Engineering – svaret på naturfagernes udfordringer?  
*Martin Krabbe Sillasen, Peer S. Daugbjerg og Keld Nielsen*
- 83 **Kommentarer**
- 84 Problemopstilling som vurdering for læring  
*Dorte Moeskær Larsen*
- 88 Kompetencemålsstyring og competitivitet  
*Jens Højgaard Jensen*
- 93 Læreruddannelser fra fortiden  
*Morten Rask Petersen, Frank Jensen og Claus Michelsen*
- 97 Hvad skal en lærer kunne?  
*Ole Goldbech*
- 101 Om aber og O2-taller: Præciseringer og refleksioner  
*Peter Sunde og Pernille Bødtker Sunde*
- 106 **Nyheder**

# Fra redaktionen

23.-24. marts var 1250 deltagere samlet til BIGBANG-konferencen, det største antal nogensinde. MONA stod for et af de ni spor, og i år var temaet for MONA-sporet veje til professionel udvikling af undervisere. Du kan finde program og oplæg på [www.bigbangkonferencen.dk](http://www.bigbangkonferencen.dk). Vi forventer at følge op på temaet i decemberudgaven af MONA, og opfordrer alle der har viden og erfaringer inden for dette tema til at overveje at indsende tekster til MONA. Se mere på [www.ind.ku.dk/mona/bb](http://www.ind.ku.dk/mona/bb).

I skrivende stund arbejdes der hårdt på færdiggørelse af den kommende naturfagsstrategi, se [www.stemstrategi.dk](http://www.stemstrategi.dk). Vi er i MONA-redaktionen naturligvis spændte på resultatet og vil i septembernummeret se nærmere på strategien.

Her er vores tilbud til læserne i denne omgang. MONA har tidligere bragt artikler om brugen af apps i naturfagsundervisningen. Dette nummer bringer endnu én: *Augmented Reality og stilladsering af elevernes undersøgende samtale og modelleringskompetence* af Birgitte Lund Nielsen, Harald Brandt, Ole Radner, Mogens Surland og Hakon Swensen. I artiklen beskrives resultater fra pilotafprøvninger i 7.-klasses fysik/kemi og biologi af to såkaldt "Augmented Reality" apps. Den ene, "Lost in the woods", drejer sig om hvordan et træ fungerer og fx laver fotosyntese, den anden hedder "Catalytic converter" og handler om katalysatoren i udstødningssystemet til en bil. Artiklens fokus er på de muligheder og udfordringer der er i lærerens stilladsering af elevernes undersøgende samtale, og den beskriver også hvordan elevernes modelleringskompetence er undersøgt med interview- og videodata.

Den næste artikel, *Naturvidenskabeligt grundforløb – relevant og motiverende for gymnasieelever?*, er af Morten Rask Petersen og Lærke Elisabeth Kristensen. Den fokuserer på gymnasieelevers opfattelse af relevans og motivation i forhold til gymnasiefaget naturvidenskabeligt grundforløb (NV), og artiklen perspektiverer dette i forhold til den struktur for faget der kommer med den nye reform. Resultaterne viser en generelt mere positiv indstilling til faget blandt elever med naturvidenskabelig studieretning end blandt elever med ikke-naturvidenskabelig studieretning. Samtidig viser undersøgelsen at mange elever ikke oplever NV som relevant, men at der ligger et uforløst potentiale i faget der på sigt kan gøre det relevant.

Vores tredje artikel, *Matematik og løfteperspektiver*, af Helle Mathiasen og Claus Seidelin Jessen beskriver et forskningsprojekt om de didaktiske valg der blev foretaget i forbindelse med en undersøgelse af gymnasiers løfteevne i faget matematik. Skolernes gennemgående svar på problemer med at løfte elevernes niveau er hverken nyt indhold eller nye arbejdsformer, men primært niveaudeling efter faglige forudsætninger. Projektet kan tolkes som en invitation til fortsat diskussion og konkrete

kompetenceudviklingstiltag hvad angår lærernes didaktiske kompetence, herunder indsigten i forskellige matematiklæringsteorier og brugen af viden om den enkelte elevs matematikfaglige forudsætninger.

Dette nummers aktuelle analyse, *Engineering – svaret på naturfagenes udfordringer?* er udarbejdet af Martin Krabbe Sillasen, Peer S. Daugbjerg og Keld Nielsen. Den ser nærmere på det potentiale som engineering (ingeniør-arbejde) har som en pædagogisk praksis i skolen. Med udgangspunkt i amerikansk forskning beskrives først hvordan engineering hænger sammen med integration af STEM-fagene (naturfag, teknologi, engineering og matematik). Derefter sættes der fokus på didaktiske pointer vedrørende engineering-undervisning og endelig, idet flere studier peger på et stort behov for efteruddannelse af lærere til at anvende engineering i undervisningen, fokuseres på eksempler på hvordan man kan udvikle læreres kompetencer til at undervise i engineering-aktiviteter.

I Kommentarsektionen har Mette Thompsons *Skab fokus på mestring*, MONA, 2017-1 fået en kommentar, *Problemopstilling som vurdering for læring*, fra Dorte Moeskær Larsen, hvor der gøres opmærksom på mulighederne for at bruge en tilgang med elevs formulering (og løsning) af matematikproblemer som et grundlag for vurdering af læring. Endvidere har pensumitis-begrebets ophavsmand, Jens Højgaard Jensen, i *Kompetencemålsstyring og competitis*, formuleret nogle betragtninger over Jette Reuss Schmidts *Neoliberal styring af dansk naturfagsundervisning siden årtusindskiftet – fra pensumitis til competitis?* Og Carl Winsløws aktuelle analyse, *Læreruddannelse i fremtiden*, har afstedkommet to kommentarer, begge med beskrivelser af læreruddannelsesforsøg: Morten Rask Petersen, Frank Jensen og Claus Michelsen i *Læreruddannelser fra fortiden*, og Ole Goldbeck i *Hvad skal en lærer kunne?*

Endelig har vi en kommentar, *Om aber og 02-taller: Præciseringer og refleksioner*, fra Peter Sunde og Pernille Bødtker Sunde skrevet ud fra de kommentarer vi bragte i sidste nummer om deres MONA 2016-4 artikel, *Den smarte abe: betydning af og korrektion for gætning ved karaktergivning i multiple choice-tests*.

Tilbage står for os i redaktionen kun at ønske alle vore læsere og bidragydere en god og styrkende sommer. Vi ses igen til september.

# Artikler

I denne sektion bringes artikler der er vurderet i henhold til MONA's reviewprocedure og derefter blevet accepteret til publikation. Artiklerne ligger inden for følgende kategorier:

- Rapportering af forskningsprojekt
- Oversigt over didaktisk problemfelt
- Formidling af udviklingsarbejde
- Oversættelse af udenlandsk artikel
- Uddannelsespolitisk analyse

# Augmented Reality

## og stilladsering af elevernes undersøgende samtale og modelleringskompetence



Birgitte Lund Nielsen,  
VIA University College



Harald Brandt,  
VIA University College



Ole Radner,  
Skolen i Midten



Mogens Surland,  
Skolen i Midten



Hakon Swensen,  
Høgskolen i Oslo og Akershus  
(HiOA)

**Abstract:** Artiklen præsenterer resultater fra pilotafprøvning i 7.-klasses fysik/kemi og biologi af to Augmented Reality (AR)-apps til naturfagsundervisning. Muligheder og udfordringer ved lærerens stilladsering af elevernes undersøgende samtale og modelleringskompetence er undersøgt med interview- og videodata. Resultaterne viser elevernes umiddelbare engagement og begyndende anvendelse af fagbegreber. Det blev tydeligt at lærerens mikrostilladsering fik eleverne til at gå dybere i deres undersøgelser og diskutere de betydende elementer i modellerne, men der blev identificeret et behov for at karakteren af en model blev diskuteret mere. Til slut eksemplificeres hvordan resultaterne er anvendt til at redesigne/tilpasse elementer i det pågældende EU-projekt.

## Indledning

Augmented Reality (AR) er mere og andet end Pokémon Go! I artiklen præsenteres resultater fra pilotafprøvning af to AR-apps udviklet til undervisning i naturfagene på folkeskoleniveau. Formålet er at undersøge hvordan teknologien kan bruges i lærerens stilladsering af elevernes undersøgende samtale ifm. deres hands-on-arbejde



med AR. Fokus er altså på det fagdidaktiske da det er en pointe at vi ikke forventer at teknologien i sig selv har afgørende betydning for at kvalificere elevernes læring – det vigtige er hvordan den sættes i spil i en undervisningskontekst. Vi håber at artiklen kan inspirere til konkrete initiativer med AR og anden IKT-baseret modellering i naturfagsundervisning. Men i præsentation af den bagvedliggende forskning og diskussion af resultaterne rejses også mere almene perspektiver i relation til elevernes læring af naturfag.

Artiklen er bygget op så der først redegøres for AR overordnet set og for de to afprøvede apps. Derefter præsenteres den bagvedliggende forskning i IKT og læring af naturfag og de centrale begreber “undersøgende samtale” og “stilladsering” som afsæt for specifikation af to undersøgelsesspørgsmål og metodiske overvejelser. Sidste del af artiklen handler om resultater fra pilotafprøvningen med diskussion og perspektivering.

## AR: virkelighed forstærket med digitalt indhold

AR handler kort fortalt om at et digitalt indhold er “lagt ovenpå” og dermed “forstærker og udvider” forståelsen af et virkeligt (naturfagligt) fænomen når brugeren anvender en AR-app på tablet eller smartphone. AR udvider og modificerer altså brugerens opfattelse af virkeligheden, men det er ikke som sådan en helt kunstig virkelighed som i virtual reality. Visuel udvidelse af virkeligheden er nok det som er mest kendt, men det kan også være i andre former som fx lyd. AR kan defineres ved disse egenskaber – at virkelige og virtuelle objekter kombineres i et virkeligt miljø, og at det kører interaktivt og i sand tid (Azuma et al., 2001). Aktivering af AR-indhold kan enten ske ved hjælp af en markør som fx et billede man peger på med tablet eller smartphone, eller uden markør typisk baseret på GPS-koordinater (Chen & Tsai, 2013; Pence, 2010). Fx findes forskellige (AR-)apps der bruger telefonens GPS-position og gyroskop til at finde ud af hvilken del af stjernehimlen den peger på. Derefter kan man få lagt et lag med information om hvilke himmellegemer som vises.

Den internationale forskning om AR i uddannelseskontekst er fortsat sparsom. I et review nævnes både potentialer, som kvalificering af elevernes begrebsforståelse og øget motivation, og udfordringer, både tekniske og i forhold til integration i undervisningen (Radu, 2014). Blandt potentialer nævnes visualisering af det usynlige, mulighed for 3-d-perspektiv og den lærendes umiddelbare oplevelse af “tilstedeværelse i” det naturfaglige fænomen (Radu, 2014).

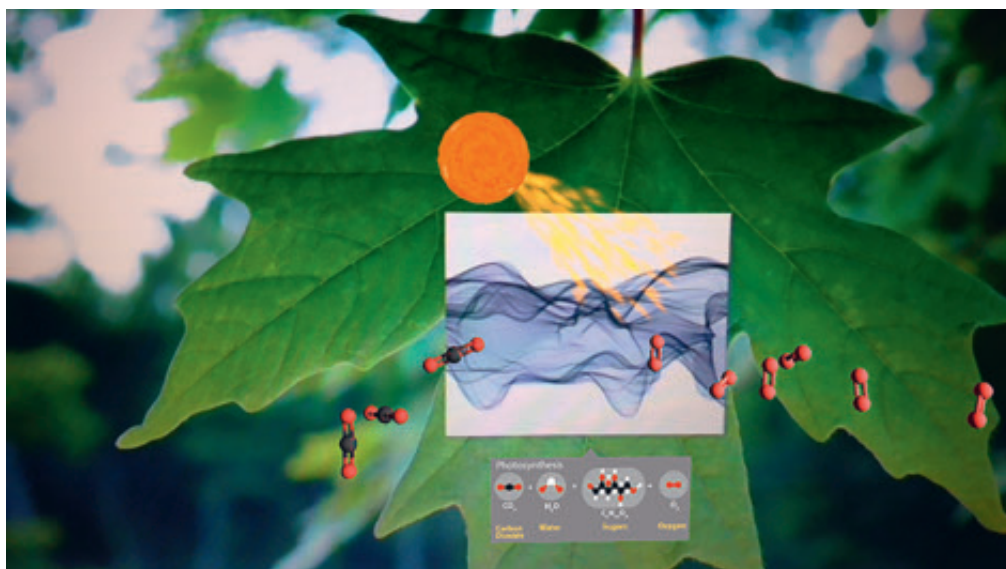
I denne artikel undersøges elevernes arbejde med to AR-apps der er udviklet i kontekst af EU-projektet “Augmented reality for science education” (AR-sci) (se boks 2). I første del af projektet er der arbejdet med at udvikle og afprøve forskellige mere eller mindre eksemplariske apps. Målet har været at undersøge læringspotentialer og



kvalificere rammesætning og støttende materiale til de næste faser i projektet hvor først lærere og i sidste ende elever er AR-producenter. Dette centrale sigte – at elever og lærere skal arbejde aktivt med AR og ikke bare være “konsumenter” – deles med et andet dansk projekt med fokus på rumlig visualisering af solsystemet med AR hvor eleverne har kreeret de fysiske prototyper (Majgaard, Lyk, Larsen & Lyk, 2016). I AR-sci-projektet er det dog helt centralt at lærere og elever bliver producenter af de IKT-baserede animationer.

### “Lost in the woods”

Den første af de apps der er udviklet i AR-sci-projektet, hedder “Lost in the woods” og er beregnet til undervisning inden for det biologiske område. Ressourcen er særligt målrettet elevernes modelleringskompetence (se boks 1) da de skal anvende og formidle brugen af en række AR-modeller/-animationer knyttet til “hvordan et træ fungerer og fx laver fotosyntese”. Bl.a. vises lysprocessen (figur 1), absorption af lys i et grønkorn, læbecellens funktion, vandoptag via rødder og transport i stammen.



**Figur 1.** Figuren viser et eksempel fra “Lost in the woods”. En korrekt placering af denne markør (se eksempel på hvordan en markør kan se ud, i figur 4 nedenfor) vil være på et blad. Når markøren aktiveres med iPad eller smartphone lægges en digital 3-d-model oven på det fysiske blad.

Opgaven til eleverne er at diskutere hvad de forskelle modeller “er en model af”, og derefter skal de ud i en virkelig skov i nærområdet og placere markørerne der starter de forskellige AR-animationer. Hele vejen igennem skal eleverne samle materiale som

foto og skærmpoint til at formidle deres forståelse af hvordan modeller hjælper os til at forstå processer i naturen. Så opgaven er også målrettet kompetencer knyttet til formidling og kommunikation (boks 1). I figur 1 eksemplificeres hvordan augmenteret indhold bl.a. med molekylmodeller af  $O_2$  og  $CO_2$  lægges ovenpå med det virkelige blad vist bagved. Når eleverne undersøger modellerne med tablet/smartphone inde i klassen, ser de ikke bladet, men kun 3-d-processen. Deres opgave er at finde ud af hvad det er modellen viser, og hvor denne proces sker henne. Når de får placeret de forskellige markører og aktiverer dem, vil den fysiske virkelighed med blade, stamme m.m. blive en central del af skærmbilledet. Opgaven hvor appen indgår, er altså lavet så eleverne aktivt undersøger og går "bag om modellen". De skal ikke bare "konsumere" det digitale indhold.

### Naturfaglige kompetencer med særlig vægt på modelleringskompetence

I en dansk kontekst binder et fælles naturfagligt kompetencebegreb og de fire naturfaglige delkompetencer (undersøgelseskompetence, modelleringskompetence, perspektiveringskompetence og kommunikationskompetence) naturfagene sammen på langs og på tværs i folkeskolen. Kompetencebegrebet i relation til naturfag er diskuteret i en række publikationer (Dolin et al., 2003; Dolin, 2014; Elmoose, 2014), herunder også modelleringskompetencen særligt (Nielsen, 2015).

Waldrip og Prain (2012, s. 146) opdeler elevernes arbejde med repræsentationer i fire delelementer som vi mener er i god overensstemmelse med hvordan modelleringskompetence er beskrevet i dansk kontekst, og samtidig tilpas præcise til at de kan anvendes i analyse af elevernes samtale på video (metode anvendt her). Modelleringskompetence som det er begrebsat i projektet, handler således om hvorvidt eleverne kan:

- beskrive de betydende elementer i en given model/repræsentation
- forklare kobling mellem model/repræsentation og faglige begreber og/eller processer
- sammenligne betydende elementer i relation til faglige begreber/processer på tværs af forskellige modeller/repræsentationer
- udpege betydende elementer der skal fremhæves i design af deres egne repræsentationer.

(Lettere tilpasset fra Waldrip & Prain, 2012).

### “Catalytic converter”

I den anden app, “Catalytic converter”, får eleverne vist en 3-d-model af en gennemskåret katalysator (figur 2). Katalysatoren er en central del af udstødningssystemet til en bil og medvirker til at reducere udslip af sundheds- og miljøskadelige stoffer som altid dannes i forbrændingsmotorer (fx NO og CO). Centralt i det digitale (augmentedede) indhold er molekylemodeller som viser resultatet af stofomsætningen på mikroniveau. De skadelige molekyler (CO og NO) ledes ind i katalysatoren fra motoren. På vej gennem katalysatoren bliver molekylerne omdannet til ikke-skadeligt  $N_2$  og  $CO_2$  som udledes til omgivelserne. Modellen er interaktiv; fx kan eleven betragte modellen fra forskellige vinkler og justere temperaturen ved at trykke på termometerikoner på skærmen og herved erkende under hvilke betingelser den ønskede stofomsætning sker. Appen indeholder ikke faglige forklaringer og er ikke designet som et selvstændigt læringsobjekt, men skal indgå som en del af et undervisningsforløb hvor det er oplagt at sætte fokus på betydende elementer i modellen (modelleringskompetence: boks 1) med eleverne som de undersøgende der kreerer den faglige fortælling, stilladseret af læreren.



**Figur 2.** Figuren viser et skærmbillede fra “Catalytic converter” med en digital 3-d-model af en katalysator. Stofomdannelsen er vist på mikroniveau. Den konkrete markør er en visuel repræsentation af en katalysator som den ser ud i virkeligheden. I perspektivering nedenfor følger overvejelser om at placere markøren på en fysisk model af en bil.

## Teoretisk baggrund

### *IKT, AR og læring af naturfag*

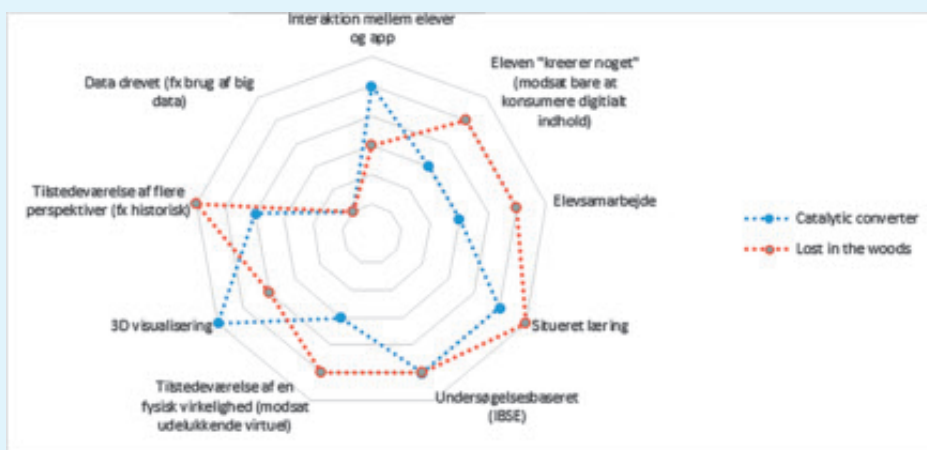
Overordnet set fokuseres der i den nyeste forskning i "IKT-medieret læring i naturfag" på hvorvidt og hvordan IKT kan inddrages i elevernes egne undersøgelser i meningsfulde kontekster (Krajcik & Mun, 2014; Hennessy et al., 2007; Osborne & Hennessy, 2006). Der peges særligt på læringsmuligheder når elever arbejder undersøgelsesbaseret og bruger IKT til dataindsamling og -analyse og til modellering og visualisering af de ofte komplekse naturfaglige processer og fænomener (Hoban, Nielsen & Shephard, 2013). Ét undersøgelsesfokus i relation til elevernes arbejde med repræsentationer og modellering i naturfag har klassisk været hvorvidt og hvordan deres læring kan kvalificeres ved brug af *bestemte* repræsentationer, mens et andet forskningsspor der vægtes i stigende grad internationalt, er hvordan eleverne kan blive aktive producenter (Waldrup & Prain, 2012). At være producent vil sige at eleverne laver egne repræsentationer såsom multimedieproduktioner, simulationer og animationer (Prain & Tytler, 2012) – netop det som er hovedfokus i AR-sci-projektet (boks 2). International komparativ forskning har vist at elever fortsat i langt overvejende grad bruger IKT til informationssøgning, netbaserede tests m.m. – såkaldt lavniveaubrug – mens det kun er få elever der arbejder med højniveaubrug, fx i udvikling af egne repræsentationer (ITL Research, 2011). Der er således et stort behov for udvikling og ny viden inden for området.

### *Stilladsering, samtale og læring*

Når stilladsering anvendes som centralt begreb i analyserne, er det i anerkendelse af den afgørende betydning lærerens reflekterede planlægning og handlinger i undervisnings-situationen alt andet lige har for hvorvidt et IKT-værktøj kan stimulere elevernes læring. Det skal tilføjes at stilladsering i dele af litteraturen omtales som "distribueret over en række værktøjer" hvor lærerens handlinger nævnes sammen med fx elevopgaver og IKT-værktøjer (Prediger & Pöhler, 2015, s. 1180). Stilladsering blev oprindeligt introduceret af Wood, Bruner & Ross (1976) om støtte til børnehavebørns problemløsning og er siden bredt anvendt i den didaktiske litteratur. Den senere præcisering af stilladseringsstrategier som hhv. makro- og mikrostilladsering startede inden for andetsprogsdidaktikken (fx Hammond & Gibbons, 2005), men er siden både anvendt i matematikdidaktik (Prediger & Pöhler, 2015) og naturfagsdidaktik (Pollias, 2016), men stadig med vægt på det sproglige perspektiv. Makrostilladsering er betegnelsen for den planlagte sekvensering af elevernes aktiviteter, mens mikrostilladsering betegner de strategier læreren i selve undervisningssituationen anvender til at understøtte og udvikle elevernes forståelse. Makrostilladsering kan fx i naturfagsundervisning handle om den planlagte sekvensering i relation til en IBSE-model, fx valg af startsted for elevernes undersøgelser og rammesætning af deres hands-

## ERASMUS-projekt om AR og naturfagsundervisning

EU-projektet 2015-17 "Augmented reality for science education" (AR-sci) involverer IKT-designere, lærere og universitets/UC-forskere fra Norge, Spanien, Storbritannien og Danmark. Ud over de tre institutioner fra to lande i forfattergruppen indgår the super-computing centre in Galicia ([www.cesga.es](http://www.cesga.es)) og Jisc i Manchester ([www.jisc.ac.uk](http://www.jisc.ac.uk)) plus lærere fra norske og spanske skoler. Formålet er at udvikle en ramme for lærere og elever som producenter af egne AR-ressourcer. De resultater der præsenteres i denne artikel, stammer dog fra pilotafprøvning af to AR-apps der er udviklet af IKT-designere i projektets første del. Resultater fra pilotafprøvnings anvendes bl.a. til at udvikle støttende materiale samlet i en elektronisk brugerguide. I brugerguiden indgår bl.a. et framework (figur 3) der blev udviklet som et første produkt baseret på de muligheder og udfordringer for læring af naturfag med IKT/AR som et ekspertpanel af lærere, forskere og IKT-designere pegede på i en survey (Nielsen, Brandt & Swensen, 2016).



**Figur 3.** Fokus ved design af de to apps "Catalytic converter" og "Lost in the woods" illustreret i et nyudviklet framework til didaktisk analyse og design af AR til naturfagsundervisning (Nielsen et al., 2016).

Frameworket består af ni dimensioner som hver repræsenterer den ene ende i et kontinuum hvor den anden ende af skalaen i relation til fx "interaktion mellem elever og app" vil være at eleverne observerer noget på en skærm uden selv at skulle agere og kreere. De ni kontinua og baggrunden for at netop disse blev inddraget, er beskrevet i Nielsen et al. (2016). Princippet er at man med en bestemt app i varierende grad kan fokusere på de forskellige dimensioner. I figur 3 illustreres hvordan "Lost in the woods" og "Catalytic converter" kan kategoriseres og placeres i frameworket. Begge er designet til at adressere et undersøgelsesperspektiv (IBSE) og mulighed for situert læring via elevernes arbejde udendørs ("Lost in the woods") og via mulighed for kobling til elevernes konkrete udforskning af forbrændingsmotorer ("Catalytic converter"). De scorer derfor højt på disse dimensioner. Men de har fx ikke fokus på et datadrevet perspektiv som (for andre apps) ville kunne handle om elevernes brug af "big data" knyttet til en given lokalitet.

on-aktiviteter. Mikrostilladsering vil fx være når læreren i undervisningsituationen lytter, griber elevperspektiver og formuleringer, reformulerer og stiller spørgsmål der kan bringe eleverne videre (Pollias, 2016, s. 98). Mikrostilladsering kan således handle om at understøtte elevernes *undersøgende samtale* (Barnes, 2009) der med sociokulturelle briller fremhæves som afgørende i undersøgende naturfagsundervisning. Undersøgende samtale er if. Barnes (2009) kendetegnet ved den tøvende, afprøvende anvendelse af de (nye) faglige begreber – altså typisk samtale *under* læreprocessen modsat den præsenterende samtale hvor elever fortæller hvad de ved/allerede har lært. Der findes forskellige tilgange til undersøgelse af dialog i klasserummet. Lefstein og Snell (2014) refererer til seks forskellige tilgange og placerer fokus på undersøgende samtale i en Vygotsky-inspireret forståelse af at tænkning og læring opstår i social interaktion. Lefstein og Snell (2014) modstiller med reference til Neil Mercer undersøgende samtale som værende præget af spørgelyst og hvor eleverne overvejer og bygger videre på hinandens ideer med henholdsvis disputerende samtale præget af at man overtrumfer hinanden og følger individuelle spor, og akkumulerende samtale hvor eleverne bekræfter hinanden uden at udsagn afprøves eller udfordres. Der er forskning der indikerer at elevernes læringsudbytte kan øges hvis deres undersøgende samtale stilladseres (Lefstein & Snell, 2014, s. 23).

## Undersøgelsesspørgsmål

Med afsæt i denne teoretiske redegørelse og i ramme af pilotafprøvning i AR-sci-projektet er de følgende spørgsmål undersøgt:

- Hvordan stilladseres elevernes undersøgende samtale og deres tilegnelse af modeleringskompetence under pilotafprøvningen?
- Hvad fremhæver elever og lærere som muligheder, udfordringer og udbytte af undervisningen hvori AR indgår som et centralt element?

## Metode

Ar-sci-projektet (boks 2) opererer med en iterativ tilgang med design, afprøvning, redesign og tilpasning både i udviklingen af de enkelte AR-apps og over tid hvor indsigt fra pilotafprøvninger er med til løbende at kvalificere de næste tiltag (designbaseret forskning). “Catalytic converter” og “Lost in the woods” er afprøvet på skoler både i Danmark og i Norge og Spanien. Det er data fra to 7.-klasser på Skolen i Midten i Danmark der præsenteres her. Afprøvning i klasse 1 var i fysik/kemiundervisning (“Catalytic converter”), mens klasse 2 var i biologiundervisning (“Lost in the woods”). Det var lærerne, den ene medforfatter på artiklen og en kollega, der traf valg om den præcise faglige ramme og naturligvis også om mikrostilladsering under afprøvningen.



Analysen repæsenterer altså en formålstjenlig sampling af relativt eksemplariske cases (Cohen, Manion & Morrison, 2007). Resultater fra klasse 1 kan ikke forventes at illustrere hvordan en tilfældig lærer umiddelbart uden støttende materiale ville anvende den givne AR-app, og det er heller ikke formålet. Det er en væsentlig pointe for at udvikle støttende materiale til anvendelse i andre skolesammenhænge at nogle pilotafprøvninger er med lærere med en særlig indsigt.

Data vedrørende undersøgelsesspørgsmål 1 var videooptaget med brug af tre kameraer hvor det ene optog hele klassen, og det andet fulgte læreren. Det tredje kamera gik tæt på grupper af elever for at følge deres dialog og spørge ind til deres oplevelser. Der er i analysen dels lavet en oversigt over sessionen (makrostilladsering) og en analyse af dialoger mellem lærere og (grupper af) elever. Klasse 1 anvendes til at præsentere dette, mens klasse 2 inddrages til at supplere. Den teoribaserede beskrivelse af modellerings-kompetence blev anvendt i analysen. Undersøgelsesspørgsmål 2 blev undersøgt med interviewdata. Eleverne blev interviewet under afprøvning for at få så autentisk en repræsentation som muligt af deres oplevelser. Lærerne blev interviewet både før og lige efter afprøvning, organiseret som semistrukturerede interview (Kvale & Brinkmann, 2009) med den samme interviewguide i de tre lande. Analysen bestod af databaseret syntetisering der nedenfor eksemplificeres i en række citater.

## Resultater – med diskussion

### *Makro- og mikrostilladsering ved afprøvning af "Catalytic converter"*

Der blev i alt anvendt 1 time og 24 minutter i klasse 1. Læreren startede med på whiteboardet at skitsere dagsordenen: 1) Intro, 2) For-forståelse, 3) Modeller, 4) App, 5) Evaluering. Dette var synligt under hele forløbet. På grund af praktiske forhold var det ikke muligt at afprøve i en helt autentisk undervisningsramme. Eleverne var fx ikke blevet introduceret til molekylemodeller eller hands-on-forsøg knyttet til processer i en katalysator inden. Så en del af tiden blev anvendt til at etablere en for-forståelse knyttet til det eleverne allerede vidste om energi og forbrænding, med brug af mindmaps og begrebskort. Den sidste del af sessionen hvor eleverne arbejdede med appen, kan, baseret på analyse af videoen, ses som bestående af en række faser, først med elevernes umiddelbare reaktioner og åbne undersøgelser og derefter mere fokuserede undersøgelser stilladseret af læreren. Dialogerne nedenfor viser særligt samtale med brug af begreber om molekylemodeller og grundstoffer. Eleverne var fra 7. klasse og således lige begyndt med fysik/kemi, og dette ret grundlæggende stof var derfor nyt for dem. Anvendelse i en 8.- eller 9.-klasse ville kunne give nogle andre muligheder.

**Eksempel 1:** Starter med de første reaktioner hvor eleverne afprøver appen på egen hånd med udsagn der tyder på umiddelbart engagement og fascination:



ELEV 1: *Fuck, hvor smart.*

ELEV 2: *What, det er sgu da pikkefedt.*

ELEV 3: *Nej, hvor er det sejt.*

ELEV 4: *Hvad er det der for nogen?*

ELEV 5: *Det der, det er jo ...*

ELEV 4: *Det er varmt derinde.*

ELEV 5: *Prøv lige at se.*

ELEV 3: *Okay, man kan se hvad der er inde i.*

ELEV 4: *Det der er langt væk, det der er tæt på.*

ELEV 5: *Prøv at gå tæt på, så kan I se at ...*

ELEV 2: *Det er virkelig en fed app, Mogens.*

LÆRER: *Ja, men prøv at høre her, det I skal gøre, er jo ikke bare [...]*

De sidste udsagn viser en begyndende undersøgelse hvor eleverne bygger videre på hinandens udsagn om at man kan se noget indeni, og at det er varmt. Eleverne bekræfter hinanden i akkumulerende samtale med anvendelse af hverdagsbegreber. I forhold til AR er det med "at se ind i noget" et tema. Eleverne undersøger hvad modellen kan, men italesætter den ikke som en model.

**Eksempel 2:** Senere står tre elever og lærer 2 ved lærerbordet hvor der ud over iPads med AR-appen i gang er molekylebyggesæt.

LÆRER TIL ELEV 1: *[...] nu kommer der noget ilt, og der er kuldioxid [...] prøv at gætte på hvad det er [...] tag den med ned, og undersøg det.*

ELEV 2 TIL LÆREREN: *Hey se, man kan trykke på de små tegn der.*

LÆRER: *Ja, der kan man nemlig tage ting fra og til.*

Læreren demonstrerer og mikrostilladserer i relation til kobling mellem app og fysisk molekylemodel. De tre første elementer i relation til repræsentationskompetence (Waldrip & Prain, 2012) indgår: Der refereres både til betydende elementer i den enkelte repræsentation, kobling til faglige begreber og sammenligning på tværs af forskellige repræsentationer (app og molekylebyggesæt). Læreren har desuden rolle som undersøgelsespartner; fx vil elev 2 vise noget han har fundet ud af, til læreren.

**Eksempel 3:** Læreren står ved én af elevgrupperne:

LÆRER: *I skal kikke på, hvad er det der kommer ind, og hvad er det der kommer ud.*

ELEV: *Der er noget kulidoxid og noget hvad er det nu det hedder.*

LÆRER: *Ja, prøv at finde ud af det, og så prøv at bruge, der er ligesom to termometre, så kan I se hvad det er den gør når den er enten kold eller varm.*

Læreren går videre til en anden elevgruppe:

ELEV: *De der svæver ligesom rundt når den er kold.*

LÆRER: *Hvis I nu prøver at se hvad de kommer ind i den ene ende.*

ELEV: *Molekyler; jeg kan ikke huske hvad de forskellige hedder.*

LÆRER: *Nej, men du kan se om det er det samme.*

Læreren ved en tredje elevgruppe. En af eleverne prøver at tage sin blyant og holde mobilen hen over denne:

ELEV: *Mogens, hvordan kan det være at man ikke kan gøre det fx med sin blyant, at man ikke kan se hvad der er inde i den?*

Læreren forklarer kort om hvordan teknologien virker.

**Eksempel 4:** En elevgruppe der undersøger selv længere henne i afprøvningen:

ELEV 1: *Der er både rød og sort [peger].*

ELEV 2: *Det er kuldioxid og ilt.*

ELEV 3: *I kan godt se at der er nogen der bare bliver der, mens nogen kører igennem [...].*

Gruppen af elever bliver på dette tidspunkt interviewet om deres oplevelser:

ELEV 1: *Det er lærerigt [...].*

ELEV 2: *Sådan troede jeg slet ikke det så ud [...].*

ELEV 3: *Altså på den måde det fungerer på [...].*

ELEV 2: *Ja, vi kan jo se det indefra [...].*

Eksempel 4 viser et eksempel på elevernes undersøgende samtale (Barnes, 2009) hvor elev 2 fx bygger videre på elev 1's udsagn. Samtalen er præget af den lidt famlende brug af de faglige betegnelser. De bygger videre på og udfordrer hinandens udsagn om de betydende elementer. Man kan dog spørge sig selv om den grundlæggende karakter af en repræsentation/model er forstået, bl.a. med reference til elev 2's udsagn om at han ikke troede det så sådan ud (her kan tilføjes at det gør det jo heller ikke!). Der er ingen eksplicitte refleksioner hvor det fremgår at de forstår at det de arbejder med, er en model af virkeligheden.

Eksempel 3 illustrerer vigtigheden af lærerens mikrostilladsering i forhold til elevernes undersøgende samtale med brug af fagbegreber (det med at se ind i blyanten uddybes nedenfor i relation til lærerinterview). Man kan ved sammenholdning af eksempel 3 og 4 sige at der også kunne være behov for på lignende måde at stilladser elevernes forståelse af karakteren af en model.

## Læreren om muligheder og udfordringer

Læreren fremhævede i førinterview at han forventede at AR kunne hjælpe eleverne med:

“at få skabt billeder af ting man normalt ikke kan se [...] de kan se at stofmængden er bevaret [...] se at kemiske reaktioner fungerer på en bestemt måde og er afhængige af bestemte ting, her varme [...] det er umiddelbart sjovt for eleverne at være undersøgende [...] situeret så det fremgår at ting fungerer et bestemt sted.” (Lærer i klasse 1)

Han bekræftede efter afprøvningen at han havde oplevet at dette generelt var lykkedes: *“de har forståelse af hovedpointerne [...] en omdannelse hvor temperatur er afgørende”*. Han oplevede at eleverne var hurtige til at undersøge grænserne for teknologien: *“Hvad kan jeg, hvad sker der hvis man gør sådan, kan jeg kikke ind her.”* De gik også umiddelbart i gang med at variere på temperaturen. Han kunne dog ønske en bedre kobling til forbrændingsprocesser generelt og foreslog at man kunne udvide AR-designet med start fra simpel forbrænding og derfra til katalysatoren, fx:

“... kan en 3-d-model af en bil bruges som markør ... hvor man så kan gå ind flere steder ... starte i motoren, hvor kommer det her fra ...”

Desuden nævnte han at det kunne være godt hvis de i lokalet havde haft et ældre bilvrug liggende med bunden i vejret for at gøre elevernes undersøgelser mere bundet til det fysiske objekt. Det uddybes i efterinterview: *“Jeg er ikke sikker på at de alle har fanget hvor den dims sidder henne.”*

Her må man sige at han har en god pointe. Majgaard et al. (2016) refererer til et kontinuum fra virtual reality (VR) til AR, og her må “Catalytic converter” placeres tæt på VR medmindre de fysiske omgivelser bringes mere i spil i didaktiseringen, fx ved at placere markøren under en fysisk bil som eleverne kan undersøge. I forhold til de forskellige perspektiver fra Radu (2014) (*visualisering af det usynlige, mulighed for 3-d-perspektiv og den lærendes umiddelbare oplevelse af “tilstedeværelse i” det naturfaglige fænomen*) tyder elevernes udsagn og dialog særligt på udbytte i forhold til de to første. Og som det fremgår af refleksionerne ovenfor ved figur 3, har det også ved designet af “Catalytic converter” været hensigten at eleverne konkret skulle udforske fysiske artefakter knyttet til de faglige processer omkring forbrændingsmotorer ad situeret læring (Nielsen et al., 2016).

Dialogen hvor en elev spørger til hvorfor man ikke kan se ind i blyanten (eksempel 3 ovenfor), viser dog at elevens forventning om at “kunne være til stede og se ind i” de fysiske artefakter er blevet stimuleret. Dette og andre videoklip blev fælles studeret under efterinterview med lærerne, og læreren fra klasse 1 omtalte det som et “skide-

godt spørgsmål” og så det som tegn på at eleverne var motiverede for selv at arbejde videre som producenter med teknologien.

### *Afprøvning af “Lost in the woods”*

Den anden app, “Lost in the woods”, blev afprøvet i en 7.-klasse i biologi. På grund af praktiske forhold var det heller ikke her muligt at afprøve appen i autentiske rammer (fx som en del af et forløb omkring planters livsprocesser). Eleverne havde derfor ikke forudgående kendskab til de forskellige biologiske modeller. Eleverne startede i klassen, men under den sidste del af afprøvningen arbejdede de i skolens udeområde. Eleverne fik udleveret nogle generiske markører bestående af abstrakte billeder uden visuel kobling til fænomenerne. Opgaven var at de skulle undersøge de forskellige modeller, hvad de viste, og hvor på et træ de ville placere dem. Derefter skulle de så ud og placere markørerne. Det hele skulle de dokumentere med bl.a. billeder i en præsentation. Eleverne gik generelt hurtigt i gang med at afprøve, og nogle af eleverne kunne hurtigt forklare hvad de så, mens det var meget svært for andre elever.

#### **Eksempel 5:** En gruppe på tre elever og interviewer:

INTERVIEWER: *Hvad tænker I at I ser der?*

ELEV 1: *Det er grønkornene i bladet der indtager CO<sub>2</sub>'en og så udgiver O<sub>2</sub> [eleven peger] grønkornet er den der knap der [...].*

INTERVIEWER: *Hvad tænker du om størrelsen der?*

ELEV 1: *Den er stor.*

INTERVIEWER: *Hvordan ser du at det er CO<sub>2</sub>, og at det bliver til O<sub>2</sub>, hvordan konkluderer du det?*

ELEV 1: *Jamen det er jo forskellig farve, og de sorte er jo dem der forsvinder, og så kommer der de hvide ud, det er jo ligesom på [mumler].*

INTERVIEWER: *Så du kunne genkende at det er ligesom en model, molekylebyggesæt, du har set før?*

ELEV 1: *Ja.*

INTERVIEWER: *Hvad tænker I om at se på sådan en animation, gør den det tydeligere eller bare mere forvirrende?*

ELEV 2: *Jeg synes man lærer meget mere og får at vide hvad det er det betyder, for hvis hun [læreren] bare står og fortæller så forstår jeg ikke hvad de betyder, men det her, det ligesom siger lidt mere om hvad der sker.*

ELEV 1: *Man kan se hvordan det sker, det er nemmere end når hun fortæller det deroppe.*

INTERVIEWER [SPØRGER ELEV 3 I GRUPPEN, DER IKKE HAR VÆRET SÅ AKTIV OG VIRKER FRAVÆRENDE]: *Hvad tænker du, er det for svært at se hvad det egentlig er?*

ELEV 3: *Ja.*

**Eksempel 6:** En gruppe med to elever:

ELEV 1: *Jeg synes det gør det sådan lidt mere virkeligt, det giver lidt mere mening for mig.*

ELEV 2: *Fx her hvor det er blått og bliver suget op. og man kan se det er vand.*

Det der umiddelbart virker engagerende for de fleste af eleverne, så ud til at være forvirrende og uoverskueligt for enkelte af det læreren kaldte de fagligt svageste elever. Der var også forskelligt engagement i det udendørs arbejde hvor AR-markørerne skulle placeres på et fysisk træ. Eleverne i eksempel 6 omtalte i interview dette arbejde som meget meningsfuldt og samarbejdede og samtalte om hvordan de mest korrekt kunne placere markørerne.

## Læreren om muligheder og udfordringer

Læreren i klasse 2 omtalte i førinterview sig selv som relativt begynder når det gjaldt det teknologiske, men som IKT-didaktisk interesseret. Hendes forventninger skyldtes bl.a. at hun tidligere havde haft positive oplevelser med IKT, bl.a. når eleverne producerede stop-motion-film. Men hun oplevede at brugen af AR "gik et skridt dybere":

"... det her går et skridt dybere ... hvad er det jeg [eleven] gerne vil have vist her ... hvad er det jeg gerne vil have frem ... de bliver nødt til at have en anden type forståelse for at kunne vise det for andre [...] omsætte faktuel viden til noget de selv kan forklare ..."

I førinterview kommenterede hun, efter at være præsenteret for materialet, lidt kritisk afsøgende på det hun kaldte "den omvendte tilgang" hvor eleverne skulle give egne bud på hvad de forskellige repræsentationer viste, og ikke kun undersøge nogle repræsentationer af givne fænomener. I efterinterviewet understregede hun at nogle af eleverne blev meget engagerede af den åbne undersøgelse af modellerne, mens andre havde svært ved at fange hvad det overhovedet var for modeller, og hvordan de skulle gribe opgaven an.

"Den omvendte tilgang tvinger dem lidt ud af deres komfortzone, der var nogle af dem der skulle tygge lidt på det, mens andre lynhurtigt fangede det ..."

I forhold til lærerens didaktiske valg der kan understøttes og visualiseres med frameworket i figur 3, er det vigtigt at overveje hvor åbent undersøgelsen skal præsenteres, og hvordan elevernes undersøgelse kan makrostilladseres. Efter afprøvningen er en mulig differentiering blevet beskevet (figur 4 i perspektivering nedenfor). Det skal dog understreges at der i pilotafprøvningen er set flere tegn på at elevernes

engagement i undervisningen blev stimuleret ved at de blev opfordret til en åben, undersøgende udforskning af og med IKT-ressourcen, som det bl.a. også er påpeget af Krajcik og Mun (2014).

## Opsamling og perspektivering

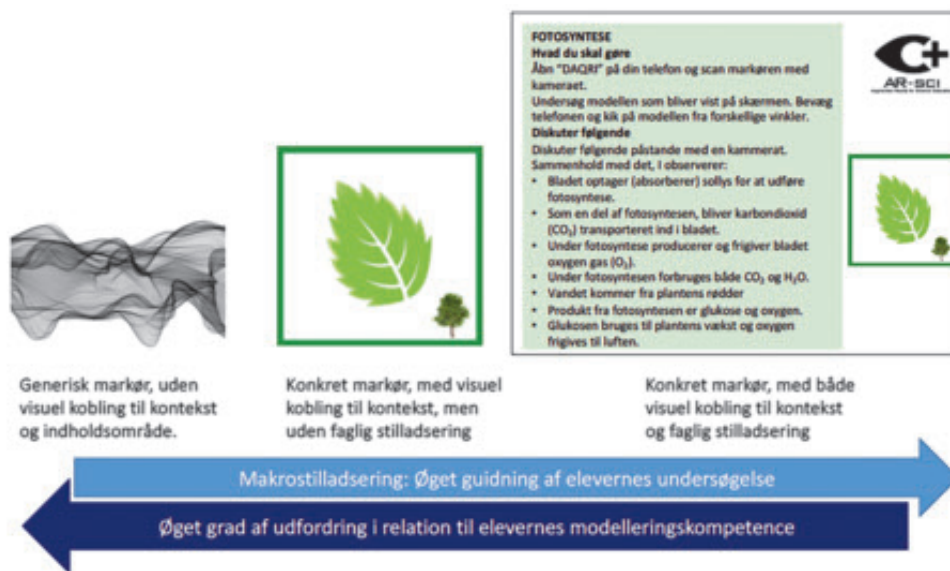
Det første undersøgelses spørgsmål handler om hvordan elevernes undersøgende samtale og deres tilegnelse af modelleringskompetence stilladseres under pilotafprøvningen. Resultaterne viser nogle positive muligheder, særligt ved lærerens brug af mikrostilladsering med åbne spørgsmål og løbende guidning, men også nogle udfordringer. Eleverne blev tydeligvis umiddelbart engageret da de fik AR-appen i hænderne, her eksemplificeret både med deres udbrud under afprøvningen af “Catalytic converter” og udsagn fra interview under afprøvning med “Lost in the woods”. Desuden er det i forløbet med “Catalytic converter” illustreret hvordan eleverne gennem deres undersøgende samtale begyndte at anvende fagbegreber om molekylemodeller som betydende elementer i katalysatormodellen. Det blev i løbet af afprøvningen mere funktionelt og naturligt for dem at anvende de korrekte faglige betegnelser. Det blev dog tydeligt at lærerens mikrostilladsering fik eleverne til at gå dybere i deres undersøgelser og diskutere de betydende elementer i modellen af katalysatoren, tænke i stofbevarelse m.m. Fremadrettet blev der identificeret et behov for at karakteren af en model i højere grad blev italesat sammen med eleverne. Dette kunne inddrages i den i øvrigt vellykkede mikrostilladsering. Dette vil bl.a. kunne hjælpe dem når de i fase 3 selv skal i gang med at lave repræsentationer og (jf. Tekstboks 1): *udpege betydende elementer der skal fremhæves i design af deres egne repræsentationer.*

I det andet undersøgelses spørgsmål spørges til hvad elever og lærere fremhæver som muligheder, udfordringer og udbytte. Flere af eleverne henviste til at fænomenerne blev mere virkelige, og at det blev lettere at forstå processerne. Men der ser ud til at være et behov for (mere) undervisningsdifferentiering. Læreren der afprøvede “Lost in the woods”, fremhævede efterfølgende at de fagligt svage elever havde svært ved at afkode de komplekse modeller og håndtere den relativt åbne opgave der modsat var motiverende for de fagligt stærke elever.

### *Fremadrettet perspektivering*

De muligheder og udfordringer der blev identificeret ved pilotafprøvningen, er der efterfølgende handlet på. Med hensyn til stilladsering er video af den pågældende afprøvning på Skolen i Midten fx anvendt som inspirationskilde i AR-sci-projektets brugerguide i beskrivelse af hvordan man som lærer kan mikrostilladsere og dermed understøtte elevernes udvikling af modelleringskompetence. I forhold til AR i under-

visningskontekst er den vigtige pointe om at markøren der starter “Catalytic converter”, burde sidde under en fysisk bil, taget med videre, og denne mulige didaktiske rammesætning er beskrevet i brugerguiden. Den fysiske virkelighed spillede en meget større rolle i elevernes arbejde med “Lost in the woods” end i “Catalytic converter”. Nogle af de “fagligt svage” elever havde dog svært ved at håndtere den relativt åbne opgave – det blev for abstrakt. Disse udfordringer blev ligeledes registreret ved afprøvning i Norge og Spanien, og efterfølgende er det i brugerguiden blevet grundigt beskrevet hvordan appen kan anvendes differentieret, fra den åbne undersøgelse som blev oplevet meget positivt særligt af de fagligt “stærke” elever, til en mere guidet undersøgelse (figur 4).



**Figur 4.** Brugerguiden er opdateret efter afprøvningen, og det beskrives hvordan der kan differentieres ved elevernes arbejde med “Lost in the woods”: fra den oprindelige ide med generiske markører som eleverne undersøger, hen imod en mere beskrevet opgavetype med situations-specikke billeder som markører og evt. faglig stilladsering.

## Referencer

- Azuma, R., Baillot, Y., Behringer, R., Feiner, S., Julier, S. & MacIntyre, B. (2001). Recent advances in augmented reality. *Computer Graphics and Applications, IEEE, 21(6)*, s. 34-47.
- Barnes, D. (2009). Exploratory talk for learning. I N. Mercer & S. Hodgkinson (red.), *Exploring talk in school*, s. 1-15. London: Sage.



- Cheng, K.-H. & Tsai, C.-C. (2013). Affordances of Augmented Reality in Science Learning: Suggestions for Future Research. *Journal of Science Education and Technology*, 22(4), s. 449-462.
- Cohen, L., Manion, L. & Morrison, K. (2007). *Research methods in education*, 6<sup>th</sup> edition. New York: Routledge.
- Dolin, J. (2014). Naturfaglige kompetencer: Om kompetencetænkningen i nye Forenklede Fælles Mål. I: S. Tougaard & L.H. Kofod (red.), *Metoder i naturfag: En antologi*. 2. oplag s. 49-66. København: Experimentarium.
- Dolin, J., Krogh, L.B. & Troelsen, R. (2003). En kompetencebeskrivelse af naturfagene. I: H. Busch, S. Horst & R. Troelsen (red.), *Inspiration til fremtidens naturfaglige uddannelser*, s. 59-140. Uddannelsesstyrelsens temahæfteserie, 8. København: Undervisningsministeriet.
- Elmose, S. (2014). Naturfaglig kompetence: Baggrund for begrebet, dets styrker og begrænsninger i naturfagsundervisning. I webantologi: *Introduktion til naturfagsdidaktik*. Lokaliseret 02-06-2016 på ntsnet.dk/sites/default/files/naturfaglig\_kompetence\_SE.pdf.
- Hammond, J. & Gibbons, P. (2005). Putting scaffolding to work: The contribution of scaffolding in articulating ESL education. *Prospect* 20(1), s. 6-30.
- Hennessy, S., Wishart, J., Whitelock, D., Deane, R., Brawn, R., la Velle, L., McFarlane, A., Ruthven, K. & Winterbottom, M. (2007). Pedagogical approaches for technology-integrated science teaching. *Computers & Education* 48, s. 137-152.
- Hoban, G., Nielsen, W. & Shepherd, A. (2013). Explaining and communicating science using student created blended media. *Teaching Science* 59(1), s. 32-35.
- Holliman, R. & Scanlon, E. (red.). (2004). *Mediating science learning through information and communications technology*. Oxon: Routledge.
- ITL (2011). *Innovative teaching and learning research. 2011. Findings and implications*. Tilgængelig på www.itlresearch.com (lokaliseret 3-6-2015). Washington: ITL Research.
- Krajcik, J.S. & Mun, K. (2014). Promises and challenges of using learning technology to promote student learning of science. I: N.G. Lederman & S.K. Abell (red.), *Handbook of Research in Science Education, Vol II* (s. 337-360). New York: Routledge.
- Kvale, S. & Brinkmann, S. (2009). *Interview*, 2 udgave. København: Hans Reitzels Forlag.
- Lefstein, A. & Snell, J. (2014). *Better than best practice – developing teaching and learning through dialogue*. Oxon: Routledge.
- Maigaard, G., Lyk, M., Larsen, M.J. & Lyk, P. (2016). At se det usete. *MONA*, 2016(3), s. 23-40.
- Nielsen, B.L., Brandt, H. & Swensen, H. (2016). Augmented Reality in science education – affordances for student learning. *NorDiNa*, 12(2), s. 157-174.
- Nielsen, S. S. (2015). *Fælles Mål og modelleringskompetence i biologiundervisningen – forenkling nødvendig for fortolkning*. *MONA*, 2015(4), s. 25-43.
- Pollias, J. (2016). *Apprenticing students into science – doing, talking and writing scientifically*. Melbourne: Lexis Education.

- Prain, V. & Tytler, R. (2012). Learning through constructing representations in science: a framework of representational construction affordances. *International Journal of Science Education*, 34(17), s. 2751-2773.
- Prediger, S. & Pöhler, B. (2015). The interplay of micro- and macro-scaffolding: an empirical reconstruction for the case of an intervention on percentages. *ZDM Mathematics Education*, 47, s. 1179-1194.
- Radu, I. (2014). Augmented reality in education: a meta-review and cross-media analysis. *Personal and Ubiquitous Computing*, 18(6), s. 1533-1543.
- Van de Pol, J., Volman, M. & Beishuizen, J. (2010). Scaffolding in teacher-student interaction: a decade of research. *Educational Psychology Review*, 22(3), s. 9-35.
- Waldrup, B. & Prain, V. (2012). Learning from and through representations in science. I: B.J. Fraser, K.G. Tobin & McRobbie, C.J. (red.), *Second international handbook of science education* (s. 145-156). Dordrecht: Springer.
- Wood, D.J., Bruner, J.S. & Ross, G. (1976). The role of tutoring in problem solving. *Journal of Child Psychiatry and Psychology*, 17(2), s. 89-100.

## English abstract

*The paper presents findings from the piloting of two Augmented Reality (AR) apps for science education: "Lost in the woods" and "Catalytic converter". Based on teacher interviews and video from two Danish classrooms, and supported by data from Spanish and Norwegian classrooms, possibilities and challenges are discussed in relation to how students' inquiries and exploratory talk are scaffolded, both the pre-planned sequencing of the lessons (macro scaffolding) and the micro scaffolding in the form of teacher-student dialogue. Implications for supporting teachers as AR producers are discussed, e.g. a user guide for the next phases of the EU-project.*

# Naturvidenskabeligt grundforløb

– relevant og motiverende for gymnasieelever?



Morten Rask Petersen,  
Laboratorium for  
Sammenhængende  
Uddannelse og Læring,  
SDU



Lærke Elisabeth Kristensen,  
Nyborg Gymnasium

**Abstract:** Denne undersøgelse fokuserer på gymnasieelevers opfattelse af relevans og motivation i forhold til faget naturvidenskabeligt grundforløb (NV) og perspektiverer denne opfattelse i retning af den struktur for faget der kommer med den nye reform. Der er lavet en spørgeskemaundersøgelse blandt gymnasielever i hele landet (n=2614) for at afklare deres opfattelse af faget NV. Resultaterne viser en generelt mere positiv indstilling til faget blandt elever med naturvidenskabelig studieretning end blandt elever med ikke-naturvidenskabelig studieretning. Samtidig viser undersøgelsen at mange elever ikke oplever NV som relevant, men at der ligger et uforløst potentiale i faget der på sigt kan gøre det relevant.

Vi står over for implementeringen af en ny gymnasireform. Det kan derfor være relevant at kigge på hvad der kan tages med fra den tidligere struktur, og hvilke faldgruber man kan undgå i fremtiden. I den forbindelse vil vi i denne artikel tage et blik tilbage på faget naturvidenskabeligt grundforløb (NV). Idéen er at se hvad der har virket – set med elevernes øjne – og at kaste et blik på hvilke elementer der kan tages med ind i den praktiske udførelse af den nye reform hvor fagets struktur er blevet lavet om.

Som en del af den nuværende og snart gamle reform blev NV indført som et obligatorisk fag for alle elever på det almene gymnasium (STX) uanset ønske om studieretning.

I de officielle mål for faget er dets formål beskrevet som et almendannende fag hvor eleverne skal:

“... indse betydningen af at kende til og forstå naturvidenskabelig tankegang, og de skal kunne forholde sig til naturvidenskabelig videns styrker og begrænsninger. Eleverne skal opnå viden om nogle centrale naturvidenskabelige problemstillinger og deres samfundsmæssige, etiske eller historiske perspektiver, så de kan udtrykke en vidensbaseret mening om forhold og problemer med et naturfagligt aspekt. Endelig skal elevernes nysgerrighed og engagement inden for det naturfaglige område understøttes og fremmes.”  
(Undervisningsministeriet, 2011)

Formålet er altså ikke eksplicit at NV skal føre til at flere unge tager en naturvidenskabelig studieretning, men at deres nysgerrighed skal fremmes. I vejledningen til faget understreges den almindennende side af faget igen som værende vigtig. Samtidig fremgår det dog også at der er anbefalinger i retning af at kunne kvalificere elevernes senere valg af studieretning som ligger i umiddelbar forlængelse af faget NV (Undervisningsministeriet, 2010). Netop elevernes valg af studieretning har også været et tema der er gået igen gennem tidligere evalueringer af faget (se tabel 1), hvorfor vi ser et underliggende ønske om et øget valg af naturvidenskabelige studieretninger liggende implicit i faget NV. Dette implicitte ønske er også i tråd med det generelle politiske ønske om at få flere til at uddanne sig inden for de naturvidenskabelige og tekniske fag.

Vi har i denne artikel valgt at fokusere på formålet om elevernes nysgerrighed over for og engagement i faget NV. Dette sammenholdes med det implicitte mål om at få flere til at vælge naturvidenskab. Der er således et motivationsmål indbygget i fagets formål. Den første del af formålet lægger op til hvordan denne motivation skal fremkomme gennem en oplevelse af at faget er relevant og kan anvendes til noget for eleverne. Vi har derfor i vores undersøgelse taget udgangspunkt i dette forskningsspørgsmål:

“Opfatter gymnasielever faget naturvidenskabeligt grundforløb som værende relevant og motiverende?”

Spørgsmålet er blevet undersøgt ved først at komme med en teoretisk afklaring af de to undersøgte begreber. Herefter har vi gennemgået hvad der er fremkommet i tidligere undersøgelser af faget. Nedenfor præsenterer vi vores undersøgelse af motivation for og relevans af NV. Som det vil fremgå af den empiriske undersøgelse, har vi valgt at tilgå disse to begreber ved at dele eleverne i grupper af naturvidenskabeligt orienterede elever og ikke-naturvidenskabeligt orienterede elever. Kriterier for dette uddybes i metodeafsnittet.

Resultaterne af undersøgelsen diskuteres med udgangspunkt i hvor NV har stået i forhold til den form det har haft de seneste år. Endelig vil vi perspektivere disse resultater ind i rammen for det nye NV, således at faget ikke behøver at genopfinde sig selv fra bunden. I skrivende stund er denne ramme ikke endelig. Perspektiveringen er derfor foregået ud fra de midlertidige rammebetingelser der er fremlagt fra ministeriets side.

## Hvad ved vi allerede om NV?

Siden NV blev introduceret som fag i 2005, er der blevet lavet flere forskellige evalueringer af faget og med flere forskellige fokuspunkter. I tabel 1 ses en opsummering af metoder og konklusioner i de forskellige evalueringer.

Som det fremgår af tabellen, har NV været undersøgt blandt både elever, lærere og ledere vedrørende udbytte, struktur og indflydelse på studievalg m.m. I de første evalueringer fremgik det at der var meget forskellige former for struktur på NV (Rambøll, 2006), samtidig med at over halvdelen af lærerne mente at NV ikke var en brugbar metode til at introducere naturvidenskab til eleverne (Dolin, Hjemsted, Jensen, Kaspersen & Kristensen, 2006). Dette kan dog skyldes nogle startvanskeligheder med faget som på det tidspunkt kun havde eksisteret et enkelt skoleår. Allerede i næste evaluering to år senere (Undervisningsministeriet, 2008) var lærernes holdning til faget blevet mere positiv. Hos eleverne så man en splittelse mellem elever der havde fokus på naturvidenskabelige fag, og elever der ikke havde. Eleverne med naturvidenskabelige fag var væsentlig mere positive over for faget end andre elever. Dette bekræftede tidligere resultater (Dolin et al., 2006). I 2009 blev hele gymnasireformen evalueret og herunder naturligvis også NV (EVA, 2009). Her gav lederne udtryk for at NV var med til at skabe et bedre grundlag for de naturvidenskabelige fag, men sagde samtidig at NV ikke var med til at påvirke eleverne til at vælge en mere naturvidenskabelig studieretning. En holdning som lederne i øvrigt delte med lærerne. I den foreløbig sidste evaluering af NV (Poulsen, 2011) gav eleverne udtryk for at de ikke var blevet mere nysgerrige gennem faget. Samtidig mente lærerne at faget ikke kom dybt nok ned i det faglige stof, men gav eleverne nogle grundlæggende kompetencer som der kunne bygges videre på.

Overordnet har de fem evalueringer berettet om et fag hvor elevernes tilgang er meget splittet, og hvor elever med en tilkendegivelse af en naturvidenskabelig studieretning er mere positivt stemt for NV end andre elever. Samtidig giver NV i meget ringe grad anledning til skift i studieretningen. Lærerne synes ligeledes splittet mellem at de på den ene side ikke synes eleverne lærer nok naturvidenskab, mens de på den anden side mener at eleverne får nogle grundlæggende kompetencer med sig som de kan bygge videre på. Så alt i alt har NV fremstået som et fag med en noget broget profil i forhold til både elevens og læreres holdning.

## Relevans og motivation i et teoretisk perspektiv

Når man, som vi vil her, undersøger elevernes indtryk af et fag, vil der naturligvis være mange forskellige tilgange til dette. Som vi kort begrundede i indledningen, er der i denne artikel fokus på elevernes opfattelse af relevans og motivation i forhold til NV. I dette afsnit vil vi uddybe de to begreber og sætte dem i forhold til netop faget NV's formål for på den måde at tydeliggøre vores valg af netop disse begreber i undersøgelsen.

Kilde	Metode
Rambøll Management 2006	3 rektorer, uddannelseschefer eller uddannelsesvejledere. 389 elever. Interview og spørgeskema.
Dolin et al. 2006	724 lærere. 2.705 elever. 22 rektorer eller ledelsespersoner. Interview og spørgeskema.
Undervisningsministeriet 2008	111 lærere – spørgeskema. 130 lærere – konference.
Danmarks Evaluerings- institut 2009b	Interviews af: 198 ledere 429 lærere 268 tredjeårselever 244 dimittender 8 casebesøg.
Poulsen 2011	6.049 elever. 666 lærere. Spørgeskema.

**Tabel 1.** Oversigt over metoder og resultater af tidligere evalueringer af NV

## Relevans

Relevans, eller mangel på samme, er en af de problemstillinger som ofte omtales i forbindelse med elevers faldende interesse og motivation for naturvidenskab. I flere undersøgelser giver eleverne udtryk for at de ikke kan se hvordan naturvidenskaben har relevans for dem personligt eller for det samfund de lever i (Andersen, Busch, Horst &

## Konklusioner

- Eleverne gav udtryk for at NV havde åbnet deres øjne for mulighederne inden for naturvidenskab.
  - NV havde ikke nogen effekt på elevernes valg af studieretning.
  - Grundforløb som var tonet efter elevens forhåndstilkendegivelse af studieretning, medførte at færre elever skiftede retning end hvis grundforløbet ikke var tonet.
- Stor variation i udformningen af NV-forløb.
  - Stort fokus på metode og empirikompetence i undervisningen.
  - Elever med en naturvidenskabelig studieretning var mere positivt indstillet over for NV end elever med en anden studieretning.
  - Naturvidenskabelige elever ønskede en mere omfattende introduktion til naturvidenskab.
  - Uenighed blandt lærerne om hvorvidt NV var en god metode til at introducere naturvidenskab.
- Lærerne var generelt positivt indstillet over for NV.
  - Ifølge lærerne var elevernes evne til at overføre viden og kompetencer til andre fag middel til over middel.
  - Eleverne var generelt positive over for NV, dog var det i største grad eleverne på de naturvidenskabelige linjer, hvorimod nogle elever på andre linjer fandt NV meget irrelevant.
- Lederne mente at NV var et positivt bidrag til de enkelte naturvidenskabelige fag, den efterfølgende undervisning i enkeltfagene og den almindelige funktion.
  - Lærerne var uenige om hvorvidt enkeltfagene kan bygge videre på det der undervises i i NV.
  - NV påvirkede ikke elevernes valg af studieretning.
  - Stor variation i udformningen af NV-forløb med en blandet succes.
  - Stor variation i elevernes holdning til NV, hvoraf elever på naturvidenskabelige linjer var de mest positive. Dog mente mange at NV-forløbet var en overflødig uambitiøs introduktion til fag de alligevel skulle have.
- Stor variation i hvorvidt NV gjorde eleverne mere nysgerrige på naturvidenskab. Næsten halvdelen af de adspurgte elever mente NV havde påvirket dem i ringe grad.
  - Lærerne mente ikke eleverne opnåede en stor nok faglig dybde til at kunne bruge deres viden i andre sammenhænge. Dog opnåede eleverne brugbare kompetencer som kunne videreføres til de enkelte naturvidenskabelige fag.

Troelsen, 2003; Dillon, 2009). En løsning kan derfor være at lærerne fokuserer mere på at gøre undervisningen relevant for eleverne. Men hvornår er noget relevant? Og ikke mindst for hvem er det relevant? Stuckey, Hofstein, Mamlok-Naaman og Eilks (2013) opstiller på baggrund af et omfattende litteraturstudie en heuristisk sammenfatning af forskellige interessenter i forhold til hvornår naturvidenskaber er relevante (se tabel 2).



Heuristisk kategori	Hvem bestemmer hvad der er relevant?
Ville ønske de kunne-science	Akademiske videnskabsfolk
Brug for at kunne-science	Læreplanspolitikere og forskere
Funktionel science	Sciencebaserede industrier og erhverv
Fristet til at kunne-science	Massemedier og internet
Har en grund til at kunne-science	Økonomer, sundhedseksperter
Science som kultur	Ekspertter med kulturperspektiv
Personlig nysgerrighed over for science	Elever

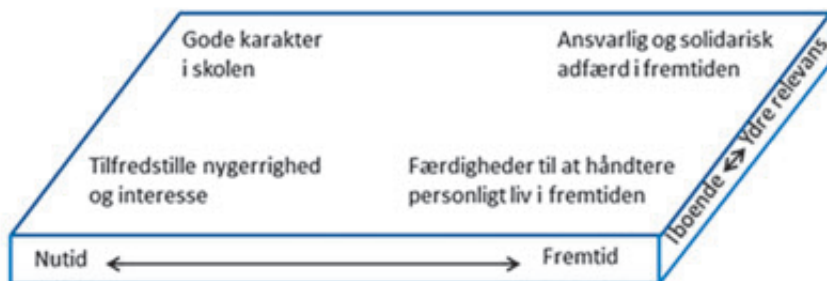
**Tablet 2.** Heuristiske kategorier af forskellige eksperter der bestemmer hvad der er relevant (fra Stuckey et al., 2013)

I tabel 2 ses det at der findes en lang række interessenter ud over den enkelte elev, for hvem en naturvidenskabelig uddannelse og interesse kan være relevant.

I en yderligere analyse af relevansbegrebet opstiller Stuckey et al. (2013) en tredimensionel model over begrebet relevans (figur 1).

Ifølge denne model kan relevans opdeles i tre dimensioner: den individuelle dimension, den samfundsmæssige dimension og den erhvervsmæssige dimension. Dette betyder at relevant undervisning skal bidrage til elevers udvikling af intellektuelle kompetencer, fremme elevens deltagelse i samfundet og adressere elevernes uddannelsesmæssige opmærksomhed og forståelse for uddannelse og jobmuligheder. Under hver dimension er der desuden tilføjet en tidsmæssig komponent og en placeringsmæssig komponent. I den tidsmæssige komponent skelnes der imellem nutid og fremtid. Med nutidskomponenten menes der at undervisningen skal opfylde elevens behov i forhold til personlig interesse eller uddannelsesmæssige krav (som eleven er bevidst om). Med fremtidskomponenten menes der at undervisningen skal imødekomme forventningen om fremtidige behov (hvilket eleven ikke altid er bevidst om). I den placeringsmæssige komponent skelnes mellem om eleverne oplever det som de arbejder med, som direkte relevant, så det tilfredsstillende elevernes nysgerrighed eller direkte giver dem færdigheder til at håndtere deres fremtidige liv. Denne form for relevans defineres som værende den iboende relevans. Relevans betegnes derimod som en ydre relevans når eleven ikke ser selve det der arbejdes med, som relevant, men derimod opfatter det som et relevant værktøj til andre mål. I forhold til målet for NV lægger relevansbegrebet sig tæt op ad at eleverne gennem NV ikke blot skal lære noget, men selv skal kunne tage stilling til og argu-

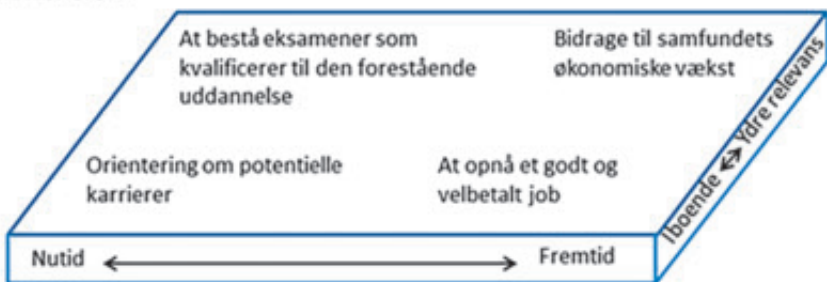
### Individuel dimension



### Samfundsmæssig dimension



### Erhvervmæssig dimension



**Figur 1.** Relevansbegrebet anskuet ud fra de tre dimensioner: individuel, samfundsmæssig og erhvervmæssig relevans (efter Stuckey et al., 2013, forfatterens oversættelse).

mentere for naturvidenskabelige problemstillinger i deres egen hverdag. I forhold til at operationalisere dette relevansbegreb vil eleverne naturligvis primært kunne afdække relevans i den personlige dimension, mens relevans set i forhold til den samfundsmæssige og erhvervmæssige dimension mere vil være elevernes bud på hvad andre mener, da disse kategorier er konstituerede af andre interesser end netop eleverne (se tabel 2).

## Motivation

Mens relevansbegrebet er foldet ud over flere forskellige dimensioner og interesser, forholder vores motivationsbegreb sig udelukkende til eleven. Motivationen bliver på denne vis indlejret i den individuelle relevansdimension. I denne undersøgelse har vi valgt at tage udgangspunkt i Self-Determination Theory som teoretisk ramme (Deci & Ryan, 2002; Ryan & Deci, 2000). Dette skyldes at teorien har været ramme for mange naturfagsdidaktiske undersøgelser også i Danmark (Andersen, 2014; Caspersen, 2012; Krogh, 2014; Petersen, 2012; Østergaard, 2014). I en naturfagsdidaktisk kontekst giver det derfor mening at bruge samme teorisætning som tidligere er anvendt.

Ifølge Deci og Ryan (2002) kan motivation opstilles i tre forskellige grundformer, nemlig i) amotivation hvor motivationen er helt fraværende og ikke kan frembringes med nogen virkemidler, ii) ydre motivation hvor det ikke er aktiviteten i sig selv der er motiverende, men derimod en opfattelse af at aktiviteten kan bruges til noget andet, til en opnåelse af belønning eller til ikke at blive udsat for repressalier, samt iii) indre motivation hvor det er aktiviteten i sig selv der er motiverende at beskæftige sig med. I forholdet mellem det ovenstående relevansbegreb og motivationen kan man derfor sige at der skal være en oplevet relevans for eleven som motiv. Den ydre motivation og relevansbegrebet har derfor en sammenhæng, især i forhold til den personlige dimension.

Når vi således skelner mellem indre og ydre motivation, vil vi i forhold til figur 1 placere den indre motivation som en umiddelbar oplevet motivation som eleven oplever lige i øjeblikket. Når man ser på den individuelle dimension af relevansbegrebet, vil det derfor kun være i nederste venstre hjørne af denne dimension at man vil opleve den indre motivation, mens resten af dimensionen er en ydre motivation.

## Undersøgellesdesign

For at undersøge elevernes oplevelse af relevans af og motivation for NV blev der lavet en spørgeskemaundersøgelse. Spørgeskemaet blev oprettet i programmet *SurveyXact* og indeholdt i alt 26 spørgsmål og et kommentarfelt.

For at minimere misforståelser og fejl i formuleringer blev spørgeskemaet pilot-testet inden frigivelsen. 30 gymnasieelever deltog i testen hvor deres diskussion af spørgeskemaet blev optaget, hvorefter ændringer blev lavet på baggrund af elevernes kommentarer.

I en rundspørge blev samtlige danske almene gymnasier spurgt om de ville distribuere spørgeskemaet til deres elever. 35 gymnasier fordelt over hele landet meldte positivt tilbage på dette.

Spørgeskemaet blev herefter distribueret til STX-elever i form af et link igennem skolernes interne mailingssystemer. Spørgeskemaet har derfor været frit tilgængeligt

og ikke obligatorisk. Spørgeskemaet henvendte sig til STX-elever på alle tre årgange. I denne undersøgelse er der ikke skelnet mellem svar fra de forskellige årgange. En yderligere analyse af data kunne være interessant for at afdække om der er en forskel i elevernes svar baseret på klassetrin.

Undersøgelsen fandt sted i januar 2014 umiddelbart efter grundforløbets afslutning.

På de deltagende gymnasier varierede antallet af respondenter fra én elev som det mindste til 243 som det højeste. I og med at det har været helt frit at deltage i undersøgelsen, og respondenterne ikke er blevet fundet ved tilfældig udtrækning, kan det anfægtes om undersøgelsen er repræsentativ. I kraft af at der ikke været nogen form for belønning involveret med at afgive svar, vil vi dog stadig vove den påstand at de elever der har svaret på undersøgelsen, har gjort det for at give deres mening om NV til kende, og at resultaterne skal ses i dette lys.

Respondenterne blev efterfølgende opdelt i to grupper bestående af hhv. elever på en naturvidenskabelig studieretning og elever på en ikke-naturvidenskabelig studieretning. Der eksisterer ingen officielle tematiseringskriterier af hvornår en studieretning er naturvidenskabelig, sproglig, kunstnerisk eller samfundsvidenskabelig. En studieretning blev i denne undersøgelse derfor kategoriseret som naturvidenskabelig når mindst to af de tre studieretningsfag var biologi, matematik, bioteknologi, fysik, kemi, datalogi eller naturgeografi. Respondenter som ikke kunne grupperes efter dette kriterie, udgik af databehandlingen.

Som et mål for elevernes holdning til om de finder NV motiverende og relevant, blev spørgeskemaet udformet som en likertskala, idet denne skala traditionelt anvendes til at undersøge holdninger og meninger (Likert, 1932; Rattray & Jones, 2007). Skalaen er en fempunkts likertskala med variablene: *meget enig*, *enig*, *neutral*, *uenig* og *meget uenig*. I flere tidligere evalueringer inden for emnet er denne skala ligeledes blevet brugt (EVA, 2009; Undervisningsministeriet, 2008).

Alle spørgsmål blev kategoriseret inden for relevansdimensionerne (figur 1) (Stuckey et al., 2013), således at de blev placeret både i dimension (I for individuel, S for samfundsmæssig og E for erhvervsmæssig), tid (N for nutidig og F for fremtidig) og placering (P for indefra kommende fra personen og U for udefrakommende).

Efter dataindsamling blev spørgsmålenes interne konsistens analyseret med en Cronbach's  $\alpha$ -test. På baggrund af stikprøvens datafordeling og de strenge krav til parametriske tests blev data analyseret med den ikke-parametriske test Mann-Whitney U-test. Til tolkning af resultaterne er der gjort brug af et signifikansniveau på 5 %. Alle de statistiske beregninger er udført i programmet IBM SPSS Statistics 22.

Udgangspunktet for analysen var en ren kvantitativ tilgang. Men i kraft af et meget stort antal besvarelser ( $n=2614$ ) og deraf også et stort antal kommentarer i det åbne kommentarfelt ( $n=568$ ) valgte vi at lave en traditionel kvalitativ indholdsanalyse

Spørgsmål nr.	Domæne	Spørgsmål
3	INP	NV gjorde mig nysgerrig på at lære mere om naturvidenskab.
16	ENU	NV har påvirket mit valg af studieretning.
17	SFU	Jeg forstår hvorfor jeg skal have NV i gymnasiet.
20	IFP	Det er godt at have NV inden man har andre naturvidenskabelige fag.
24	IFP	NV har fremmet min forståelse af hvordan de naturvidenskabelige fag hænger sammen.
25	INP	Min lyst til at lære om naturvidenskab er blevet <i>større</i> efter at have haft NV.
26	INP	Min lyst til at lære om naturvidenskab er blevet <i>mindre</i> efter at have haft NV.

**Tabel 3.** Oversigt over spørgsmål om motivation og relevans af NV for naturfaglige studieretninger og ikke-naturfaglige studieretninger. Kategorien "Domæne" henviser til om der er tale om individuel (I), samfundsmæssig (S) eller erhvervmæssig (E) relevans, om den er hhv. nutidig (N) eller fremtidig (F), og om den kommer inde fra personen (P) eller ude fra (U)

af disse kommentarer (Hsieh & Shannon, 2005) for at gå dybere ind i baggrunden for elevernes svar på likertskala-spørgsmålene. Der er i denne analyse ikke lavet et sammenhold mellem elevernes svar i den kvantitative del og deres kvalitative kommentarer. Der kan være god grund til at have en metodisk diskussion af brugen af sådanne data. Det vil dog være uden for rammerne af denne artikel.

### Analyse og resultater

Udgangspunktet for vores statistiske analyse af data var at vi brugte ni items fra spørgeskemaet. Men en lav  $\alpha$ -værdi gjorde at vi som udgangspunkt forkastede to items og endte med syv i alt (se tabel 3). Disse syv items er primært fokuseret på den individuelle relevansdimension, men har dog udløbere til de to andre dimensioner.

Som det fremgår af tabel 3, så finder vi signifikant forskel på svarene mellem de to grupper i alle spørgsmål undtagen spørgsmål 20, set på den måde at elever på de naturvidenskabelige linjer er mere positive over for NV end elever på de ikke-

<i>Naturfaglige (n=831) (α=0.747) (Middel ± STD)</i>	<i>Ikke-naturfaglige (n=1216) (α=0.766) (Middel ± STD)</i>	<i>Naturfaglige vs. ikke-naturfaglige Mann-Whitney U-test (p)</i>
3,42 ± ± 1,46	2,58 ± ± 1,16	0,000
2,29 ± ± 1,06	1,96 ± ± 0,94	0,000
3,34 ± ± 1,44	2,78 ± ± 1,24	0,000
3,33 ± ± 1,4	3,26 ± ± 1,38	0,172
3,32 ± ± 1,39	3,14 ± ± 1,33	0,000
3,08 ± ± 1,32	2,4 ± ± 1,07	0,000
2,28 ± ± 0,99	3,09 ± ± 1,33	0,000

naturvidenskabelige linjer. Her skal bemærkes at i kraft af at vi har brugt en femtrins likertskala, er middelværdien i spørgsmålene på 3. Man kan således se at selvom der er forskel på de to grupper af elever, så er begge grupper under middel i forhold til om NV har påvirket deres valg af studieretning. Kun på spørgsmålet om hvorvidt det er godt at have NV førend man har andre naturvidenskabelige fag, er eleverne enige om at det er det. Det viser sig altså at eleverne svarer samstemmende at NV er godt som intro til naturvidenskabelige fag. Det ses at svarene ligger over gennemsnit og dermed er i den positive retning.

Ligeledes ses det i spørgsmål 24 at eleverne oplever en bedre forståelse af sammenhæng i de naturvidenskabelige fag gennem NV, omend de naturvidenskabelige elever oplever dette i større grad end de ikke-naturvidenskabelige.

I den kvalitative analyse af elevernes kommentarer er vi kommet frem til seks kategorier af svar, nemlig:

1. *Lærere*: om lærernes indflydelse på elevernes oplevelse af NV.
2. *Studieretning*: om NV's indflydelse og relevans i forhold til studieretningen.
3. *Fagfordeling og emner*: om selve indholdet i faget.
4. *Redskaber og kompetencer*: om hvad eleverne kan tage med videre fra NV.
5. *Karakteren*: om karakteren og dens manglende indflydelse på eksamensbeviset.
6. *Diverse*: kommentarer uden relevans eller sammenhæng til undersøgelsen.

Til hver af de fem første kategorier findes der svar der både peger i positiv retning og i negativ retning. I første kategori om lærernes indflydelse på elevernes oplevelse finder vi dog en klar overvægt af negative kommentarer idet 33 ud af 52 kommentarer i denne kategori handler om at eleverne oplever dårlige eller uengagerede lærere på NV. Eksempelvis skrives i kommentar 59 og 365:

“Min opfattelse af NV er højst sandsynligt påvirket af at min underviser ikke har været tilfredsstillende i hans måde at fremstille stoffet. Det har gjort at jeg har haft en generel dårlig opfattelse af faget, og det har på den måde påvirket mine besvarelser.” (Kommentar 59)

“Jeg synes det er et overflødigt forløb når man ikke har valgt en naturvidenskabelig studieretning. Jeg har selv valgt en sproglig studieretning, og den kommer alligevel med obligatoriske naturvidenskabelige fag som biologi i 1. g og nu naturgeografi i 2. g. Jeg ved ikke om det var fordi jeg havde en dårlig lærer i NV, eller hvad det var der gjorde det, men NV gjorde mig virkelig modløs når det kom til naturvidenskabelige fag, og det hjalp ikke så at få biologi bagefter med samme lærer. Nogle af emnerne synes jeg overordnet lyder spændende, og sad jeg hjemme på mit værelse og læste op til det inden, kunne jeg sagtens finde interesse, men den måde emnet blev behandlet og fremlagt i skolen, var helt uinteressant og meget uforståeligt fra min synsvinkel, og jeg har snakket med flere fra min klasse der havde det på helt samme måde. Jeg mistænker at læreren havde meget at gøre med det, men jeg har besvaret spørgeskemaet efter det grundforløb jeg var igennem, og hvordan jeg ærligt har det med det, og hvad jeg fik ud af det, hvilket ikke er noget der ville være værd at nævne.” (Kommentar 365)

Begge elever sidder tilbage med en oplevelse af at deres undervisere på NV har en væsentlig andel i deres oplevelse af NV som irrelevant og kedeligt. På den anden side findes der også positive oplevelser med lærerne, som eksempelvis i kommentar 150:

“Mit NV-forløb var helt fantastisk. Jeg havde to meget dygtige lærere, der havde begået et mord, og vi skulle opklare det. Til dette skulle vi lave både undersøgelser i kemi og biologi, og emnet gav virkelig god mening. Det var sjovt og interessant.”

Men det var meget sporadisk med sådanne kommentarer da kun 4 ud af de 52 kommentarer i kategorien omhandlede positive oplevelser med lærerne, men resten gik på manglende samarbejde og elevindflydelse i faget.

I kategorien “Studieretning” bliver det tydeligt at mange elever ikke opfatter det første halvår som afklarende for valg af studieretning. Eleverne giver meget tydeligt udtryk for at de mener allerede at have truffet dette valg. Og set i lyset af dette bliver



NV oplevet som irrelevant af en del elever. Det kommer eksempelvis til udtryk i kommentar 58:

“Det var irriterende og belastende at skulle blive udsat for fag som man skulle slæbe sig selv igennem, vel vidende at man ikke vil have noget med naturvidenskabelige fag at gøre. Der burde være mulighed for at kunne fravælge det.”

Dette falder godt sammen med spørgsmål 16 (tabel 3) om at NV ikke har påvirket elevernes valg af studieretning.

Den tredje kategori omhandlede selve indholdet i NV. Som resultaterne i tabel 3 viser, så oplever størstedelen af eleverne en rimelig grad af sammenhæng mellem de naturvidenskabelige fag. Det er tilsyneladende også denne forventning om oplevet sammenhæng og introduktion til andre felter der går igen i nogle af kommentarerne, såsom kommentar 170:

“NV var ikke noget vi havde før de andre naturvidenskabelige fag. Det var noget der gik sideløbende med vores andre naturvidenskabelige fag, i mit tilfælde fysik. Vores NV var fysik og naturgeografi, derfor gav det ikke et indblik i andre fag.”

Også selvom det ikke var ens favoritfag der indgik i NV-forløbet, kunne det være givtigt, som det ses i kommentar 65:

“NV er et godt fag til forberedelse af naturvidenskabelige fag senere hen. Jeg har haft en meget dygtig lærer til NV, men det har været meget biologi og kemi og ikke så meget fysik, fordi han ikke underviser i fysik. Så NV skulle måske være forbeholdt folk med alle tre naturvidenskabelige kompetencer. På den anden side handler det jo bare om at kunne sætte tingene i et mere naturvidenskabeligt perspektiv, og det har vi formået uden fysik.”

Omvendt giver nogle udtryk for ikke at kunne se relevansen i det indhold der blev arbejdet med i faget. Eksempelvis lyder kommentar 195:

“Meget af vores tema var om kriminel teknik. Spændende, men ikke ligefrem noget man kan perspektivere til hverdagen.”

Endelig var der i kommentarerne en respons i retning af at den manglende konsekvens af karakteren for NV ikke gjorde noget godt for engagementet. For nogle gjaldt det også for underviserne i faget. I kommentar 31 lyder det:

“Pga. karakterens betydning endte det for mig, som faktisk har den bioteknologiske studieretning, med at jeg overhovedet ikke tog forløbet seriøst. Den viden vi blev belært med, var så basal, og lærerne der underviste os i NV, var så minimalt engageret at forløbet praktisk talt var spild af tid.”

Samlet set er kommentarerne med til at nuancere billedet af elevernes opfattelse af faget NV. Vi er klar over at der kan være overrepræsentationer af ytringer i en retning frem for en anden, men vi har valgt at bruge kommentarerne til at uddybe resultaterne af den kvantitative undersøgelse og dermed også berige diskussionen.

### *... så hvor står NV i dag?*

Naturvidenskabeligt grundforløb blev som tidligere nævnt oprettet som fag i forbindelse med reformen i 2005 og har således mere end ti år på bagen som fag. Dette skulle være mere end rigeligt til at få diverse praksisser afprøvet og implementeret i faget på trods af vanskeligheder som usikkerhed hos lærere om nye praksisser og lign. (Guskey, 2002). Vores resultater frembringer et broget billede af faget. Elever er naturligvis ikke enige om hvordan et fag opleves, men vi mener alligevel at det er værd at tage det fremkomne brogede billede både af faget selv og implementeringen af det op til diskussion. På den ene side ser vi i vores resultater elever der kan se muligheder og relevans i faget som sådan, men ikke har oplevet det i praksis. På den anden side ser vi elever der giver udtryk for nogle meget forskellige oplevelser af faget, og at disse oplevelser i væsentlig grad er bundet op på underviseren og undervisningsmetoden. Endelig ser vi også elever der beskriver hvordan den ledelsesmæssige rammesætning for fagets afvikling og fagets officielle rammer ikke har været hensigtsmæssige for at kunne opleve faget som relevant.

Når elever fra både naturvidenskabelige og ikke-naturvidenskabelige studieretninger kan sige at de som sådan godt kan se en relevans i faget, giver det en vis optimisme om at vi her har et fag som faktisk kan virke i forhold til hensigten. I hvert fald hvis man tager hensigten med faget som pålydende i bekendtgørelsen om at faget skal være en almindelig introduktion til naturvidenskaben som kan stimulere elevernes nysgerrighed. Samtidig viser resultaterne også at NV som fag ikke har nogen særlig rolle i elevernes endelige valg af studieretning. Så på trods af en synlig relevans for eleverne er det ikke noget der får dem til at ændre opfattelsen af dem selv i forhold til naturfagene.

En del af forklaringen på dette kan være elevernes praktiske møde med faget. Som vist er der en overvægt af elever der i det åbne kommentarfelt i spørgeskemaet henviser til at de har haft nogle meget lidt inspirerende forløb med deres lærere. Men på trods af overvægten i retning af de negative oplevelser er der stadig en del der beretter om yderst positive oplevelser. Det efterlader et indtryk af et fag som er meget

kontekstafhængigt i forhold til den enkelte lærer/de enkelte lærerpar og i forhold til det specifikke emne. Faget NV fremstår dermed som et fag hvor der er meget langt mellem elevernes opfattelse af intentionen med faget som almindennende og elevernes praktiske erfaringer med faget som kontekstafhængigt.

I de tidligere evalueringer af faget NV (tabel 1) fremgår det at undervisere og rektorer især finder den samfundsfaglige dimension af relevansen opfyldt i faget. Resultaterne fra denne undersøgelse viser at der måske ikke blandt eleverne er det store blik for sammenhængen mellem den personlige relevans og den samfundsmæssige relevans. I læreplanen for NV fremgår det netop at det er de to typer af relevans der er i fokus i NV, mens den erhvervsmæssige relevans kan være meget svær at få øje på. Når man sammenholder resultaterne af undersøgelsen med relevansmodellen i figur 1, tegner der sig et billede af at eleverne primært anskuer NV ud fra den personlige relevansdimension, og at lærere og gymnasier i ringe grad formår at gøre de andre relevansdimensioner tydelige for eleverne.

### *... og hvor skal NV så hen nu?*

I "Aftalen for styrkede gymnasiale uddannelser" (Undervisningsministeriet, 2016) fremgår det at NV fremover reduceres fra at være et halvårligt forløb til at være et forløb over tre måneder på 45 timer. På ministeriets hjemmeside er det nye, korte forløb beskrevet som:

"Eleverne skal først vælge studieretning i slutningen af grundforløbet, og det nye grundforløb skal derfor introducere eleverne til studieretningernes fagområder og fag samt de typer videregående uddannelser, som den enkelte studieretning er målrettet mod."<sup>1</sup>

I skrivende stund ligger der ikke en ny beskrivelse af faget NV til rådighed. Men udmeldingen fra ministeriet tegner et spor af at den meget svage dimension af erhvervsmæssig relevans i det eksisterende NV skal styrkes og tydeliggøres væsentligt for eleverne i NV's nye form. Samtidig forlyder det at dannelsesaspektet nedtones i forhold til det nuværende og går mere i retning af specifik faglig viden. Endvidere ser det ud til – i lighed med resten af reformen – at matematik skal have en mere fremtrædende rolle i NV. Netop dette samspil med matematik i forhold til de naturvidenskabelige fag har tidligere været efterlyst (Michelsen & Iversen, 2009).

En anden markant ændring er at karakteren fremadrettet får betydning idet den skal have en samlet vægt på 0,5 på eksamensbeviset. Hermed er et af de væsentligste ankepunkter i denne artikels undersøgelse samt tidligere evalueringer blevet imø-

1 <http://www.uvm.dk/Uddannelser/Gymnasiale-uddannelser/Gymnasieaftalen/Hovedemner/Kortere-og-mere-maalrettet-grundforloeb>, lokaliseret 29/11 2016.

dekommet. Samtidig lægges der i aftalen op til at der skal være væsentligt mere vejledning og feedback undervejs i NV-forløbet. I forhold til tilkendegivelse af fremtidig studieretning bliver denne nu erstattet af en vejledningssamtale sidst i grundforløbet. Set i lyset af den tidligere diskussion i denne artikel kan dette tolkes som et tiltag for at få flere studerende til at vælge naturfagene. Men igen er det gisninger baseret på tidligere politiske udmeldinger og tidligere evalueringer af NV.

Et aspekt som ikke fremgår eksplicit af vores undersøgelse, er graden af samspil mellem fagene. I de kommentarer som eleverne knyttede til spørgeskemaundersøgelsen, blev der ofte refereret til de enkelte fag, men ikke til samspillet mellem dem. Med karakterens betydning og den deraf øgede status af faget i kombination med inddragelsen af matematik ser vi nogle perspektiver i retning af at NV i den nye form ikke blot bliver en flerfaglig tematisk undervisning, men bevæger sig endnu mere i retning af en decideret tværfaglig undervisning (Ulriksen, 2001).

Der findes således i det nye NV allerede nogle rettelser af de svagheder eleverne har set ved faget i den "gamle" udgave. I kraft af at faget nu opnår status gennem vægtning af karakteren på eksamensbeviset, kan man også formode at nogle af de strukturelle svagheder som nogle elever fremhæver i denne artikels undersøgelser, vil blive taget vare på alene grundet fagets ændrede status.

Elevernes holdning til NV som den fremkommer i denne undersøgelse, synes at være et fag med uforløst potentiale inden for både den personlige og den samfundsmæssige relevans, mens den erhvervsmæssige relevans har været nærmest fraværende.

I den henseende kan det teoretiske apparat om relevans i tre dimensioner måske blive et fremtidigt værktøj til at anskue faget NV. Som det er nu, er der tendenser til at koblingen mellem disse tre former for relevans bliver taget mere eller mindre givet af undervisere og administrationen på gymnasierne, mens den er meget lidt synlig for eleverne. Et øget fokus på at sammenhængen ikke er givet, men at der er tale om tre forskellige dimensioner af relevans, kunne blive et udviklende skridt i retning af at forløse det potentiale som mange ser som uforløst i naturvidenskabeligt grundforløb.

## Referencer

- Andersen, H.M. (2014). Undervisning der motiverer – en undersøgelse af tværfaglig kemi og biologiundervisning på htx. *MONA, 2014(3)s. 30-48*
- Andersen, N.O., Busch, H., Horst, S. & Troelsen, R. (2003). *Fremtidens naturfaglige uddannelser: Naturfag for alle – vision og oplæg til strategi*. København: Undervisningsministeriet.
- Caspersen, S. (2012). Interesseudvikling gennem Nørddagsprojekt. *MONA, 2012(2) s. 7-22*
- Deci, E.L. & Ryan, R.M. (2002). *Handbook of self-determination research*. Rochester, University Rochester Press.

- Dillon, J. (2009). On Scientific Literacy and Curriculum Reform. *International Journal of Environmental and Science Education*, 4(3), s. 201-213.
- Dolin, J., Hjemsted, K., Jensen, A., Kaspersen, P. & Kristensen, J. (2006). *Evaluering af grundforløbet på STX*. Lokaliseret 6/2 2017 på Undervisningsministeriet: <http://www.uvm.dk/Uddannelser/Gymnasiale-uddannelser/Fag-og-laereplaner/Fag-paa-stx/Naturvidenskabeligt-grundforloeb-stx>
- EVA. (2009). *Det tekniske og naturvidenskabelige fagområde på htx og stx. Evaluering af fagområder 2008*. Lokaliseret 6/2 2017 på Undervisningsministeriet: <http://www.uvm.dk/Uddannelser/Gymnasiale-uddannelser/Fag-og-laereplaner/Fag-paa-stx/Naturvidenskabeligt-grundforloeb-stx>
- Guskey, T.R. (2002). Professional development and teacher change. *Teachers and Teaching: theory and practice*, 8(3), s. 381-391.
- Hsieh, H.-F. & Shannon, S.E. (2005). Three approaches to qualitative content analysis. *Qualitative health research*, 15(9), s. 1277-1288.
- Krogh, L.B. (2014). Jagten på den ultimative læringsressource. *MONA*, 2014(4), s. 80-84
- Likert, R. (1932). A technique for the measurement of attitudes. *Archives of psychology* 22, s. 5-55
- Michelsen, C. & Iversen, S.M. (2009). Samspillet mellem matematik og de andre fag i gymnasieskolen. Matematikfaget og reformen af de ungdomsgymnasiale uddannelser. *MONA*, 2009(2), s. 21-36
- Petersen, M.R. (2012). Interesseudvikling i naturfagene gennem faglig progression – En undersøgelse af samspillet mellem begrebsændringer og interesseudvikling i gymnasiets biologiundervisning. (Ph.d.) Odense, Center for Naturvidenskabernes og Matematikkens Didaktik, Syddansk Universitet
- Poulsen, J.R. (2011). *Evaluering af naturvidenskabeligt grundforløb, efterår 2011*. København: Undervisningsministeriet.
- Rambøll. (2006). *Holddannelse og studieretningsvalg efter gymnasireformen – en evaluering af de gymnasiale uddannelsers håndtering af studieretningsoprettelse og elevernes valg af studieretning*. København: Undervisningsministeriet.
- Rattray, J. & Jones, M.C. (2007). Essential elements of questionnaire design and development. *Journal of clinical nursing*, 16(2), s. 234-243.
- Ryan, R.M. & Deci, E.L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American psychologist*, 55(1), s. 68.
- Stuckey, M., Hofstein, A., Mamlok-Naaman, R. & Eilks, I. (2013). The meaning of 'relevance' in science education and its implications for the science curriculum. *Studies in Science Education*, 49(1), s. 1-34.
- Ulriksen, L.M. (2001). Det sociologiske perspektiv. I Held, F. & Olsen, F.B.: *Introduktion til pædagogik*. København: Frydenlund Academic.
- Undervisningsministeriet. (2008). *Statusrapport for naturvidenskabeligt grundforløb baseret på spørgeskemaundersøgelse og konference*. København: Undervisningsministeriet.

- Undervisningsministeriet. (2010). *Naturvidenskabeligt grundforløb – Stx: Vejledning / Råd og vink*. København: Undervisningsministeriet.
- Undervisningsministeriet. (2011). *Bekendtgørelse om uddannelsen til studentereksamen*. København: Undervisningsministeriet.
- Undervisningsministeriet. (2016). *Aftale mellem regeringen, Socialdemokraterne, Dansk Folkeparti, Liberal Alliance, Det Radikale Venstre, Socialistisk Folkeparti og Det Konservative Folkeparti om styrkede gymnasiale uddannelser*. Lokaliseret 07.02.2017 på Undervisningsministeriet: <http://www.uvm.dk/Aktuelt/~//UVM-DK/Content/News/Udd/Gym/2016/Jun/160603-Bredt-forlig-om-gymnasiereform>.
- Østergaard, L.D. (2014). Med videnskaben på tur – Dansk Naturvidenskabsfestival 2012 – Hvor motiverende er det at høre foredrag om lyn og torden? *MONA*, 2014(1), s. 7-26

### English abstract

*This investigation focuses on upper secondary students' perception of relevance and motivation concerning the mandatory course Basic Natural Science (NV) and puts these perceptions in perspective towards the structure for the course in the upcoming reform. We conducted a questionnaire survey among Danish students (n=2614) to clarify their perception of NV. The results show a generally more positive attitude among students with a study direction in science than among students with a non-science study direction. The results also show that many students do not find NV relevant but see an unredeemed potential which in time could make the course relevant.*

# Matematik og løfteperspektiver

## Et forskningsprojekt med udgangspunkt i lærernes didaktiske valg



Helle Mathiasen,  
IND, KU



Claus Seidelin Jessen,  
HF & VUC København Syd

**Abstract:** *Forskningsrapporter, Matematikudredningen, Forligsteksten om gymnasiereformen, Matematikkommissionen og Undervisningsministeriets statistikker fortæller om et fag med mange udfordringer. Undervisningsministeriet finansierede forskningsprojektet Elevforudsætninger og faglig progression, 2015-2016, i forbindelse med indsatsen om gymnasiernes løfteevne og elevernes socio-økonomiske baggrund. Resultatet af undersøgelsen viser bl.a. at skolernes gennemgående svar på problemer med at løfte elevernes matematiske niveau hverken er nyt indhold eller nye arbejdsformer, men primært niveaudeling efter faglige forudsætninger. Forskningsprojektet inviterer til fortsat diskussion og konkrete kompetenceudviklingstiltag hvad angår lærernes didaktiske kompetence, herunder indsigt i forskellige matematiklæringsteorier og brug af viden om den enkelte elevs matematikfaglige forudsætninger i forbindelse med den faglige progressionsindsats.*

## Indledning

Artiklen her tager afsæt i en bred vifte af publikationer (forskningsrapporter, fx Ebbensgaard et al., 2014; Mathiasen et al., 2010-2014; Winsløw et al. 2016), Matematikudredningen, Forliget om gymnasiereformen, dokumenter fra Matematikkommissionen og Undervisningsministeriets statistikker der de seneste år har bidraget til diskussioner af faget matematik, dets undervisningspræmisser og den flerhed af udfordringer som blandt andet forskellige elevforudsætninger har vist der bør sættes fokus på. Derefter følger en præsentation af et nyligt afsluttet forskningsprojekt der har fokuseret på *lærernes didaktiske tilgang til elevforudsætninger og faglig progression*. Temaet er således ikke fx screeninger i sig selv, men brugen af screeninger som ét værktøj blandt flere og med fokus på lærernes intentioner om at kunne understøtte den enkelte elevs faglige progression.

Tematiske nedslag i den empiriske undersøgelse diskuteres, og artiklen afsluttes med invitation til fortsatte udviklingstiltag og gentænkning af rammer for undervisningen i matematik.

## Matematik – et fag med udfordringer

En ny gymnasiereform er vedtaget i Folketinget og klar til at søsættes fra august 2017. Matematik har fået en helt speciel og opprioriteret status i arbejdet på grund af helt særlige problemer der har politikernes bevågenhed.

“Der er stor forskel på elevernes faglige niveau i matematik, og mange består ikke de skriftlige prøver ved eksamen – især de elever, der har matematik på B-niveau. Derudover har mange elever svært ved at anvende deres matematikfærdigheder i praksis. De oplever problemer, når de skal bruge matematikken på videregående uddannelse eller på jobbet. Derfor er forligskredsen enig om at igangsætte en særlig indsats for at skabe et bedre matematikfag i gymnasiet.”

(Forliget om gymnasiereformen, 3. juni 2016)

I forlængelse af forligsteksten fra juni 2016 blev der efterfølgende nedsat en matematikkommission der skulle give anbefalinger til et styrket matematikfag i gymnasiet:

“I sit arbejde har kommissionen fundet frem til tre temaer, som sammenfatter kommissoriets problemfelt.

- 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.

Kommissionen anbefaler, at disse tre fokuspunkter benyttes som gennemgående tematik i læreplanerne såvel som i det daglige arbejde på skolerne.”

(Matematikkommissionens rapport, 16. januar 2017)

Matematikkommissionen tematiserer også overgangsudfordringer fra grundskolematematik til faget i gymnasiet:

“Overgangsproblemer fra grundskole til gymnasiet sætter fokus på samarbejdet mellem lærerne i de to uddannelser. Her spiller grundforløbet en betydningsfuld rolle.

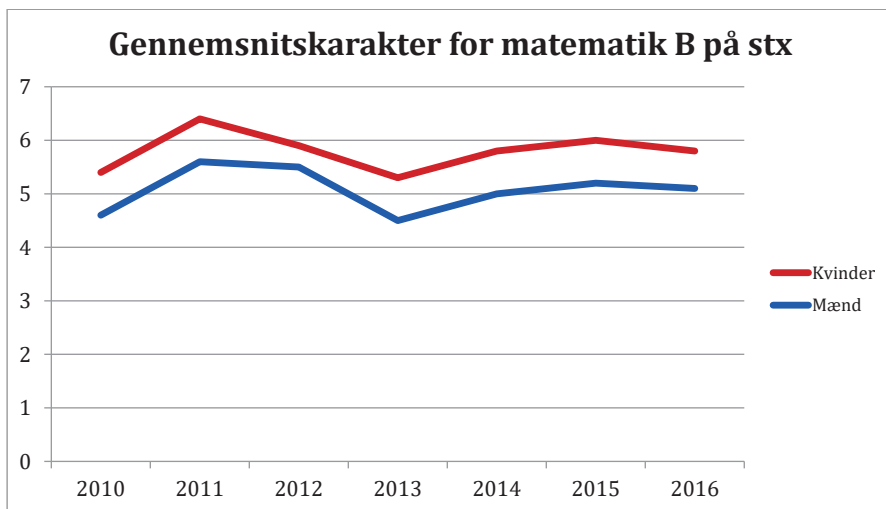
Styrkelse af lærerkompetencerne med vægt på matematikdidaktik sætter fokus på pædagogikum og efteruddannelsesinitiativer rettet mod udvalgte forhold for matematik – både de rent faglige forhold og angående elevernes motivation for og syn på faget i uddannelserne.”

(Matematikkommissionens rapport, 16. januar 2017)



Baggrunden for udpegning af faget matematik som særligt fokusområde er en række rapporter udsendt gennem de seneste år. Fx blev der i Matematikudredningen (B. Jessen et al., 2015) givet en analyse af matematikfaget. Her var konklusionen at lærerkorpsset i matematik for en stor dels vedkommende har en solid matematisk faglig ballast. Men der stilles spørgsmål til om den didaktiske uddannelse som lærerne får i pædagogikum, er tilstrækkelig. Der peges samtidig på den store udfordring som lærere oplever ved elevernes anvendelse af matematikprogrammet der gør en del af de nuværende matematikopgaver meningsløse, både set i en læringsmæssig og en evalueringsmæssig sammenhæng.

Talrige evalueringsrapporter fra Undervisningsministeriet om de skriftlige prøver i matematik i gymnasiet taler sit tydelige sprog. I de skriftlige prøver er der mange elever der klarer sig dårligt. Karaktergennemsnittene varierer noget fra år til år; samme variationsmønster ses for kvinder og for mænd. Figur 1 viser endvidere en kønsmæssig forskel. En stor del af eleverne opnår ikke det minimalt acceptable niveau i matematik B.

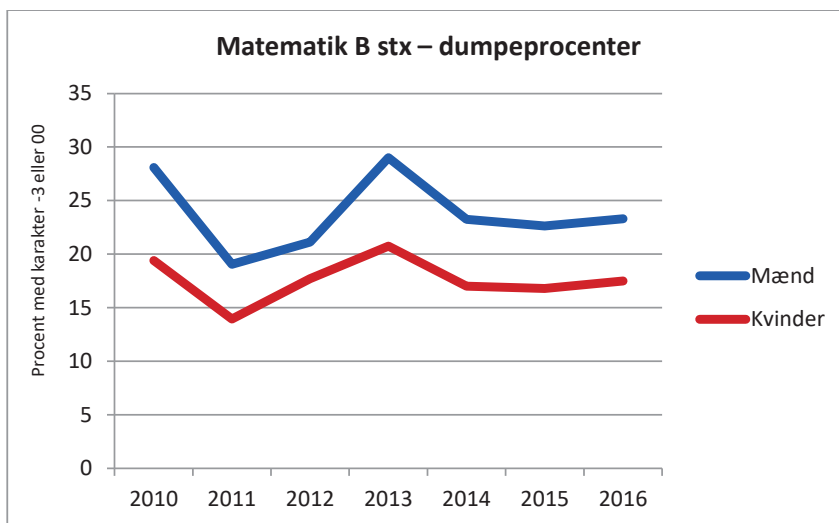


**Figur 1.** Karaktergennemsnit, matematik B, stx, kønsfordelt.

(Datavarehuset, Undervisningsministeriet, <https://www.uddannelsesstatistik.dk/>)

Ligeledes ses at dumpeprocenterne varierer, og at der også her er stor kønsmæssig forskel.

De høje dumpeprocenter har været en medvirkende årsag til det øgede fokus på faget og dets rammer og præmisser for elever og lærere.



Figur 2. Dumpeprocent, matematik B, stx, kønsfordelt.

(Datavarehuset, Undervisningsministeriet, <https://www.uddannelsesstatistik.dk/>)

At en del af problematikken skyldes overgangsproblemer i matematik fra folkeskolen til gymnasiet, viser rapporten *“Overgangsproblemer mellem grundskole og gymnasium i fagene dansk, matematik og engelsk”* (Ebbensgaard et al., 2014). Her beskrives det hvordan eleverne oplever overgangen i de tre fag fra folkeskolen til gymnasiet. I engelsk bemærker eleverne et fagligt løft, men de kan stadig genkende faget som de kender det fra folkeskolen. I dansk er det samme opfattelse; dog synes eleverne at genrebegrabet er nyt og fremmedartet. I matematik derimod beskriver eleverne at de oplever et møde med et helt nyt fag – et fag som de aldrig er stødt på tidligere. Fra matematiklærersiden oplever mange at et flertal af eleverne mangler de mest basale forudsætninger for at deltage i matematikundervisningen, hvorfor deres faglige udbytte af matematiktimerne, ifølge lærerne, bliver ringe. Samtidig oplever mange lærere at flere af deres elever går til matematikfaget uden nogen form for selvtillid og ikke har meget tiltro til at de faktisk kan knække koden til det “nye” fag på de gymnasiale uddannelser. Ifølge rapporten har mange elever opgivet faget på forhånd. Dette er en stor udfordring for matematiklærerne i gymnasiet/hf.

## Forskningsprojektet: Elevforudsætninger og faglig progression

I 2014 igangsatte Undervisningsministeriet et større udviklingsprojekt i fagene dansk, engelsk og matematik i de gymnasiale uddannelser. Her kunne skolerne søge om at deltage i et udviklingsarbejde med fokus på at løfte eleverne fagligt. Projektet udsprang af de målinger som Undervisningsministeriet hvert år foretager af skolernes løfteevne af

hængigt af elevernes socioøkonomiske baggrund. Ønsket var at udvikle strategier til at give større løfteevne (og måske at bryde den negative sociale arv som elevernes socioøkonomiske baggrund har for resultaterne opnået i gymnasiet). Rambøll fulgte udviklingsarbejdet med fokus på målinger af virkningen af de valgte tiltag på de deltagende skoler i forhold til elevernes resultater og oplevelser i perioden august 2015 til maj 2016 (Rambøll, 2016). Rambøll skulle altså afdække de synlige resultater af skolernes tiltag. I tilknytning til dette evalueringsprojekt afviklede en gruppe forskere i 2015-2016 et projekt, også finansieret af Undervisningsministeriet, hvor fokus var på *lærernes didaktiske valg* for at få eleverne løftet fagligt på baggrund af opnået indsigt i den enkelte elevs forudsætninger. Det forskningsmæssige fokus var således ikke på effektmåling og ikke på screeninger som teknik. Hensigten var udelukkende at undersøge de deltagende læreres *didaktiske valg* inden for de institutionelle rammer skoleprojekterne var underlagt (Mathiasen et al., 2016). Forskningsprojektet dækkede fagene engelsk, dansk og matematik, men her vil vi kun fremdrage konklusioner fra matematik.

Flere publikationer peger på at udfordringerne for matematiklærere i høj grad handler om et behov for almen- og fagdidaktisk nytænkning (fx Matematikkommissionens rapport, 16. januar 2017; Jessen et al., 2015). Ideen om "at gøre forskel" på eleverne ud fra deres faglige formåen er ikke ny (fx Vygotsky, 1978), og ideen er blevet betegnet med en vifte af forskellige betegnelser såsom personalisering, individualisering og differentiering, ofte med forskellige bagvedliggende didaktiske tilgange – og ofte (både i national og international litteratur) uden eksplicit skelnen mellem disse begreber (Mathiasen, 2016).

En del af litteraturen bruger ikke begrebet personalisering eller personaliseret læring, men anvender begreber som elevcentreret læring, differentiering og individualisering. Disse begreber bruges igen med forskellige tilgange. Begreber som undervisningsdifferentiering og elevdifferentiering er knyttet tæt til pædagogiske og didaktiske perspektiver og er udtryk for de muligheder og faldgruber der implicit kan ligge i begreber som personalisering, elevcentrering, individualisering og differentiering (Mathiasen et al 2016). I forskningsprojektet er begreberne undervisningsdifferentiering og elevdifferentiering brugt i analysen af den samlede empiri.

### *Projektets empiriske design*

Fokus er på lærernes initierende aktiviteter og deres planlægning og gennemførelse af undervisningen i faget matematik samt lærernes oplevelse af resultatet. Derfor handler forskningsprojektet om lærernes didaktiske arbejde med at koble viden om elevforudsætninger med målrettet planlægning af en undervisning der understøtter elevens faglige progression. Undervisningsministeriet har i samarbejde med forskningsgruppen valgt skoleprojekter på tolv skoler. Skoleprojekterne er blevet valgt ud fra skolernes projektansøgninger og med kriterier om repræsentation af forskellige

gymnasiale uddannelser, en vis geografisk spredning og det konkrete fokus på de på forhånd formulerede forskningsspørgsmål:

1. *Hvordan opnår lærerne indsigt i den enkelte elevs forudsætninger for at kunne deltage optimalt i og få størst muligt fagligt udbytte af undervisningen hvad angår den faglige, sociale og studiekompetencemæssige dimension?*
2. *Hvordan bruger lærerne denne viden når det gælder den enkelte elevs udvikling af faglig progression i deres konkrete fag?*

De to forskningsspørgsmål udsendtes til lærerne i god tid før der blev afholdt gruppeinterviews. Lærerne skulle besvare spørgsmålene skriftligt og sende svarene til forskerne før skolebesøget. De skriftlige lærerbesvarelser blev brugt som baggrundsmateriale i forbindelse med gruppeinterviewene. Udgangspunktet for interviewene var en semistruktureret spørgeguide hvor de to forskningsspørgsmål var udfoldet i underspørgsmål.

I den empiriske undersøgelse indgik yderligere undervisningsmaterialer, lære-revalueringsredskaber og andre dokumenter/medier der var blevet anvendt under skoleprojektet.

Spørgsmål til og interviews med lærerne er foregået i efteråret 2015 og foråret 2016. Her var mange af skoleprojekterne i gang eller lige igangsat. Derfor kunne lærerne ikke vurdere det endelige faglige løft af eleverne, men de kunne vurdere elevernes umiddelbare reaktion. Projektet handler således om en fokuseret beskrivelse af de deltagende matematiklæreres anvendelse af metoder til vurdering af elevforudsætninger og deres indsigt i brugen af mulige redskaber til at få den opnåede viden om elevforudsætninger i spil i undervisningen.

### *Undersøgelsesresultater*

Lærernes skriftlige svar er overordnet blevet tolket som et udtryk for at langt de fleste havde reflekteret over deres undervisning set i lyset af det skoleprojekt de deltog i. De skriftlige besvarelser viste dog ikke epokegørende nytænkning af praksis hvad angår de to stillede spørgsmål.

Projektskolerne har undersøgt elevernes faglige forudsætninger før de starter på undervisningen på det aktuelle matematikniveau, eller umiddelbart efter at de er startet på deres matematikforløb.

Det har primært været i form af faglig screening og i mindre grad i form af screening af personlige kompetencer. Enkelte skoleprojekter har gennemført personlige samtaler.

Udover at undersøge elevforudsætninger ved start på forløb har skoleprojekterne benyttet sig af informationer fra grundskolen – og nogle få skoleprojekter har løbende undersøgt elevernes forudsætninger og tilgange til faget gennem hele undervisnings-

forløbet. Lærerne har efterfølgende fulgt op på dette i deres daglige undervisning gennem løbende feedback.

I denne artikel er der sat fokus på konkrete tiltag der gennem deltagelse i skoleprojekterne giver nye perspektiver på undervisningspraksis, organiseringen af undervisningen og undervisningsindhold i matematikundervisningen.

Ved fastlæggelsen af elevernes forudsætninger har alle skolerne undersøgt elevernes faglige forudsætninger for at deltage i matematikundervisningen. Her er det primært de grundlæggende faglige færdigheder, herunder kendskab til regneregler og regnetekniske procedurer, samt viden om matematisk tankegang, abstraktion og generaliseringer der er undersøgt. To skoler har desuden undersøgt elevernes affektive tilgang til undervisningen ved at spørge til elevernes oplevelser, motivation, selvtillid mv. i forhold til matematik ud fra deres tidligere oplevelser med faget.

Forskningsprojektet har interesseret sig for hvordan lærerne udnytter denne viden til planlægning, gennemførelse og organisering af undervisningen. Undersøgelsen viser at der er markante forskelle i lærernes udmøntning af den indhentede viden om elevernes faglige forudsætninger. Nogle skoler organiserer fx undervisningsholdene på nye måder med niveaudelte hold og flerlærerbesætning for at afhjælpe de fundne problemer. Andre skoler ofrer særlig læreropmærksomhed på elever med problemer i matematik. Dette kan være en afdækning og afhjælpning af mangler i elevens faglige forståelse, og det kan være på et meget grundlæggende niveau, eller det kan være af mere personlig eller social karakter. En enkelt skole arbejder med indholdsmæssige ændringer i matematik som fag så eleverne møder et anderledes og lidt utraditionelt matematikfag. Enkelte skoleprojekter har et bredspektret fokus på flere elevforudsætningskategorier, også på elever med særlig gode matematikkompetencer.

Nogle af skoleprojekterne har fokus på dialog og vedholdende lærer-elev-samtaler, hvilket også tidligere forskningsprojekter har vist kan fremme ikke kun matematisk forståelse, men også opbygning af selvtillid og udvikling af motivation for faget (fx Mathiasen et al., 2014).

### *Grundskolekarakterer som pejlemærke*

I et af skoleprojekterne valgte man at tage udgangspunkt i elevernes præstationer fra folkeskolen. Udgangspunktet var at udvælge de elever der har opnået det laveste gennemsnit i karakter fra folkeskolens afgangsprøve. Disse elever blev i løbet af efteråret indkaldt til møder hvor lærer og elev brugte konkrete redskaber som skolen havde udarbejdet, til at understøtte elevens udvikling og fortsatte læreproces. Eksempelvis brugte lærerne og de udvalgte elever redskaber til at udvikle strategier der kunne øge motivation og arbejdsindsats med den hensigt at give eleverne mulighed for at lære det der kræves ifølge læreplanerne. Selve indsatsen begyndte for disse elever efter jul i studieretningsforløbet.

“Vi sætter mere spotlys på de udvalgte elever – sætter os ned og hjælper dem i deres arbejde med faget. [...]Det er svært at få en fornemmelse af, om man flytter noget. Eleverne skal ikke føle sig udstillet, så indsatsen skal være i en mindre skala.” (Mathiasen et al., 2016, s. 32)

Mange lærere gav udtryk for at de mangler tid til at kunne sidde med eleverne og via dialog få et indtryk af elevernes begrundelser for de valg de gør i forbindelse med fx løsning af en matematikopgave. Den sociale dimension i problematikken omkring elever der føler sig udstillede, er ligeledes et tema flere lærere gav udtryk for at de var optaget af. Social og faglig status i klassen tillægger de fleste elever stor vægt. Der er tale om et kompleks af årsager til den enkelte elevs valg og fravalg af deltagelse, hvilket inviterer til nye forsknings- og udviklingsprojekter med fokus på den kompleksitet der er observeret når både faglige, sociale og studiekompetencemæssige perspektiver er i spil.

### *Hvornår gøre forskel?*

I enkelte skoleprojekter vurderede lærerne at et fokus på de fagligt svage elevers personlige kompetencer var meget frugtbart i forhold til faglig progression i faget, men de oplevede også to store problemer. Det ene var at der gik flere måneder fra skolestart inden man fik taget fat på en læringsmæssig indsats for disse elever. En anden ulempe var at nogle af de udvalgte elever følte sig stigmatiseret af denne udvælgelse. De ville egentlig gerne selv bryde en negativ spiral opbygget i folkeskolen, og så oplevede de at de igen blev stemplet som problemelever.

Den konkrete indsats bestod oftest i at lærerne gav disse udvalgte elever en særlig opmærksomhed i undervisningen mens de var i deres egen klasse, og de fik ikke særskilt undervisning ved siden af den skemalagte undervisning i deres klasse. Lærerne var dog usikre på om det var de rigtige kriterier de havde brugt til udvælgelsen.

“Jeg er ikke sikker på, at mine elever er rigtigt udvalgt. Jeg har andre elever, der også burde have været udvalgt. I grundforløbet kan de komme efter det, så karakterer fra folkeskolen er nok ikke det rigtige grundlag. Eleverne føler sig måske “rykket tilbage.” (Mathiasen et al., 2016, s. 33)

Karaktererne fra grundskolen vurderes således ikke af lærerne som værende den eneste eller bedste “rettesnor”. Dette betyder så at lærerne selv inviterer til at feltet er mere komplekst end som så. Nogle lærere gav udtryk for at de står i et dilemma når de skulle udvælge de konkrete elever der skulle deltage i de konkret understøttende aktiviteter, og hvornår. Der er flere indikatorer der kunne være relevante. Med andre ord er lærerne i tvivl om deres vurderinger ud fra screeningerne da de giver udtryk

for at flere elever kan vise sig at have gavn af "skræddersyede" faglige aktiviteter og bearbejdning af personlige kompetencer.

Enkelte skoleprojekter valgte at inkludere et fokus på også at udvikle elevernes personlige kompetencer som fx vedholdenhed og tålmodighed. Disse temaer har stor betydning for elevens tilgang til undervisningen (fx Mathiasen et al., 2014; Mathiasen, 2016). Lærerne i dette forskningsprojekt brugte dog sjældent andet end de faglige kompetencer når de skulle planlægge og gennemføre deres undervisning. Enkelte projektlærere gav udtryk for at de "studiemæssige og de sociale kompetencer kommer 'automatisk', når de faglige kompetencer er på plads. Det var ikke kompetencer, der specifikt arbejdes med" (Mathiasen et al., 2016, s. 41). Både denne årsagssammenhæng og den omvendte, at de faglige kompetencer kommer "automatisk" når de studiemæssige og de sociale kompetencer er på plads, inviterer til fortsat udfoldelse og diskussion hvor også læringsteoretisk indsigt kunne være en vigtig indgang til at kvalificere diskussionen om "hønen og ægget".

### *Forskellige fagsyn*

Forskelle i tilgangen til og erfaringer med matematik som fag i folkeskolen og i gymnasiet kan være en udfordring for såvel lærere som elever. En lærer fortalte at de ikke samarbejdede i brobygning med folkeskolen fordi forskellen på matematik der og i ungdomsuddannelserne er "alt for store" til at det vil give mening. Også gymnasielæreres eventuelle manglende kendskab til selve indholdet af undervisningen i folkeskolen og viden om elevernes matematiske færdigheder og kompetencer opnået i folkeskolen kan være et problem, så gabet mellem de to skolesystemer giver unødigt store udfordringer.

"de (eleverne) kan jo godt se, at det er på en anden måde end de har været vant til, og så har vi noget omkring præcision, vi forventer, at vi kan tale om matematik på en helt anden måde end de er vant til. [...], i folkeskolen er det nok, hvis du har det rigtige resultat – hele det sproglige omkring matematikken, vi stiller nogle ret høje krav, er det gået op for mig – det var nyt for mig, og det tror jeg, det er for rigtig mange, så jeg tror der ligger rigtig meget løfteevne i også at være bevidst om hvad er det de kommer med." (Mathiasen et al., 2016, s. 34)

Udover at matematiklærere i gymnasiet skal have mulighed for at tilegne sig en større viden om hvad deres elever kommer med fra grundskolen, er en pointe at matematiklærere i gymnasiet skal vide mere om hvordan de laver et undervisnings- og læringsmiljø hvor tryghed er et fundament, og at matematiklærere i gymnasiet har øje for at bruge den matematikviden og kunnen som eleverne kommer med fra grundskolen (fx Winsløw et al., 2016).

## *Holddeling, hvordan?*

Et af skoleprojekterne inkluderede alle valgholdene i matematik B på 2. årgang. Eleverne på disse valghold havde alle haft matematik C i 1. g og havde valgt at hæve faget til matematik B i løbet af 2. g. Valgholdene blev dannet ud fra årskaracteren som eleverne opnåede i mat C i 1. g. Holddelingen resulterede i at skoleprojektet samlede de elever der havde de laveste karakterer (karakter på 4 eller derunder) på et særligt hold. Resten af eleverne fordeltes på de andre hold. På denne måde tilrettelagde lærerne en niveaudelt undervisning i to niveauer. Grunden til dette var et ønske om at fjerne “forstyrrende og tidsrøvende elementer” (de fagligt svage elever og elever med en mindre konstruktiv tilgang til deltagelse i matematikundervisningen) fra klasserne så resten kunne få en bedre undervisning. Ifølge lærerne blev arbejdsklimaet på de øvrige hold meget bedre, og eleverne kunne lære mere idet klassekulturen ændrede sig da de elever der var tilbage, alle “ville” faget. Lærerne gav udtryk for stor tilfredshed med ordningen fordi de oplevede at niveaudelingen styrkede læringen hos flertallet af eleverne og gav lærerne bedre arbejdsvilkår. Dette gjaldt dog ikke holdet med de fagligt svage elever. Her vurderede læreren eleverne som uinteresserede og langt fra læringsparate, og dermed adresseres både “fagligt svage” og “tilgang til undervisning”. Denne holddelingspraksis inviterer til spørgsmål om “de svage” er tænkt i en form for “parkering” uden brug af specifikke læringsunderstøttende aktiviteter, eller om der er tænkt i specifikke pædagogiske/didaktiske tiltag for denne gruppe, med andre ord, om der er tale om elevdifferentiering mere end en intention om undervisningsdifferentiering. Begge differentieringsprincipper tager udgangspunkt i at gøre forskel på baggrund af viden om elevforudsætninger. Er intentionen at alle skal have mulighed for at nå samme læreplansfastsatte mål, men at vejen til at nå målet kan være forskellig i relation til de specifikke elevforudsætninger, handler det om begrebet undervisningsdifferentiering. Er intentionen også at gøre forskel på opfyldelse af de læreplansfastsatte mål, tales om elevdifferentiering (Mathiasen et al., 2016, s. 7f).

Lærernes erfaringer med selektion efter fagligt niveau var positive i den forstand at fokus kunne fastholdes på faglige matematikaktiviteter.

De tre andre holds elever har et fokus på matematik, og den negative effekt som visse grupper elever kan have på stemning, motivation osv. i klassen er mindsket, ved at udskille elever på 4 og derunder til et særhold [...]

stemningen er ikke, at vi har det hyggeligt, men en faglig stemning, at vi er faglige, det løfter noget. Det hjælper, at vi har skilt nogen ud, der kan ikke sætte en anden dagsorden.” (Mathiasen et al., 2016, s. 35)



“Stemningen” i klassen og betydningen af elevattitude og -adfærd i forhold til motivationen og fagligt fokus tematiseredes af flere lærere. Interessant er det endvidere at det er muligt for elever der ikke deltager i undervisningen som lærerne intenderer, at “sætte en anden dagsorden”. Der ligger nogle grundlæggende problemstillinger i denne observation hvor et hovedfokus er på henholdsvis læreres og elevers præmisser, tilgange, attituder og præferencer for deltagelse i undervisningen. En granskning af dette felt synes meningsfuld ud fra et praksis- og forskningsmæssigt perspektiv. Holdet med elever der havde opnået karakteren 4 eller derunder, fik ikke stort fagligt udbytte af undervisningen og blev af læreren opfattet som en belastning.

“Selvom jeg kun underviste i halvdelen af pensum, ville de ikke lære det. De er så langt fra målskiven, at jeg kunne sidde og løse 2. gradsligninger et år, uden de lærte det ... De helt svage er umulige at løfte til det niveau, der kræves til den skriftlige eksamen.”  
(Mathiasen et al., 2016, s. 35)

Disse betragtninger fra lærerne på denne skole fortæller om store udfordringer for matematikfaget, for matematiklærere og for eleverne.

### *Faglig screening, hvornår og til hvad?*

Et skoleprojekt valgte at lave en faglig screening af eleverne umiddelbart efter skolestart. I screeningen blev eleverne yderligere spurgt om deres holdning til matematik og tidligere oplevelser med matematik. Skoleprojektet inddelte eleverne i tre niveauer: et talenthold for de dygtigste, et hold for de middelgode elever og et “luksushold” for de svageste. Luksusholdet havde to lærere sat på i hvert modul. Denne inddeling blev foretaget alene ud fra den faglige del af prøven, mens screeningen af holdninger ikke indgik og ikke blev brugt i holdenes opdeling og undervisningens tilrettelæggelse. Perspektivet på luksusholdet giver nedenstående citat et billede af:

“[ ] de skal jo igennem matematikfaget på hf, og jo højere de kommer op fagligt, så får de måske 0 i stedet for -3 og når de opdager at de kan noget, så har jeg oplevet, at de går fuldstændig amok, og så oplever de svage, at de alligevel kan noget matematik.”  
(Mathiasen et al., 2016, s. 35)

Læreren der tematiserer elevernes oplevelse af faglig succes, har undervist de “svage” elever på skolen og har konsekvent forsøgt at løfte eleverne ved at organisere “rum for succesoplevelser i matematik”.

Eleverne fik lov at flytte mellem de tre niveauer, og denne mulighed blev brugt af mange af dem. Lærernes indtryk var at eleverne skiftede niveau mere ud fra hvem de gerne ville være sammen med af klassekammeraterne, end ud fra deres faglige

forudsætninger for at deltage i undervisningen, hvilket også er tankevækkende set i relation til elevtilgange til faget og prioritering af den sociale dimension som fylder mere hos en del elever.

Målet med den screeningsbaserede niveaudeling var at kunne tilrettelægge undervisningen på hvert niveau forskelligt så den faglige dybde inden for hvert emne afhang af det niveau som holdet var på. Dette betød at på hvert niveau kunne man tilrette undervisningen med en mindre spredning i abstraktionsniveau. På luksusholdet var målet alene at undgå dumpekarakterer, og undervisningen tilrettelagdes meget instrumentelt på færdigheder i at kunne løse de nemmeste opgaver i et opgavesæt. Samtidig fik de fagligt svagere elever på luksusholdet mere plads til at kunne stille de spørgsmål som de havde brug for på netop deres niveau. Ifølge lærerne var elevernes faglige hierarki, sociale roller og personlige opfattelser i mindre fokus i den niveaudelte undervisning. Det betød at eleverne nemmere kunne finde sig til rette på alle tre niveauer uden at tænke på faglige forskelle, men oplevede en tryghed, hvilket lærerne vurderede som frugtbart for elevernes mulighed for at tilegne sig de konkrete matematiske færdigheder.

Eleverne på talentholdet fik stort udbytte af niveaudelingen fordi de, ifølge lærerne, kunne få en undervisning der matchede deres niveau og interesse.

“Sidste år droppede alle de dygtige ud ved juletid og skiftede skole angiveligt på grund af for meget uro og for lavt fagligt niveau, og fordi de gerne ville have en god eksamen, men det er ikke mit indtryk på talentholdet nu. I år arbejder de seriøst.” (Mathiasen et al., 2016, s. 36)

Når lærerne pointerer at de dygtige elever ikke dropper ud efter at holdene er blevet målrettet i forhold til elevforudsætningerne, tyder det på vigtigheden af at eleverne kan se meningen med at deltage i undervisningen, at de oplever faglig progression, og at det foregår på netop deres niveau (Vygotsky, 1978). Det at kunne se en mening med deltagelse kan således have en flerhed af baggrundsparemetre (fx Bandura, 1994; Skaalvik & Skaalvik, 2007).

I et andet skoleprojekt blev der også gennemført en faglig screening på de deltagende hold i projektet og spurgt til elevernes holdninger til matematik. Ud fra disse screeninger foretog man periodevis opdelinger af klasserne. I perioder var eleverne i deres oprindelige klasser, og i perioder blev de undervist på niveaudelte hold.

Relationen mellem elever og lærere har stor betydning for muligheden for at understøtte læring og for læringsudbytte. Tillidsskabende miljøer hvor det at turde fejle ses som en kompetence, har i andre gymnasieprojekter vist sig som en frugtbar vej. “Learn to fail or you will fail to learn”, som en lærer udtrykte sin tilgang til både lærerarbejdet og til et frugtbart undervisnings- og læringsmiljø (Mathiasen et al., 2014, s. 35).

Erfaringerne fra flere af skoleprojekterne tematiserer netop “tryk stemning”, periodevis niveaudeling og gode elev-lærer-relationer som havende en positiv effekt på elevernes tilgang til undervisningen.

Den periodevise niveaudeling virkede ifølge lærerne efter hensigten i dette skoleprojekt, men der var organisationsmæssige udfordringer forbundet med de periodevise niveaudelinger. Dels skulle eleverne forholde sig til en ny lærer (og vice versa) på det nye hold, og dels skulle eleverne nu være sammen med nye kammerater. Det sociale aspekt blev i den forstand eksponeret som en vigtig parameter. Lærerne vurderede at periodevis opdeling var en fordel da det var nemmere at ramme en større del af elevernes niveau, men at det kunne være vanskeligt at koordinere med de andre matematikhold for alle hold skulle helst være nogenlunde samme sted tematisk når holdene skiftede. Organiseringer ud fra faglige kriterier fandt lærerne konstruktive, men det øgede kompleksiteten i hverdagen, hvilket de oplevede som en udfordring:

“På den ene side har det været fedt, at vi tre lærere har samarbejdet. Omvendt er man også bundet op på, at man skal følges ad. Undervisningen bliver et fælles ansvar i stedet for et individuelt ansvar. Det er lidt farvel til den privatpraktiserende lærer, og det er en pointe.” (Mathiasen et al 2016, s. 37)

Citatet kan tolkes som et udtryk for det frugtbare i at kunne samarbejde om undervisningen i matematik og nytænke organiseringen og samtidig have øje for udfordringen i denne form for undervisningsorganisering.

Et gennemgående tema er pointen om at fagligt svage hold med fordel skal være små. Det giver større mulighed for eleverne til at undersøge deres faglige forståelse og lærerne til at konstruere et billede af elevernes faglige forståelse/misforståelse (Mathiasen, 2008).

Flere lærere på tværs af skoleprojekterne giver udtryk for at det giver mulighed for oplevelse af tryk for eleverne at måtte spørge om alting, og at der er tid til spørgsmål og svar. Lærerens mulighed for at bruge tid på hver elev anså lærerne som en mulighed for at give eleverne et løft.

“Det er helt vildt dejligt at se, hvordan eleverne er aktive og rækker hånden op på de niveaudelte hold. Det skal de blive ved med, når de skifter tilbage til deres rigtige klasse. Det skal vi til at se nu. Og det er der, forsøgets succes faktisk ses.” (Mathiasen et al., 2016, s. 37)

Citatet inviterer til nye forskningsprojekter hvor fokus er på hvilke rammer der skal til for at alle eleverne kan fortsætte med at “række hånden op”. Igen et kompleks felt hvor mange parametre er i spil, ikke mindst lærerens ageren i forhold til elevernes kommunikation og handlinger.

### *Fagligt niveau eller undervisningsform som selektionskriterium?*

Et af skoleprojekterne valgte at de niveaudelte hold blev organiseret i nye hold med udgangspunkt i elevernes ønske om en specifik undervisningsform. Holddelingen var ikke ud fra fagligt niveau, men ud fra elevernes præferencer i forhold til undervisningsformen.

Eleverne fik tre muligheder: 1) En lærer gennemgår stoffet og opgaveeksempler på tavlen, 2) gruppearbejde med selvstændigt arbejde med et matematisk emne, 3) for elever der erkendte at de ikke kunne tage sig sammen og komme i gang med det faglige arbejde. Denne tredje holdvalgmulighed blev ikke oprettet da der kun var en elev der valgte denne mulighed, hvilket ikke nødvendigvis er opsigtsvækkende. Elever kan meget vel tænke strategisk, og det kan være afgørende for hvor åbne de har lyst til at være i forhold til at informere om egen vurderingen af deres tilgang til undervisning i matematik.

Lærernes erfaringer var at eleverne havde præferencer for en bestemt undervisningsform, men oplevede så at de ved at deltage i en anden undervisningsform fik en indsigt og oplevelse af at de faktisk kunne få noget ud af forskellige undervisningsformer. Variation i undervisningsformer er blevet undersøgt indgående i tidligere forskningsprojekter hvor det at variere bl.a. undervisningsformer af langt de fleste elever blev vurderet som vigtigt når de skulle beskrive den gode undervisning (fx Mathiasen et al., 2010-2014).

### *Emne som differentieringsperspektiv*

Differentiering af eleverne i forhold til det konkrete emne blev i et skoleprojekt et omdrejningspunkt. Hvert emne blev således tilrettelagt på forskellige niveauer, og eleverne arbejdede differentieret med samme emne:

“Jeg har i starten af hvert emne opdelt emnet i niveauer. Eleverne er blevet gjort opmærksomme på, hvad man skal kunne for at være på et bestemt niveau. Jeg har løbende testet eleverne i, hvilket niveau de har opnået, og taget individuelle samtaler om, hvad der skal til for at løfte dem op på et højere niveau. [...]og jeg har kunnet holde eleven op på de indbyrdes aftaler vi har indgået – aftaler om, hvad den enkelte elev har kunnet gøre for at komme op på et højere niveau.” (Mathiasen et al., 2016, s. 38)

Skoleprojektet havde yderligere haft fokus på elevernes selvtillid til matematiske færdigheder:

“Eleverne er bange for at vise de er dårlige, bange for at opleve nederlag. Derfor har en af lærerne ikke givet karakterer i den første lange periode, og har forsøgt at få eleverne til sige “jeg tror på jeg kan”.” (Mathiasen et al., 2016, s. 38)

Citatet indeholder flere gode temaer til diskussion, men karaktertemaet er et aktuelt tema i de gymnasiale uddannelser hvor stadig flere skoler har fået erfaringer med karakterfri perioder (fx EVA, 2016). Udfordringen omkring karaktergivning er et væsentligt tema der er mangefacetteret, og som p.t. har stor bevågenhed.

I dette projekt havde læreren taget udgangspunkt i nytænkning af det faglige indhold.

“Det har også betydet, at undervisningsaktiviteterne har handlet om alt – at måle, veje fysiske ting, arme, fødder og derefter sætte matematiske grundbegreber/mål, decimaler, forkortning, relationer osv. i spil.” (Mathiasen et al., 2016, s. 38)

I stedet for fagets abstrakte tilgang gjorde læreren gennem forskellige aktiviteter stoffet mere konkret for eleverne. Læreren brugte den matematiske viden eleverne havde fra grundskolen, og meget mindre den gymnasiale matematikfaglighed med dens formalistiske tilgang, hvilket gav eleverne en oplevelse af en faglig formåen der var værd at bygge videre på.

### *Elever med en flerhed af udfordringer*

Et skoleprojekt havde særligt fokus på elever fra såkaldte gymnasiefremmede hjem.

“I vores gruppe har vi fokuseret på at støtte eleverne fra en gymnasiefremmetbaggrund i at skrive og læse og få teksten pillet i stykker, for mange af vores ikke gymnasienære elever i de naturvidenskabelige fag har brug for hjælp til at strukturere og få opgaverne opdelt i mindre enheder[...]De er matematisk ret dygtige elever, men de kan ikke overskue komplicerede problemstillinger.” (Mathiasen et al., 2016, s. 39)

Det at kunne læse en tekst, forstå en opgave og kunne reducere kompleksiteten i teksten ved at dele den op i mindre enheder har været et fokus for dette projekt hvor der blev arbejdet målrettet med elevernes formuleringsevne i de skriftlige opgaver.

“Altså det der med at formulere sig – jeg har udviklet en rettenøgle til mine elever i forbindelse med afleveringer, og så skriver jeg eksempelvis, at denne gang lægger jeg især vægt på at de kan formulere det og det i forbindelse med opgaven.” (Mathiasen et al., 2016, s. 39)

Det at læreren helt konkret fortæller hvad der lægges vægt på i opgaven, og dermed eksplicit angiver forventninger til eleven, kan reducere kompleksiteten for eleven, som derved på et informeret grundlag kan arbejde med opgaven.

I et andet skoleprojekt har lærerne set den omlagte skriftlighed som en mulighed for øget dialog med eleverne. Lærerteamet havde yderligere udviklet forskellige værktøjer

som lærere kunne bruge bl.a. i deres feedback til eleverne og deres teamsamarbejde om klassen.

“[...] jeg har haft langt flere timer sammen med eleverne. [...] flere timer på evalueringer og samtaler med eleverne. Her har jeg fokuseret på det sociale i højere grad, end det har været tilfældet for mine andre hold, hvor der hovedsageligt har været fokus på det rent faglige. Lærerne i klassen har desuden udarbejdet et klassekort, hvor vi har noteret hvert enkelt elevs sociale og faglige standpunkt [...]Desuden har de ekstra timer givet mulighed for, at jeg har kunnet fokusere på få elever i længere tid samt at give dem mere og bedre feedback. Det har også været muligt at give de gode elever større udfordringer, [...]” (Mathiasen et al., 2016, s. 39)

Lærernes samarbejde om den enkelte elevs faglige og sociale progression har haft betydning for elever på forskellige faglige niveauer, og samtidig har det givet lærerne mulighed for at inddrage den sociale dimension i kommunikationen med eleverne.

Tid som knap ressource gentages af mange lærere som en væsentlig pointe i de forskellige skoleprojekter og med et konkret fokus på muligheden for at støtte elevernes faglige udvikling.

## Opsamling og perspektivering

Niveaudelt undervisning er langt de fleste skoleprojekters svar på problemet med at løfte de fagligt svage elever, midtergruppen og de fagligt stærke elever. Niveaudeling fremføres af mange lærere som et middel til bedre at kunne tilrettelægge og gennemføre en undervisning der rammer det niveau som mange af eleverne på holdet repræsenterer, i modsætning til undervisning på almindelige hold hvor niveauspredningen næsten kan umuliggøre planlægning og gennemførelse af undervisningen i matematik. Yderligere fremfører lærerne at niveaudeling giver dem mulighed for at kommunikere med den enkelte elev i større omfang og dermed få et større indblik i elevens udfordringer og faglige progression.

Placeringen af elever på de forskellige niveauer foretages oftest via faglige screeninger/test. Enkelte skoler har undersøgt elevernes holdningsmæssige forhold til matematik og elevernes selvopfattelse af egne evner i matematik. Fokus har dog været på elevernes matematikfaglige formåen. Få skoler har spurgt til elevernes sociale og studiemæssige kompetencer, og disse informationer er ikke blevet brugt i nævneværdig grad i forbindelse med undervisningsplanlægning, -gennemførelse og -evaluering, ifølge lærerne. Nogle lærere begrundet dette med manglende viden om sociale og studiekompetencemæssige dimensioner, og en del lærere pointerer at den fagfaglige dimension er deres fokus.

Niveaudeling er grebet an på forskellig vis i de enkelte skoleprojekter; nogle har fx valgt kortere perioder, andre længere perioder, og nogle få har gennemført niveaudelt undervisning gennem et helt skoleår. Disse niveaudelingsbeslutninger inviterer til fortsat diskussion af mulige konsekvenser ved at planlægge og gennemføre undervisning ud fra henholdsvis et elev- og undervisningsdifferentieringsprincip.

Den uddannelsespolitiske intention om at stort set alle på de gymnasiale uddannelser skal gennemføre matematik på B-niveau, kan i lyset af en praksis der benytter niveaudeling med en væsentlig toning i retning af elevdifferentiering, betragtes som vanskelig at realisere.

På nogle skoler har lærerne brugt observationer fx i forbindelse med gruppearbejde, elev-lærer-samtaler og elevessays (fx "Hvor ser du dig selv om 10 år") til at få viden om den enkelte elev.

Blandt nogle af de deltagende lærere er der en oplevelse af at fagligt svage elever i matematik ikke kun mangler grundlæggende faglige færdigheder, men også har brug for et undervisnings- og læringsmiljø hvor de kan udvikle den selvtillid og tro på egen faglige formåen som kræves for at gå i gang med de faglige udfordringer. Få lærere giver udtryk for at når de faglige kompetencer er på plads, kommer de sociale og studiemæssige kompetencer af sig selv, hvilket er begrundelsen for udelukkende at fokusere på elevernes faglige niveau. Denne tilgang til udvikling af elevens faglige kompetenceudvikling harmonerer ikke med forskningens pointering af vigtigheden af at et undervisnings- og læringsmiljø skal være præget af trygge rammer. Den individuelle og den sociale dimension er gensidigt afhængige af hinanden (Luhmann, 2006), og udvikling af de studiemæssige kompetencer kobler sig til begge disse dimensioner i et kompleks af faktorer (fx Danmarks Evalueringsinstitut, 2011).

Skoleprojekterne præsenterer tilsammen en vifte af ideer og konkrete aktiviteter i undervisningen hvor nytænkning af undervisningsorganisering og -former samt læringsressourcer og aktiviteter er i spil. Et enkelt skoleprojekt har haft fokus på nytænkning af det faglige indhold. Specielt i den indledende matematikundervisning har det vist sig at det skoleprojekt der har tænkt i ændret indhold, har oplevet færre overgangsproblemer fra folkeskolematematik til matematikfaget i de gymnasiale uddannelser. Undersøgelsen viser at prøveform er afgørende for lærernes tilgang til undervisningen. "Det handler om teaching for the test" (Mathiasen et al., 2016, s. 40), som en lærer udtrykte sammenhængen mellem undervisningsplanlægning/-gennemførelse og prøveform.

En enkelt lærer fremhæver elevernes mestringsoplevelser som et "fantastisk virkemiddel" til at løfte de svage elever i matematik. Derfor anvendte denne skole niveaudeling som instrument til at skabe mestringsoplevelser også for de svage elever. Undersøgelsen viser at inddragelse af konkrete motivationsovervejelser ikke er en vægtig del af lærernes didaktiske tænkning. Endvidere viser projektet at lærerne



bruger de redskaber som de kender, nemlig faglige screeninger, i deres arbejde med at afdække elevernes forudsætninger for at deltage i undervisningen. Mens elevernes personlige og sociale kompetencer indgår i få tilfælde i inddelingen af eleverne.

Overgangen fra folkeskole til gymnasiet i matematik er en stor udfordring som "bør løses hurtigt", som enkelte lærere formulerer det. Dette indebærer at en viden om folkeskolens mål og afdækning af omfanget af elevernes opfyldelse af disse mål undersøges af den enkelte lærer.

Ideelt set må fagopfattelsen, som udmøntes i den form faget præsenteres på, og det konkrete faglige indhold i gymnasiets matematikundervisning også indgå i lærernes overvejelser i forbindelse med planlægning af de enkelte undervisningsforløb. Ingen af de deltagende skoler har arbejdet specifikt med fagopfattelsen, og kun en enkelt har planlagt med et ændret og utraditionelt fagligt indhold i begynderundervisningen. Lærernes opfattelse af matematik som fag er således meget robust. Selve tanken om faglig progression både abstraktionsmæssigt og med hensyn til meningsindhold for eleven er ikke fremtrædende i forskningsprojektets interviews med lærerne.

I interviewene fremgår det at måling af løfteevne ud fra elevernes opnåede eksamensresultater fremmer en didaktisk tilgang til matematik som et fag hvor "teaching for the test" er en levedygtig logik. Prøveindhold og -form har betydning for lærerens didaktiske beslutninger, og når flere lærere vælger denne tilgang til tilrettelæggelse og gennemførelse af deres undervisning, handler det om at lærere ser eksamensresultater som en afgørende parameter i deres undervisning. Samtidig giver flere lærere udtryk for at de ønsker at præsentere et fagligt interessant og relevant fag for eleverne.

Projektet har ikke haft som intention at skulle frembringe generaliserede konklusioner ud fra det relativt inhomogene casemateriale. Casestudiet peger på fagets udfordringer, både i forhold til lærernes tilgange til fagets identitet, fagets indhold og de strukturelle præmisser undervisningen er underlagt. Forskellige elevforudsætninger, spredningen af fagligt niveau, elevernes forskellige personlige og sociale kompetencer kræver en didaktisk robusthed og dermed en invitation til udvikling af lærernes didaktiske kompetencer i bredeste forstand.

## Referencer

- Bandura, A. (1994). Self-efficacy. I: V.S. Ramachaudran (red.), *Encyclopedia of human behavior* (Vol. 4, pp. 71-81). New York: Academic Press. (Reprinted in H. Friedman (Ed.), *Encyclopedia of mental health*). San Diego: Academic Press, 1998.
- Danmarks Evalueringsinstitut (2011). Studiekompetence, Pejlemærker efter 2. gennemløb af gymnasiereformen. Kbh.: EVA.
- Danmarks Evalueringsinstitut (2016). *Karaktergivning i gymnasiet*. Kbh.: EVA.

- Ebbensgaard, A., Jacobsen, J.C. & Ulriksen, L. (2014). *Overgangsproblemer mellem grundskole og gymnasium i fagene dansk, matematik og engelsk*.  
[http://www.ind.ku.dk/publikationer/inds\\_skriftserie/2014-37/Rapportudkast\\_\\_Endelig\\_\\_v2\\_web2.pdf](http://www.ind.ku.dk/publikationer/inds_skriftserie/2014-37/Rapportudkast__Endelig__v2_web2.pdf).
- Jessen, B., Holm, C. & Winsløw, C. (2015). Matematikudredningen: Udredning af den gymnasiale matematiks rolle og udviklingsbehov.  
<http://www.ind.ku.dk/projekter/matematikudredning/>.
- Luhmann, N. (2006). *Samfundets uddannelsessystem*. Kbh.: Hans Reitzels Forlag.
- Matematikkommissionens rapport (2017). Undervisningsministeriet. (<http://www.uvm.dk/Uddannelser/Gymnasiale-uddannelser/~UVM-DK/Content/News/Udd/Gym/2017/Jan/170116-Anbefalinger-skal-styrke-matematikundervisningen-i-gymnasiet>).
- Mathiasen, H., Ingerslev, G.H., Jessen, C.S. & Jacobsen, J.C. (2016). *Elevforudsætninger og faglig progression, Forskningsprojekt 2015-2016*. UVM.
- Mathiasen, H. (2016). Personalisering i dagtilbud og uddannelsessystemet. I: Nielsen, J.A. *Litteraturstudium til arbejdet med en national naturvidenskabsstrategi*.
- Mathiasen, H. (2016). Vedkommende undervisning- for hvem? Deltagererfaringer fra it-udviklingsprojekter – et elevperspektiv, Kbh: Københavns Universitet, Institut for Naturfagernes didaktiks skriftserie, nr 45.
- Mathiasen, H. et al. (2014). *Innovative kompetencer og fleksibel organisering af undervisningen, 2012-2014*.  
<http://www.emu.dk/sites/default/files/Innovative%20kompetencer%20og%20fleksibel%20organisering%20af%20undervisningen%20endel....pdf>.
- Mathiasen, H. et al. (2011, 2012, 2013, 2014). *Undervisningsorganisering, -former og -medier på langs og tværs af de gymnasiale uddannelser*.  
[http://www.emu.dk/sites/default/files/Hovedrapport\\_2012.pdf](http://www.emu.dk/sites/default/files/Hovedrapport_2012.pdf)  
[http://www.emu.dk/sites/default/files/HOVEDRAPPORT\\_2013\\_ONLINE.pdf](http://www.emu.dk/sites/default/files/HOVEDRAPPORT_2013_ONLINE.pdf)  
<http://www.emu.dk/sites/default/files/Hovedrapport2014.pdf>.
- Mathiasen, H. (2008). Is There a Nexus between Learning and Teaching?: Communication as a Facilitator of Students' Knowledge Construction. I: Clive H. & Nygaard, C. *Understanding Learning-Centred Higher Education*. Kbh.: Copenhagen Business School Press.
- Ministeriet for Børn, Undervisning og Ligestilling, MBUL (2016). *Aftaleteksten af 3. juni 2016 Aftale mellem Regeringen, Socialdemokraterne, Dansk Folkeparti, Liberal Alliance, Det Radikale Venstre, Socialistisk Folkeparti og Det Konservative Folkeparti om styrkede gymnasiale uddannelser*. <http://www.uvm.dk/Aktuelt/~UVM-DK/Content/News/Udd/Gym/2016/Jun/160603-Bredt-forlig-om-gymnasireform>.
- Rambøll (2016). *Socioøkonomiske referencer og skolernes løfteevne*. <http://www.emu.dk/modul/socio%C3%B8konomiske-referencer-og-skolernes-l%C3%B8fteevne>.
- Skaalvik, E.M. & Skaalvik, S. (2007). *Skolens læringsmiljø: selvpfattelse, motivation og læringsstrategier*. Kbh: Akademisk forlag.

Vygotsky, L.S. (1978). *Mind in Society*. Harvard.

Winsløw, C., Jessen, B. & Holm, C. (2016). *Matematikbroen, fra grundskole til gymnasium, 2015-2016*. <http://www.ind.ku.dk/projekter/matematikbroen/>.

### English abstract

*Research reports, Mathematics Commission, statistics etc. tell about a subject with many challenges. The Ministry of education funded the research project Student prerequisites and academic progression, 2015-2016, in connection with the effort of lifting academic capacity. The result of the study shows that the answers to challenges of lifting students' mathematical level are neither new content or new forms of work, but rather differentiating on the basis on mathematical qualifications. The project invites to continue discussion and concrete competence development in terms of teachers' didactic competence, including insight into various mathematics learning theories and using knowledge about the individual student's mathematics academic prerequisites in connection with the academic progress of efforts.*

# 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).

# Engineering – svaret på naturfagenes udfordringer?



Martin Krabbe Sillasen,  
VIA UC



Peer S. Daugbjerg,  
VIA UC



Keld Nielsen,  
Aarhus Universitet

**Abstract:** *Analysen ser nærmere på engineeringens potentiale som en pædagogisk praksis i skolen. Med udgangspunkt i primært forskning fra USA starter analysen med at udrede hvordan engineering hænger sammen med integration af STEM-fagene (naturfag, teknologi, engineering og matematik). Engineering har potentialet til at binde STEM-fagene sammen i integreret undervisning. Derfor sættes der i analysens anden del fokus på didaktiske pointer vedrørende engineering-undervisning. Flere studier peger på et stort behov for efteruddannelse af lærere til at anvende engineering i undervisningen. Analysens tredje del fokuserer på eksempler på hvordan man kan udvikle læreres kompetencer til at undervise i engineering-aktiviteter.*

I den naturfagsdidaktiske diskurs i Danmark har ingeniørarbejde – i denne artikel omtalt som “engineering” – gennem de sidste 5 år fået en mere markant placering (Evans & Horst, 2012). Engineeringens legitimitet som en del af naturfagsundervisningen udspringer af argumenter om dels at det kan fremme elevens motivation for naturvidenskab og teknologi, og dels at det er vigtigt at uddanne unge mennesker til at kunne håndtere ikke blot naturvidenskabelige og teknologiske, men også ingeniørmæssige problemstillinger i den menneskeskabte verden. Hertil kommer også et politisk ønske om at rekruttere flere studerende til og styrke unge menneskers interesse for tekniske og naturvidenskabelige fag. I den uddannelsespolitiske diskurs omtales engineering som del af en integreret indsats for STEM-fagene (Undervisningsministeriet, 2016).

Begrundelserne for at implementere engineering i skolens naturfagsundervisning er indlejret i en større diskussion om hvordan man samlet set kan styrke STEM-fagene

position og samarbejde i skolen. Derfor ser vi her først på hvad man forstår ved STEM-undervisning. Dernæst fokuserer vi på "E'et" i STEM, engineering. Til sidst diskuterer vi hvordan man eventuelt kan uddanne lærere til at arbejde med engineering i undervisningen. Gennem hele denne analyse har vi primært fokus på udviklingen i USA da der her i de sidste ti år har været en omfattende indsats for at udvikle og implementere engineering i grundskolen.

## Hvad betyder STEM?

Udtrykket STEM har sine rødder i en diskussion i USA om uddannelsessystemets betydning og ansvar i forbindelse med globalisering og national konkurrenceevne. Det blev introduceret i 1990'erne af USA's forskningsråd (The National Science Foundation) som en relevant og bekvem forkortelse (Sanders, 2009).

### *En samling enkeltfag eller faglig integration?*

I Sanders (2009) bliver det fremhævet at den megen snak om STEM-fagernes betydning ikke er ny. Den går klart tilbage til 1950'ernes Sputnik-chok hvor amerikanerne indså at de på undervisningsområdet var saktet bagud i forhold til Sovjetunionen der uddannede langt flere ingeniører og videnskabsfolk end USA, herunder en langt større procentdel af kvinder. Faktisk, siger Sanders, går diskussionen om STEM-fagernes betydning helt tilbage til industrialiseringen. Der er dog ingen tegn på at undervisningen er blevet bedre, eller at fagene er blevet mere tiltrækkende for eleverne:

I et århundrede har undervisere i teknologi, engineering og matematik institutionaliseret og urokkeligt forsvaret deres suveræne (fag)områder. Det vil kræve meget mere end et "four-letter word" at bringe dem sammen. (Sanders, 2009, s. 21, vores oversættelse).

Sanders peger på at det er nødvendigt med pædagogiske tiltag hvis undervisning i STEM-fagene skal opnå 1) mere læring i fagene, 2) flere positive følelser fra eleverne og 3) flere der vælger STEM-karrierer. Han fremhæver betydningen af integration af fagene, fx "the integrative STEM education" fra Sanders' eget Virginia Polytechnic Institute and State University. Denne integration blev indført med det formål at undersøge det undervisningsmæssige og læringsmæssige potentiale i forskellige former for integreret undervisning i STEM-fagene:

Vores idé om integreret STEM-uddannelse omfatter tilgange som udforsker undervisning og læring mellem eller i to eller flere af STEMs fagområder og/eller mellem et STEM-fag og et eller flere andre skolefag. (Sanders, 2009, s. 21, vores oversættelse)

Sanders peger også på at undersøgelsesbaseret naturfagsundervisning (IBSE el. Inquiry Based Science Education) og integreret STEM-undervisning understøtter hinanden og bygger på et konstruktivistisk læringssyn.

Dermed er STEM blevet flyttet fra at være en politisk målsætning uden didaktisk fundering til en didaktisk nytænkning. Men denne dobbelthed i betydningen af STEM – er det en bekvem forkortelse for fire fagområder eller et udtryk for faglig og didaktisk nytænkning i naturfagene? – forvirrer stadig diskussionen om STEM: Hvad er det, og hvad har det af potentialer?

### *Enighed om at STEM er vigtigt, men ikke om hvordan man gør*

En nyere artikel (White, 2014) peger på at uklarheden om hvad man egentlig skal forstå ved STEM-undervisning, er en hastigt voksende udfordring. Den konkluderer at der “i forskningslitteraturen er enighed om at integreret eller kollaborativ STEM-uddannelse er et realistisk (“viable”) initiativ som kan introducere faglige STEM-begreber fra børnehaveklasse til 12. klasse” (White, 2014, s. 7):

Måske for første gang siden Sputnik er der bred enighed blandt uddannere om værdien af STEM-uddannelse i at sikre Amerikas forspring i den globale økonomi. Alligevel [vores fremhævelse] er lærere, administratorer og politikere forvirrede omkring hvad vellykket implementering af STEM-undervisning og STEM-initiativer indebærer. (White, 2014, s. 7 med reference til Barakos et al. (2012), vores oversættelse)

White (2014) fremhæver E’et og T’et i STEM som særlig problematiske når det gælder om at fremme samarbejde i STEM-området. Det skyldes ikke mindst at der helt fundamentalt er uklarhed om hvad man fagligt i en undervisningsmæssig sammenhæng skal lægge i udtrykkene “Engineering” og “Teknologi”.

Den type problemer gør sig ikke – mener White – i samme grad gældende på områderne science og matematik. White omtaler at det – i hvert fald i USA – er en hindring for udvikling af naturfagsområdet som helhed at alt for mange lærere føler sig (for) trygge ved at blive på deres eget fagområde og ikke vil ud af deres traditionelle “fagsilo”.

Men tilbage til E’et og T’et. White peger på at selvom engineering er et ord som alle lærere kender og kan forholde sig til, er det for de fleste uklart hvad ingeniører egentlig laver, og det er endnu mere usikkert hvad engineering indebærer når det skal introduceres i undervisning. Desuden er det ikke klart hvilket indhold der hører til at undervise i teknologi. Denne uklarhed udspiller sig sandsynligvis også i forbindelse med naturfagsundervisning i danske skoler. I hvert fald konkluderer et helt nyt dansk review af forskning på STEM-området om fagene i dansk sammenhæng:



Det er en udfordring, at teknologi, engineering og design stadig er relativt uklare områder, og at lærere derfor ofte relativt frit oversætter begreberne til eksisterende aspekter i deres praksis. (Nielsen, 2017, s. 9)

### *Et forsøg på sproglig afklaring*

I mange sammenhænge er STEM som nævnt bare en bekvem forkortelse for fire områder som man kan undervise i. Men i andre sammenhænge er der politiske/didaktiske visioner om integration knyttet til STEM-begrebet. Ofte kommer visionerne fra didaktikere der ser E'tet som en åbning for fagligt samarbejde:

STEM er et læreplansbegreb ("a curriculum") baseret på idéen om at undervise eleverne i fire specifikke områder – science, teknologi, engineering og matematik – med en interdisciplinær og anvendt tilgang. I stedet for at undervise i de fire discipliner som separate og selvstændige områder bliver de i STEM integreret i et sammenhængende læringsparadigme der baseres på konkrete anvendelser ("real-world applications"). (Hom, 2014, vores oversættelse)

Hvad med de indgående fire områder? Hvordan tager de sig ud fra en STEM-synsvinkel?

*Science:* Vi har i Danmark kun et science-fag fra 1. til 6. klasse, nemlig natur/teknologi. I folkeskolens overbygning og i gymnasiet findes der ikke et fælles science-fag. Hvis vi fremover vil tale om STEM som en didaktisk strategi, kommer vi ikke uden om at forholde os til om – og i givet fald hvordan – vi vil have et S-fag fra 7. til 12. klasse. En arbejdsgruppe under det daværende NTS-center (nu ASTRA) var allerede fremme med denne idé i 2013 (Øster et al., 2013).

*Matematik:* Faget er veletableret og har et stort timetal. Et kig i Forenklede Fælles Mål for matematik i folkeskolen viser at ordet "anvendelse" forekommer i mange mål, men der er så godt som udelukkende tale om anvendelse af teknikker eller begreber inden for matematikken selv. Der er også en hel del mål hvor man kan læse "omverden" ind som et genstandsområde for matematik. Et fællesfagligt samarbejde med naturfagene, teknologi og engineering vil altså være muligt. Cunningham & Carlsen (2014) peger på at matematik kan bidrage med "computational thinking" som en strategi til at styrke elevers modellerings- og problemløsningskompetence i engineering-processer.

Men der er udfordringer ved at lave integreret undervisning i matematik og naturfag som der lægges op til med STEM-visionen. I den internationale litteratur er der ikke noget der tyder på at matematiklærere står på spring for at blive inddraget i andre fags undervisning, og en eventuel mangel på lyst til at deltage i fællesfaglige projekter vil være en udfordring for mere og bedre samarbejde mellem STEM-fagene. Men det er ikke faget eller fagområdet i sig selv der forhindrer mere samarbejde. Andersson

& Ravn (2012) peger på hvordan der primært undervises i matematik som et fag der præsenteres med en klar struktur og et abstrakt indhold som kan (bør) holdes inden for rammerne af lærebogen. De omtaler denne opfattelse af faget som “the school mathematics tradition”, og de fortsætter:

[E]n stærk kraft der hæmmer radikale reformer af matematikundervisningen, er den forenkede opfattelse af matematik som trives blandt almindelige mennesker og hos politikere og andre debattører. Matematik ses almindeligvis som bestående af beregninger og formler der giver præcise og ufejlbarlige svar, uden relevans i almindeligt hverdagsliv og kun tilgængelige for eksperter og uden for rækkevidde af almindelig kritisk sans. I mange henseender opfattes matematik som antitesen til menneskelig aktivitet – mekanisk, afsondret, følelsesfri, værdifri og moralsk neutral. (Andersson & Ravn, 2014, s. 312 med reference til Mukhopadhyay & Greer (2001), vores oversættelse)

Men, skriver Andersson & Ravn (2014) efter en overbevisende videnskabsfilosofisk diskussion af matematikkens historie og karakteristika, der er ikke noget i matematikken selv der tvinger læreren til at præsentere matematik abstrakt og uden relation til samfundet. Derimod udelukker denne tilgang muligheden for at vise matematikkens vigtige rolle i samfund, kultur og naturvidenskab, og eleverne får ikke udviklet den stærkt efterlyste evne til at anvende matematik i komplekse situationer.

I Danmark er der dog spæde forsøg på at integrere matematik og naturfag i folkeskolen. Undervisningsministeriet har – i forsøget på at styrke samarbejdet – lavet en forsøgsordning med en fællesfaglig matematik- og naturfagsprojekt opgave i 9. klasse (Undervisningsministeriet, 2015).

*Engineering:* Brophy et al. (2008) har undersøgt hvordan engineering-aktiviteter i skolen kan støtte elevers tilegnelse af en lang række STEM-baserede færdigheder og kompetencer som knytter sig til at løse reelle, praktiske problemstillinger gennem problemanalyse og design. Baseret på en række studier af hvordan elever kan lære matematik og naturfag gennem integrerede engineering-aktiviteter, formulerer Brophy et al. en række kompetencer som elever udvikler. Eleverne bliver bedre til at:

- Evaluere og forklare stukturer, opførsel og funktion af komplekse naturlige eller menneskeskabte systemer
- Udvikle kognitive mentale modeller for hvordan “systemer” virker
- Designe og udføre eksperimenter til at informere om beslutninger
- Kommunikere og forhandle idéer med andre
- Anvende geometriske og rumligt funderede ræsonnementer
- Repræsentere og håndtere kompleksiteten af systemer ved hjælp af figurer
- Formulere idéer og resultater med matematikkens sprog

- Syntetisere idéer mod produktive løsninger der opfylder bestemte krav
- Udføre eksperimenter til at evaluere om et design opfylder kriterierne for at løse et praktisk problem.

Hovedfokus i vores analyse her er at redegøre for engineeringens potentiale som pædagogisk praksis i skolen. Derfor uddybes det i et senere afsnit hvad man kan forstå ved engineering i undervisningssammenhæng, og hvordan det kan integreres i en naturfagsundervisning. Så her nøjes vi med en kort definition:

*Engineering som en praksis i undervisningen handler om hvordan man skaber praktiske løsninger på praktiske problemer. Hvordan man indkredser et problem. Hvordan man kommer frem til et godt design. Hvordan man vurderer om en løsning er "god".*

*Teknologi:* Den nye skelnen mellem engineering og teknologi efterlader fagområdet teknologi i en lidt underlig situation. Som "teknologi" traditionelt har været tænkt i faget natur/teknologi, og som det praktiseres fx i faget "teknologi" på HTX, er store dele af det i virkeligheden skabende og problemløsende processer – altså det der ovenfor defineres som engineering. Det er der ikke noget forkert i, men hvis man vil holde fast i STEM-retorikken og vil styrke engineering-aktiviteter, vil det kun føre til forvirring hvis der ikke i læreplaner, læringsmål og aktiviteter i klassen skelnes klart mellem engineering og faget teknologi. Som et emne i skolens undervisning vil teknologi herefter omhandle:

*Teknologi som et emne i undervisningen handler om samspil mellem samfundet og teknologien: Hvad er teknologi for et fænomen? Hvad har de store opfindelser betydet? Hvorfor optræder teknologier ofte som store systemer? Hvilken rolle spiller råvarer, transport, præcision, produktion, spildprodukter? Hvad er forudsætningerne for teknologisk udvikling? Hvad har udviklingen haft af konsekvenser for mennesker, samfundet og naturen? Hvad har vi af muligheder og valg i fremtiden?*

I mange henseender er teknologi således et humanistisk fag, som i lige så høj grad ser på samspillet mellem mennesker og teknologi som på teknologien selv.

### **Next Generation Science Standards**

I USA har man nationalt anbefalet at engineering skal have en mere fremtrædende plads i skolen, og 28 delstater arbejder på at operationalisere anbefalingen gennem "Next Generation Science Standards" (NGSS). Det er en diskussion som Evans & Horst har introduceret i Danmark i 2012 med analysen "Nye mål for naturfagsundervisningen i USA – vil vi samme vej i Danmark?" (Evans & Horst, 2012).

Evans & Horst fremhæver at med det nye amerikanske grundlag (framework) for en sammenhængende naturfagsundervisning fra 0. klasse til 12. klasse (NRC, 2012) er engineering blevet sideordnet med de øvrige naturfag:

Dette områdes plads ved siden af den mere traditionelle naturvidenskab har man argumenteret for ud fra vigtigheden af at kende til og være i stand til at operere i "... den menneskeskabte verden ..." og en interesse for at fremme integration af naturvidenskab, teknik og teknologi inden for naturfag. Ingeniørarbejde og teknologi er vigtige prioriteringer da de peger på anvendelse af videnskab så eleverne ser en værdi i indholdet af videnskab, også i forhold til deres dagligdag. (Evans & Horst, 2012, s. 57)

At engineering er blevet sideordnet med naturfag, er måske en lidt misvisende formulering for som Cunningham & Carlsen (2014) netop gør meget ud af at diskutere i deres artikel, er engineering "noget andet" end naturvidenskab. Den pointe udfoldes nedenfor.

Som Evans & Horst videre diskuterer, så anvendes undersøgelsesbaserede arbejdsformer (IBSE) ikke som et begreb i NRC-rapporten. Begrundelsen er at der findes (for) mange forskellige tolkninger af begrebet. NRC-frameworket vælger i stedet at definere otte praksisser som omfavner de forskellige forståelser af undersøgelsesbaseret naturfags- og engineering-undervisning (Se Tabel 1).

1. Stille spørgsmål (i naturfag) og definere problemstillinger (i engineering)
2. Udvikle og anvende modeller
3. Planlægge og gennemføre undersøgelser
4. Analysere og fortolke data
5. Bruge matematik og beregningsmæssig tænkning
6. Konstruere forklaringer (i naturfag) og udtænke løsninger (i engineering)
7. Deltage i evidensbaseret argumentation
8. Indsamle, evaluere og formidle information

**Tabel 1.** Otte forskellige praksisser foreslået som grundlæggende elementer i naturfags- og engineering-undervisning (NRC, 2012, s. 3). Her gengivet efter oversættelsen i Evans & Horst, 2012.

### *Forskel på science og engineering*

Ifølge Cunningham & Carlsen (2014) er naturvidenskab og engineering relaterede discipliner som har visse overlappende træk. Forskelligheden kan karakteriseres ved hvordan et "problem" løses:

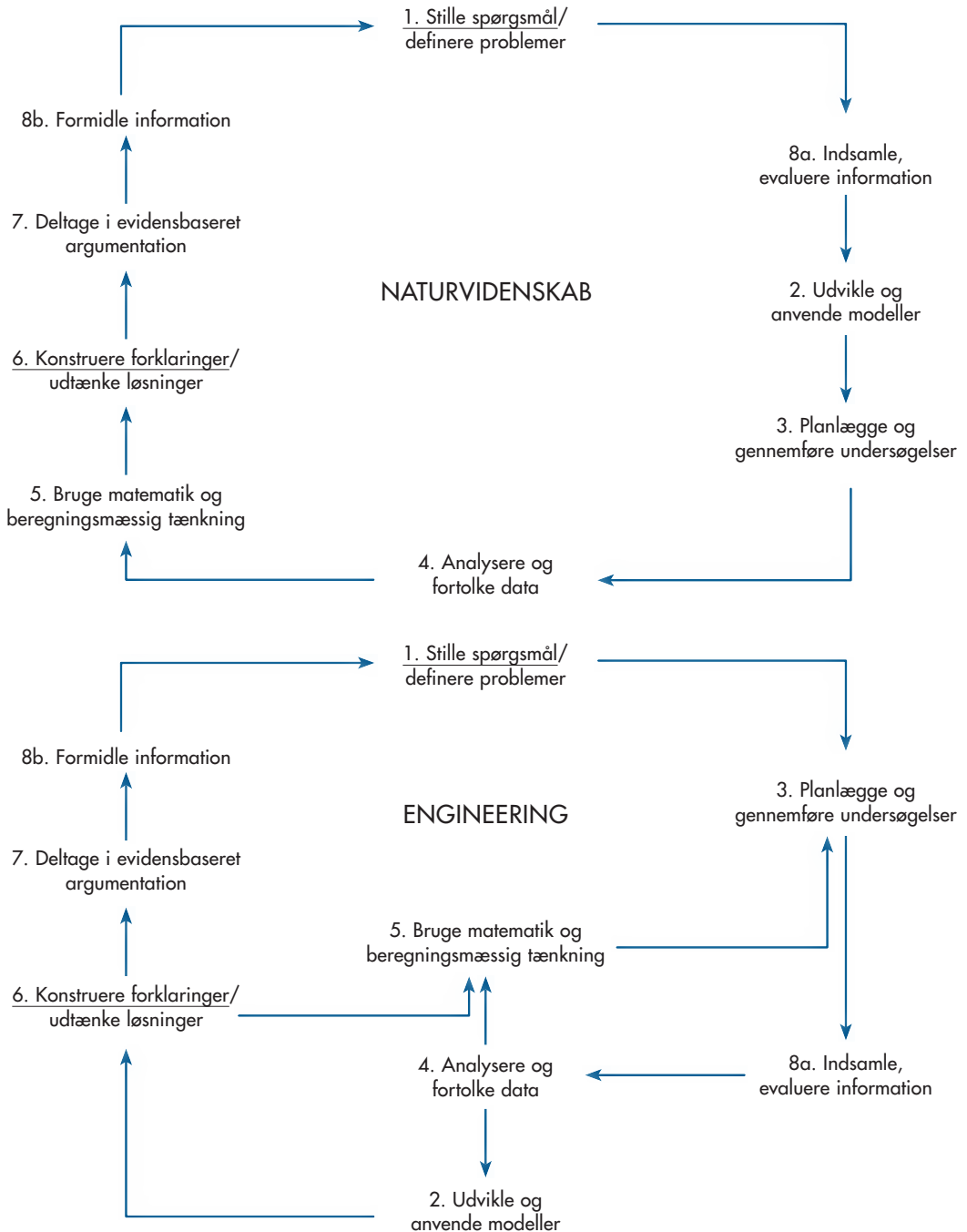
- Et naturvidenskabeligt problem kan løses ved at formulere ny teori som understøttes af evidens i form af et eksperiment eller observationer samt analyse og fortolkning af data. Gyldigheden (“sandheden”) af den nye teori vurderes af fagfæller, ofte inden for et højt specialiseret naturvidenskabeligt område.
- Et engineering-problem løses fx gennem design af en specifik løsning til et praktisk problem. Den specifikke løsning af den praktiske problemstilling indeholder måske ikke nogen generaliserbare pointer. Evalueringen af løsningens kvalitet inkluderer måske eksperter med vidt forskellige kompetencer inden for fx økonomi, sikkerhed, æstetik og politik. Ofte involveres “almindelige mennesker” også i vurdering af en løsning, måske som medlemmer af brugergrupper, måske som købere.

Cunningham & Carlsen præsenterer to cykliske modeller (Figur 1 nedenfor) der illustrerer arbejdsprocessen i henholdsvis naturvidenskabs- og engineering-praksis konstitueret af de otte praksisser som NRC opfatter som grundlæggende elementer i naturfags- og engineering-undervisning (Tabel 1). Figuren illustrerer følgende forskelle mellem naturvidenskab og engineering:

1. Naturvidenskab og engineering har forskellige mål. Målet med naturvidenskab er at stille spørgsmål (Praksis 1) som man konstruerer forklaringer til (Praksis 6). Målet i engineering er at definere problemstillinger (Praksis 1) som man udtænker praktiske løsninger til (Praksis 6) gennem en designproces.
2. Engineering-praksis indeholder iterative processer, så der er interne cyklusser flere steder i den store engineering-cyklus. Fx en intern cyklus der består af Praksis 3-8a-4-5 som Cunningham og Carlsen kalder for en “analysecyklus”. Desuden er der en større intern cyklus (“designcyklus”) som består af “analysecyklus” + Praksis 2-6.

Ifølge Cunningham & Carlsen kan de cykliske modeller angive trin for elevers arbejde i en undervisningsmæssig sammenhæng. De er især brugbare til undervisningsplanlægning og mere generelt til at illustrere spiralprincippet i undervisnings- og læringsaktiviteter. Men i et faktisk forløb i en klasse vil elevernes reelle vej gennem de forskellige trin sandsynligvis bestå i talrige store såvel som små skift mellem de forskellige praksisser. Faren ved diagrammer som Figur 1 er netop at læreren kan føle sig forpligtet til at føre en klasse successivt fra trin til trin, også i situationer hvor det oplagt vil være mere frugtbart at bryde med den foreskrevne rækkefølge.

Vi har i dette afsnit forsøgt at karakterisere hvad man forstår ved STEM, og at det kan opfattes både som politisk målsætning og didaktisk nytænkning for integreret STEM-undervisning. Men der findes også kritiske stemmer som peger på at det er svært at operationalisere visionen om integreret STEM i skolen fordi mange lærere har en tendens til silotænkning om deres egen faglighed, og fordi det er uklart hvornår



**Figur 1.** Cyklus af naturfaglige praksisser i naturvidenskab og engineering (gengivet fra Cunningham & Carlsen (2014)). Nummereringen af de forskellige praksisser henviser til tabel 1. I naturvidenskab stiller man spørgsmål (Praksis 1 fremhævet) som man konstruerer forklaringer til (Praksis 6 fremhævet). I engineering definerer man problemstillinger (Praksis 1 fremhævet) som man udtænker praktiske løsninger til (Praksis 6 fremhævet)

noget er engineering- eller teknologiundervisning, i modsætning til matematik og naturfagene som er veldefinerede fagområder.

## Hvad karakteriserer undervisning i engineering?

Analysen i dette afsnit bygger på et eksplorativt review af den internationale litteratur. Udgangspunktet er den artikel af Cunningham & Carlsen (2014) som vi allerede har nævnt ovenfor, og som vi indtil videre anser for at være den mest indsigtsfulde oversigt over hvad engineering i skolen har udviklet sig til, og hvilke potentialer det har. Med udgangspunkt i deres referenceliste igangsatte vi en proces med at finde artikler. Bruttolisten kan findes på [<http://kortlink.dk/q2tp>]. Vi indsamlede artikler og lavede resuméer som vi brugte som udgangspunkt for en diskussion af studiets resultater i en dansk uddannelseskontekst. Undervejs sammenfattede vi hovedpointer i arbejdsrapporter som danner grundlaget for denne analyse. Ud fra dette arbejde udvalgte vi en række artikler som vi opsummerer hovedpointer fra.

### *Nogle elever lærer naturfaglige koncepter bedre med designbaserede undervisningsaktiviteter*

Nogle studier i engineering-undervisning viser at elevgrupper som har svært ved at lære naturfaglige begreber, får en læringsgevinst med engineering-aktiviteter.

Mehalik et al. (2008) undersøgte 8.-klasseelevers læring af naturfaglige begreber i et designbaseret undervisningsforløb sammenlignet med et lærerstyret "konventionelt" undervisningsforløb. Resultaterne viste at eleverne som arbejdede designbaseret, opnåede væsentlig større læring end eleverne der deltog i det læringsstyrede forløb. Læringseffekten var størst for ellers lavt præsterende afroamerikanere samt for moderat præsterende drenge.

Fordelen ved designaktiviteter er at eleverne arbejder ud fra en praksis funderet i "prøv-dig-frem" hvor de undervejs har mulighed for at evaluere om deres forbedrede prototype løser den praktiske udfordring. Resultaterne fra Mehalik et al.s studie støttes af andre studier som også viser at elever lærer naturfaglige begreber bedst i designbaserede aktiviteter (Barnett, 2005).

### *Designbaserede undervisningsaktiviteter virker motiverende og fremmer kritisk tænkning*

Ud over at designbaserede aktiviteter kan øge specielt lavt præsterende elevers læring af naturfaglige begreber, er der ifølge Barnetts studie (2005) også to andre gode grunde til at anvende engineering i undervisningen. For det første at engineering-designprocesser virkede motiverende på lavt præsterende elever. Selvom eleverne i Barnetts studie i perioder havde et vist fravær i klassen, var det muligt at tilrette-



lægge designprocesser i mindre delforløb så eleverne oplevede en kontinuitet i deres lærings- og designproces. Det var med til at fastholde deres engagement og ejerskab gennem et helt skoleår.

For det andet at designprocesser gav eleverne rige muligheder for at skabe diskussioner og træne elevernes problemløsningskompetencer når noget gik galt i designprocessen. Eleverne lærte at blive fortrolige med fejltagelser og acceptere at fejl i konstruktionen er et naturligt skridt på vejen mod et optimalt produkt. Den slags erfaringer kan være særdeles værdifulde for træning af elevers undersøgelseskompetence. Det har stor betydning for deres selvværd hvis de tror på at de lærer noget selvom de begår fejl.

### *Kreativitet spiller en central rolle i designprocesser*

I flere studier nævnes kreativitet som en central faktor i designprocesser. Kreative processer diskuteres som en essentiel praksis i problemløsende processer hvor eleverne trænes til selvstændigt at konstruere løsninger på problemstillinger. Diskussionerne om hvilken rolle kreativitet skal spille i STEM-undervisning, henter ofte inspiration fra undervisning i kunstneriske og designorienterede undervisningsfag.

Rutland & Barlex (2008) er et af de studier som går i dybden med at undersøge kreativitets betydning i design- og teknologiundervisning. De identificerede fire forskellige former for kreativitet som der arbejdes med i design- og teknologiundervisning i England: idéudvikling, æstetisk kreativitet, teknisk kreativitet og konstruktionskreativitet. Andre vigtige resultater er:

- Et design-"brief" (en historie der udgør en kontekstuel rammesætning) viste sig givende for elevernes kreative processer. Et andet studie af Fleer (2000) viste at elever selvstændigt kan formulere rammesætninger for deres designopgave og bruge det til at guide deres videre arbejde.
- Kreativiteten i designprocesser bliver større hvis der er balance mellem de tekniske, de æstetiske og de konstruktionsmæssige udfordringer.
- Den største udfordring for naturfags- og teknologilærere er at flytte fokus fra at lære færdigheder til at arbejde med kreativ løsning af autentiske problemstillinger.
- Brug af formative evalueringstrategier, gruppearbejde og et anerkendende klasserumsmiljø hvor eleverne tør afprøve deres egne idéer, blev af de deltagende lærere anset som nøgelfaktorer til at fremme elevernes kreativitet.

Undervisning der involverer kreative processer, lægger op til at nytænke hvordan man måler elevernes læringsudbytte sammenlignet med klassisk naturfagsundervisning. At skabe et anerkendende læringsmiljø hvor eleverne tør afprøve deres egne idéer, og hvor fejl eller fiaskoer anerkendes som en vej til læring, fordrer at man anvender

evalueringsstrategier som både måler kvaliteten af elevernes læring og motiverer eleverne til fortsat at afprøve egne idéer i designprocessen.

### *Biologiemner kan også være engineering-aktiviteter*

Mange af de undersøgte studier tager primært udgangspunkt i teknologiske eller fysiske problemstillinger. Men vi fandt et par eksempler på biologiorienterede engineering-aktiviteter.

Et eksempel på en biomekanisk engineering-udfordring er design af en menneskelig albue fra Penner et al. (1998). I dette studie lærte elever i 3. klasse om biomekanik ved at bygge en model af albuen og undersøge belastninger ved hjælp af vægtstangsprincippet. Herigennem lærte eleverne om hvordan albueleddets muskler og sener virker, og de fik en god erfaring med hvordan opbygningen af en albue med tilhørende muskler (forstået som en vægtstang) kan beskrives ved hjælp af tal.

Et andet biologisk undervisningseksempel er nogle 6.-7.-klasseselever som arbejdede designbaseret med at ændre deres frokostvaner med udgangspunkt i spørgsmålet "Hvordan skal vores frokost redesignes så det vi spiser, passer til kroppens energibehov?" (Kanter, 2009). Eleverne lavede først undersøgelser af eget energiforbrug, derefter undersøgte de energifordelingen i forskellige slags madvarer som de spiser, for til sidst at redesigne deres kostindtag. Eksemplet kunne lige så godt være en klassisk undervisningsaktivitet knyttet til traditionel kemi- eller biologiundervisning i Danmark.

## Elementer i engineering-undervisning – en oversigt

I ovenstående afsnit har vi præsenteret og diskuteret hovedpointer som vi anser som væsentlige for udvikling af en engineering-didaktik. Men det kan være lidt svært på baggrund af analysen at få et overblik fordi der indgår elementer som berører mange aspekter af undervisningspraksis.

Andre naturfagsdidaktikere har også forsøgt at lave synteser af hvilke elementer der bør indgå i en engineering-didaktik. Fx har Moore et al. (2014) lavet en omhyggelig opsummering som vi synes kan give god inspiration til at udvikle engineering-didaktik i Danmark. Nedenstående tabel er vores oversigt over de elementer som de finder essentielle (Se Tabel 2).

Ifølge Moore et al. er designprocessen central i engineering-undervisning. Her er Moore et al. på linje med de andre studier vi refererede i foregående afsnit. Her kom det frem at engineering virker motiverende, fremmer kritisk tænkning og giver bedre læring af naturfaglige begreber. Endvidere peger Moore et al.s opsummering på at engineering kan bidrage til den faglige integration af flere forskellige fag i undervisningen for når ingeniører løser praktiske problemer, så anvender de faglig viden fra

forskellige fagområder. Engineering kan også bidrage til at fremme elevers hand-  
lekompentence fordi ingeniørers arbejdsmetode fordrer at de kan tænke og handle  
selvstændigt samt opsøge viden til at løse problemer med. Moore et al. tilføjer at  
designaktiviteter også indeholder etiske, samarbejds-mæssige og kommunikative  
elementer som kan styrke elevernes kompetencer.

Nøgleelement		Beskrivelse
Designproces		Designprocesser er centrale i engineering-praksis. Løsning af engineering-problemer er en iterativ proces. På folkeskole- og gymnasieniveau bør elever lære centrale elementer af designprocesser og have mulighed for at anvende dem i realistiske situationer.
Delelementer i en designproces	Problem og baggrund	Almene problemløsningsfærdigheder er en forudsætning for at løse engineering-problemer. Elever skal være i stand til at identificere behovet for en engineering-løsning.
	Planlægning og implementering	Elever skal kunne udvikle en plan for at designe en løsning, herunder vurdere konkurrerende løsningsforslag. Dette kan med fordel gøres ved udvikling af en prototype.
	Afprøvning og Evaluering	Den udviklede prototype skal afprøves. Denne afprøvning kan kvalificeres hvis elever formulerer undersøgelsesspørgsmål som kan besvares gennem praktisk afprøvning. Afprøvningen skal vise prototypens styrker og svagheder.
Anvendelse af naturvidenskab, matematik og ingeniørviden		Engineering forudsætter anvendelse af viden fra mange discipliner, og derfor skal undervisning om og i engineering afspejle en tværfaglighed og faglig integration i problemløsningen. Dette omfatter både naturvidenskabelige og matematiske færdigheder og viden samt specifikke engineering-værktøjer, færdigheder, teknikker og processer.
Engineering-tænkning		Ingeniører skal handle og tænke selvstændigt og være i stand til at opsøge ny viden når problemer opstår. Engineering på folkeskoleniveau kan derfor lære elever at træffe informerede beslutninger som kan understøtte deres informerede medborgerskab. Engineering forudsætter at eleverne er selvstændige og reflekterede, og at de forstår at læring af fejl vil føre til bedre løsninger.
Etik		Engineering på folkeskole- og gymnasieniveau skal præsentere elever for de etiske problemstillinger der findes i engineering-praksis. Det handler om ressourceforbrug i fremstilling af løsninger, slutbrugeres sikkerhed under anvendelse af løsninger etc. Eleverne skal opnå forståelse for deres løsnings lokale og globale, økonomiske og sociale virkninger.

Nøgleelement	Beskrivelse
Samarbejde	Engineering på folkeskole- og gymnasieniveau skal udvikle elevers evne til at deltage i teamsamarbejde. Dette vil involvere øvelser i varetagelse af forskellige roller i teamet, aktiv lytning, varetagelse af forskellige synspunkter etc.
Kommunikation	Engineering på folkeskole- og gymnasieniveau skal give elever mulighed for at kommunikere som ingeniører gør i deres professionelle virke. Dette indbefatter både kommunikation til fagfæller og til lægfolk. Kommunikationen vil typisk indbefatte brug af flere typer af medier.

**Tabel 2.** Oversigt over elementer i engineering-undervisning (baseret på Moore et al., 2014).

## Udvikling af lærerkompetence

I den naturfagsdidaktiske forskning er der konsensus om at udvikling af lærerkompetencer er en nøgleparameter for succesfuld implementering af uddannelsesmæssige reformer og forandringsprocesser i skolen (van Driel et al., 2012).

Relevante lærerkompetencer for engineering-undervisning i grundskolen afhænger meget af hvordan man ønsker engineering-undervisning tilrettelagt, gennemført og evalueret. De mange studier som vi har refereret ovenfor, kommer med flere forskellige bud.

Et af de mest perspektivrige studier om udvikling af lærerkompetencer er Guzey et al. (2014) som har arbejdet systematisk med at kvalificere lærere i grundskolen til at undervise i engineering. I USA har man i staten Minnesota gennemført et uddannelsesprogram med 198 lærere fra 43 skoler. Lærerne underviste i 3. til 6. klasse. Disse læreres kompetenceudvikling bestod af fem 6-timers workshops kombineret med skolebaserede aktiviteter i professionelle læringsfællesskaber (PLF) i de mellemliggende perioder.

Hensigten i Guzeys et al.s studie var at støtte lærerne i deres arbejde med at integrere engineering i planlægning, gennemførelse og evaluering af naturfaglig undervisning. Da engineering er et nyt element i statens naturfagsundervisning, var der fokus på engineering og engineering-design i efteruddannelsesindsatsen (Se Tabel 3).

Workshop 1	Hvad er engineering? Engineering-praksis eksemplificeret med varmeoverførsel.
PLF A	Lærerne skulle undersøge elevernes forståelse af engineering ved at vurdere deres viden om engineering før og efter en engineering-ktion. Lærerne brugte elevvurderingsmateriale fra <i>What is Engineering</i> and <i>What is Technology</i> fra Engineering is Elementary-materialeerne.
Workshop 2	Engineering-designs cyklus. Ingeniørpraksis blev eksemplificeret med arbejde med at designe biologisk funktionelle membraner og en vindmølle.
PLF B	I denne periode skulle lærerne gennemføre en designcyklus i deres undervisning.
Workshop 3	Arbejde med "Nature of Science" gennem aktiviteter som fokuserede på forskelle og ligheder mellem naturvidenskab og engineering. Her arbejdede de deltagende lærere med <ul style="list-style-type: none"> <li>• love, teorier og hypoteser</li> <li>• observation og data i forhold til logiske slutninger, kreativitet og foreløbige konklusioner</li> <li>• videnskab i subjektiv, social og kulturel sammenhæng.</li> </ul> Dagen sluttede med at lærerne skulle undersøge hvordan et hulkamera fungerer.
PLF C	Nature of Science i lærernes daglige undervisning.
Workshop 4	Undersøgelse og engineering gennem at arbejde med kraft, bevægelse og datalogging.
PLF D	Lærernes refleksioner over indførelse af både Nature of Science og engineering i deres arbejde sammen med elever.
Workshop 5	Engineering og modeludvikling. Endvidere præsenterede de deltagende lærere den undervisning som de havde gennemført med deres elever.

**Tabel 3.** Guzey et al.s (2014) kompetenceudviklingsmodel. Modellen består af 5 workshops og 4 mellemliggende PLF-aktiviteter (PLF=Professionelt LæringsFællesskab).

Guzey et al. (2014) kan bidrage til den danske skolekontekst med inspiration til udvikling af læreres kompetencer til at undervise med engineering. Konceptet skaber gennem fokus på udvalgte elementer i engineering og kollegialt samarbejde gode muligheder for at opbygge lærernes fornemmelse af tryghed i forbindelse med undervisning i engineering. Denne vekslen mellem fælles workshops og arbejde hjemme på skolerne med lokale professionelle læringsfællesskaber minder meget om QUEST-rytmen som blev anvendt med stor succes til professionel udvikling af naturfagslærere i fem kommuner i Region Midtjylland i Danmark i 2012-15 (Mogensen et al., 2015).

## *Kvalitetskriterier for efteruddannelse*

De studier som vi refererer til, udpeger nogle centrale udfordringer for efteruddannelse af lærere. Men der er også bud på nogle kvalitetskriterier som efteruddannelse skal opfylde:

- Lærere skal blive trygge ved at undervise i engineering. Dette kan opnås ved meget konkrete forløb hvor lærerne selv arbejder med især designprocesser og undersøgelser.
- Lærere er bekymrede for at engineering er endnu et element i deres pressede undervisningsfag. Her skal efteruddannelsen konkret pege på hvordan engineering kan skabe synergi med andre elementer af deres undervisningsfag.
- Engineering har en overvægt inden for specielt fysiske emner. Her er det vigtigt at efteruddannelsen konkret peger på emner i andre undervisningsfag.
- Mange lærere udelader redesign-fasen i engineering-forløb og fratager derved eleverne værdifulde læringsmuligheder. Efteruddannelse skal konkret anviser hvordan redesign-fasen bidrager til at imødekomme målsætninger i undervisningsfag.

Et forhold som vi ikke har fundet belyst i de studier vi har læst, er hvilke kompetencer efteruddannere skal besidde for at kunne gennemføre efteruddannelse der indfrier ovenstående kriterier. Spørgsmålet er derfor hvordan vi i Danmark sikrer at efteruddannere og læreruddannere har specifikke kompetencer og erfaringer med at uddanne og efteruddanne lærere i engineering. Traditionen for engineering i folkeskole og læreruddannelse i Danmark fremstår uundersøgt, herunder eksempelvis samarbejds traditioner mellem læreruddannelser og engineering-firmaer og andre eksterne ressourcer.

## *Situationen i Danmark*

Guzey et al.s studie (2014) er aktuelt for Danmark idet en del af såvel folkeskolens som læreruddannelsens naturfagsundervisning skal arbejde med undersøgelseskompetence som en af fire naturfaglige kompetencer i folkeskolen. Hvorimod designarbejde, som ikke er en del af naturfagene i Danmark, i folkeskolen skal findes i de praktisk-musiske fag, fx billedkunst samt håndværk og design.

En eventuel indsats for at udvikle engineering-undervisning i indskoling og på mellemtrin i Danmark bør forholde sig til de deltagende læreres meget forskellige forudsætninger for at engagere sig i aktiviteterne i kompetenceudviklingsforløbet. Potentielle engineering-lærere fra indskoling og mellemtrin kan have forskellige undervisningsfag som deres udgangspunkt for at arbejde med engineering. Der skal således ydes en betydelig indsats for at skabe et fælles grundlag for en engineering-indsats for lærere på disse klassetrin.

I udkolingen (7.-9. klasse) kan de fleste potentielle engineering-lærere være naturfagslærere og/eller matematiklærere hvorfor man her kan forvente en vis forståelse for undersøgelseskompetence (Evans & Horst, 2012). Man kan derfor fokusere på designarbejde i en eventuel kompetenceudvikling vedrørende engineering-undervisning.

## Hvad kan denne analyse bruges til?

Selvom mange af pointerne i denne analyse primært baserer sig på studier fra USA, og der er betydelige kulturelle forskelle på Danmark og USA, håber vi at den kan inspirere det videre arbejde med at diskutere og udvikle en didaktik for engineering-undervisning. Vi mener at hovedpointerne er følgende:

- Idéen om integreret STEM-undervisning i uddannelsessystemet er – både som en politisk og som en didaktisk dagsorden – ved at tage fart i Danmark. I løbet af 2017 bliver udkastet til en ny national strategi for undervisning i naturfagene formuleret. Initiativet er præsenteret som en STEM-strategi (se [astra.dk/stemstrategi](http://astra.dk/stemstrategi)), og det må forventes at strategien vil adressere behovet for et bedre samarbejde mellem STEM-fagene på alle trin i uddannelsessystemet. I forbindelse med denne didaktiske dagsorden kan engineering italesættes som en problemorienteret og omverdensrettet arbejdsmetode der kan indlejres i naturfagene, integrere teknologi bedre og invitere til samarbejde med matematik.
- Der findes velafprøvede modeller for læreres kompetenceudvikling som det er relativt nemt at implementere i dansk skolekontekst. Men der vil være behov for særlig opmærksomhed på læreres reelle forudsætninger for at arbejde med engineering og deres motivation for at deltage i engineering-efteruddannelsesprogrammer. En kommende indsats skal sikre at alle lærere er trygge ved såvel designarbejde som undersøgelsesarbejde i fællesfaglig, problembaseret og elevaktiverende undervisning.
- Der findes mange forskellige elementer som kan indgå i grundlaget for en engineering-didaktik. Vi har berørt nogle af disse elementer i denne analyse. Som inspiration til at lave en samlet engineering-didaktik i Danmark kan opsummeringen fra Moore et al. (2014) af elementerne i engineering-undervisning (Tabel 2) og oversigten fra Guzey et al. (2014) over erfaringer med efteruddannelse (Tabel 3) være gode udgangspunkter. De skal dog suppleres med flere didaktiske kategorier som fx læringsmål, tegn på læring, lærer- og elevroller og – ikke mindst – evaluering.

Vi ser frem til at følge hvordan engineering-didaktik udvikles og implementeres i det danske skolesystem, og vi håber at denne analyse kan være inspiration til det videre arbejde.



## Referencer

- Andersson, A. & Ravn, O. (2012). A Philosophical Perspective on Contextualisations in Mathematics Education. I: Skovsmose, O. & Greer, B. (red.), *Opening the Cage. Critique and Politics of Mathematics Education*. Sense Publishers, Vol. 23. 309-324.
- Engineering is elementary: An engineering and technology curriculum for children* (PDF Download Available). (u.å.). Lokaliseret 15.03.2017 på [https://www.researchgate.net/publication/242476335\\_Engineering\\_is\\_elementary\\_An\\_engineering\\_and\\_technology\\_curriculum\\_for\\_children](https://www.researchgate.net/publication/242476335_Engineering_is_elementary_An_engineering_and_technology_curriculum_for_children).
- Barakos, L., Lujan, V. & Strang, C. (2012). *Science, technology, engineering, mathematics (STEM): Catalyzing change amid the confusion*. Portsmouth, NH: RMC Research Corporation, Center on Instruction. Lokaliseret 17.04.2017 på <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED534119.pdf>.
- Barnett, M. (2005). Engaging Inner City Students in Learning through Designing Remote Operated Vehicles. *Journal of Science Education and Technology*, 14(1), 87- 100. Lokaliseret 17.04.2017 på <http://www.jstor.org/stable/40188702>.
- Brophy, S., Klein, S., Portsmore, M. & Rogers, C. (2008). Advancing Engineering Education in P-12 Classrooms. *Journal of Engineering Education*, 97(3), 369-387.
- Cunningham, C.M. & Carlsen, W.S. (2014). Precollege Engineering Education. I: Ledermann, N. & Abell, S.K. (red.), *Handbook of Research on Science Education*, 747-758. Routledge, New York.
- Evans, R. & Horst, S. (2012). Nye mål for naturfagsundervisningen I USA – vil vi samme vej i Danmark? *MONA*, 2012-3.
- Fleer, M. (2000). Interactive technology: Can children construct their own technological design briefs? *Research in Science Education*, 30(2), 241-253.
- Guzey, S.S., Tank, K., Hui-Hui W., Roehrig, G. & Moore, T. (2014). A High-Quality Professional Development for Teachers of Grades 3-6 for Implementing Engineering into Classrooms. *School Science & Mathematics*, 114(3), 139-149.
- Hom, E.J. (2014). *What is science education?* Lokaliseret 11.04.2017 på <http://www.livescience.com/43296-what-is-stem-education.html>.
- Kanter, D.E. (2009). Doing the project and learning the content: Designing project-based science curricula for meaningful understanding. *Science Education*. <https://doi.org/10.1002/sce.20381>.
- Mehalik, M.M., Doppelt, Y. & Schuun, C.D. (2008). Middle-School Science Through Design-Based Learning versus Scripted Inquiry: Better Overall Science Concept Learning and Equity Gap Reduction. *Journal of Engineering Education*, 97(1), 71-85. <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2008.tb00955.x>.
- Mogensen, A., Nielsen, B.L. & Sillasen, M.K. (2015). Processer der forandrer – Fagteamudvikling efter QUEST-modellen. *MONA*, 2015-1.
- Moore, Tamara J., Glancy, Aran W., Tank, Kristina M., Kersten, Jennifer A., Smith, Karl A. & Stohmann, Micah S. (2014). A Framework for Quality K-12 Engineering Education: Research and Development. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 4(1), 1-13.

- Mukhopadhyay, S. & Greer, B. (2001). Modelling with purpose. Mathematics as a critical tool. I: B. Atweh, H. Forgasz & B. Nebres (red.), *Sociocultural research in mathematics education. An international perspective*, 295-311. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Nielsen, J.A. (red.). (2017). *Litteraturstudium til arbejdet med en national naturvidenskabsstrategi*. København: Institut for Naturfagernes Didaktik. Lokaliseret 13.04.2017 på [https://curis.ku.dk/ws/files/173935776/Naturvidenskabsstrategi\\_Litteraturstudium\\_Rapport.pdf](https://curis.ku.dk/ws/files/173935776/Naturvidenskabsstrategi_Litteraturstudium_Rapport.pdf).
- National Research Council (NRC). (2012). A Framework for K-12 Science Education: Crosscutting Concepts, and Core Ideas. Committee on a Conceptual Framework for New K-12 Science Education Standards. Board on Science Education, Division of Behavioral and Social Science and Education. Washington, DC: The National Academies Press. Lokaliseret 19.03.2017 på [http://sites.nationalacademies.org/DBASSE/BOSE/Framework\\_K12\\_Science/index.htm](http://sites.nationalacademies.org/DBASSE/BOSE/Framework_K12_Science/index.htm).
- Penner, D.E., Lehrer, R. & Schauble, L. (1998). From Physical Models to Biomechanics: A Design-Based Modeling Approach. *Journal of the Learning Sciences*, 7: 3-4, 429-449. Lokaliseret 13.04.2017 på <http://dx.doi.org/10.1080/10508406.1998.9672060>.
- Rutland, M. & Barlex, D. (2008). Perspectives on pupil creativity in design and technology in the lower secondary curriculum in England. *International Journal of Technology and Design Education*, 18(2), 139-165. doi:10.1007/s10798-007-9024-6.
- Sanders, M. (2009). STEM, STEM education, STEMmania. *The Technology Teacher*, 68(4), 20-26.
- Undervisningsministeriet (2015). *Vejledning til forsøg med matematisk naturfaglig projektopgave i 9. klasse*. Lokaliseret 14.03.17 på <https://www.uvm.dk/-/media/UVM/Filer/Udd/Folke/PDF16/Jan/160126-Vejledning-til-forsog-med-matematisk-naturfaglig-projektopgave-i-9,-d,-,klasse.ashx>.
- Undervisningsministeriet (2016). *Kommissorium for en national naturvidenskabsstrategi*. Lokaliseret 13.04.2017 på <http://astra.dk/kommissorium>.
- van Driel, J.H., Meirink, J., van Veen, K. & Zwart, R. (2012). Current trends and missing links in studies on teacher professional development in science education: A review of design features and quality of research. *Studies in Science Education*, 48(2), 129-160.
- White, D.H. (2014). What Is STEM Education and Why Is It Important? *Florida Association of Teacher Educators Journal*, 1(14), 1-9.
- Øster, K., Nørregaard, H. & Norrild, P. (red.). (2013). *Naturfag i Tiden* (rapport). Lokaliseret 14.03.2017 på [http://ntsnet.dk/sites/default/files/104581%20E-Rapport%20-%20Naturfag%20i%20tiden%20\(1\).pdf](http://ntsnet.dk/sites/default/files/104581%20E-Rapport%20-%20Naturfag%20i%20tiden%20(1).pdf).

# 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.

# Problempopstilling som vurdering for læring



Dorte Moeskær Larsen,  
Laboratorium for  
Sammenhængende  
Uddannelse og Læring,  
Syddansk Universitet

*Kommentar til Mette Thompson: "Skab fokus på mestring", MONA, 2017-1.*

Mette Thompson sætter i artiklen *Skab fokus på mestring* fokus på evalueringskulturen i den danske matematikundervisning, og hun giver helt konkrete praksiseksempler på hvordan hun har arbejdet med at komme tættere på vurdering af modelleringskompetencen og problembehandlingskompetencen. Hun argumenterer for at der skal ske en udvikling af den evalueringspraksis der foregår i klasserummene, således at den stemmer bedre overens med den undervisningspraksis vi gerne vil have der her skal foregå. Mette Thompson sætter derved fokus på et vigtigt område i matematikdidaktikken da de typer af skriftlige vurderingsmetoder der anvendes i matematikundervisningen i dag, desværre ofte er fattige, ensidige og oftest kun vurderer udførelsen af matematiske færdigheder.

I artiklen beskrives nogle interessante praksiseksempler som illustrerer hvordan man kan anvende problemstillinger til at vurdere matematiske kompetencer som et mål, således at kompetencerne ikke kun vurderes som et middel til at opnå matematikfærdigheder. Generelt er det vigtigt, når elevers matematiske kompetencer skal vurderes som mål, at der anvendes et bredt repertoire af tilgange; ingen enkelt form for vurdering kan stå alene da de fleste vurderingsmetoder både har nogle fordele, men også udfordringer, især i forhold til validitet og reliabilitet. Jeg vil med denne kommentar støtte det fokus Mette Thompson sætter på vurdering, men samtidig udvide repertoireet af tilgange til at vurdere de matematiske kompetencer, således at tilgangen ikke altid er at løse opstillede matematiske problemstillinger, men at man også kan vurdere på elevernes matematiske kompetencer ved at lade eleverne selv opstille matematiske problemstillinger.

At opstille matematiske problemstillinger (Problem Posing) har fortrinsvis været diskuteret i instruktions- og undervisningsøjemed i mange år og er også en del af Fælles Mål, men i denne sammenhæng vil jeg argumentere for mulighederne for også at anvende problempopstilling i en vurderingssammenhæng.

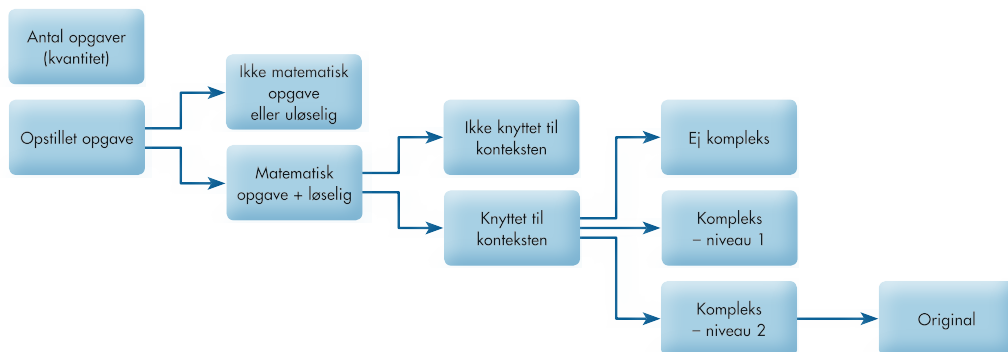
At opstille problemer kan defineres som den proces hvormed eleven på baggrund af sine matematiske erfaringer konstruerer personlige tolkninger af konkrete situationer og ud fra disse formulerer meningsfulde matematiske problemer (Stoyanova & Ellerton, 1996). Elevoplægget som skal få eleverne til at lave en eller flere problemopstillinger, kan udformes på mange måder; oplægget kan være *åbent*, med angivelse af en kort sætning eller et emne, det kan være *semistruktureret*, her med angivelse af en slags kontekst (tabel eller en figur), eller opgaveoplægget kan være *struktureret*, hvor eleverne i så fald skal opstille problemer ud fra andre veludbyggede problemer eller svar (Arikan & Unal, 2014).

Det er her vigtigt at der skelnes mellem vurdering *med* problemopstilling og vurdering *af* problemopstilling. Ved vurdering *med* problemopstilling er målet at vurdere andre matematikområder ved hjælp af problemopstilling, eksempelvis om eleverne har forståelse for at forskellige divisionsresultater afhænger af konteksten. I en sådan undersøgelse kunne eleverne få oplægget: *Opstil så mange forskellige problemer som muligt som alle kan løses med samme division:  $540/40 = ?$ . To problemer anses for forskellige hvis de har forskellige svar.* Her kunne en elev svare: *Hvis du har 540 cd'er, og de skal placeres i kasser med plads til 40 cd'er, hvor mange kasser kan du fylde?* Her vil svaret være 13; hvis du derimod spørger til *Hvad er det mindste antal kasser der er behov for*, vil svaret være 14. Et svar kunne også være 20 hvis problemet derimod handler om hvor mange cd'er der er tilovers. Ser vi derimod på vurdering *af* det at opstille problemer, kan det give nogle interessante vinkler på de matematiske kompetencer (Silver & Cai, 2005). Hvis man fx lader elever opstille en opgave ud fra en allerede givet problemstilling, vil det tvinge eleverne til at stille sig selv spørgsmålet *Hvad nu, hvis ikke ...?*, hvilket betyder at man kan få eleverne til at se anderledes på den givne problemstilling. Brown og Walter (2005) skriver at det desværre ofte er sådan at når elever løser problemløsningsopgaver, så forstår de ikke fuldt ud betydningen af hvad de har gjort, medmindre de skal generere og forsøge at analysere nogle nye problemstillinger. Ved problemopstilling bliver eleverne nødt til at interagere på en konkret måde med den præsenterede situation idet de bliver nødt til at overveje kontekstens natur og mulige veje til løsninger, og igennem disse overvejelser giver det store muligheder for at vise en divergerende og fleksibel tænkning, herunder fx kreativ tænkning (Arikan & Unal, 2014). Ved problemopstilling bliver eleverne samtidig nødt til også at overveje og være bevidste om løsningen til problemet, især hvis det er et krav at de selv skal svare på deres problemstilling. Dette indikerer endvidere relationen mellem problemløsning og problemopstilling. Der er påvist en korrelation mellem elevers kompetencer til at problemløse og elevers kompetencer til at opstille problemer (Silver & Cai, 1996), og der er også fundet en korrelation mellem kompetencen til at opstille problemer og generel matematisk kompetence (Nicolaou & Philippou, 2004). Van Den Brink (1987)

beskriver endda at problemopstilling kan anses som et spejl der reflekterer naturen og aspekter af elevers matematiske erfaringer.

Mette Thompson beskriver i artiklen positivt den deskriptive evaluering. Problemopstilling kan også ses som en deskriptiv evaluering. Det bliver i vurderingen af elevernes opstillede opgaver ikke kun et spørgsmål om at mestre eller ikke at mestre, men mere et spørgsmål om *i hvor høj grad* eleverne mestrer. Silver og Cai (2005) foreslår at anvende 3 kriterier i vurderingen: kvantitet, originalitet og kompleksitet. Kvantiteten kan beskrives ved hjælp af det tidligere nævnte divisionsoplæg (540/40 =), hvor kriteriet i så fald netop handler om at opstille så mange forskellige korrekte opgaver som muligt. Originaliteten kan være svær at afgøre for den enkelte matematiklærer da den foreslås vurderet ved begreber som “at være atypisk” og “one-of-a-kind”, men er man interesseret i at vurdere på kreativitet, er det ikke desto mindre et meget interessant vurderingskriterie. Det tredje kriterie handler om kompleksiteten i de opstillede opgaver. Dette kriterie afhænger meget af hvilket perspektiv der skal vurderes, og kan være problematisk at vurdere. Det kan dreje sig om hvordan de opstillede problemstillinger hænger sammen med konteksten, det kan dreje sig om lingvistiske strukturer, herunder tilstedeværelsen af relationelle og betingede udsagn, eller det kan dreje sig om sværhedsgraden af matematikindholdet. Problemer der involverer division, kan eksempelvis anses som havende højere niveau end addition. Mette Thompson foreslår at anvende Solo-taksonomien (Biggs & Collis, 1989) til vurdering af problemløsnings-svar. Dette er også en mulighed inden for problemopstilling.

I et igangværende forsknings og udviklingsarbejde omkring undersøgende matematik (Kvalitet i Dansk og Matematik – KiDM<sup>2</sup>) anvendes semistruktureret problemopstilling som en del af elevvurderingen i en før- og eftertest. I KiDM bliver problemopstillingerne vurderet med inspiration fra Silver & Cai (2005) ud fra dette udviklede vurderingsskema:



**Figur 1.** Vurderingsmodel til problemopstillingsopgaver i KiDM.

2 Cf. fx <http://laeremiddel.dk/projekter/igangvaerende-projekter/kidm-bede-kvalitet-i-dansk-og-matematik/>.



Kvantitetskriteriet fra Silver og Cai (2005) anvendes her som et selvstændigt kriterie. Komplexitetskriteriet bliver opdelt i både en vurdering af det pålagte krav om kontekstrelatering og en vurdering af udregningskompleksiteten (eksempelvis: kan svaret findes direkte fra de givne informationer (ej kompleks), eller skal der laves en eller flere udregninger før svaret findes?) samt af sværhedsgraden i det matematiske indhold. Originaliteten anvendes når elevens opgave er en kontekstknyttet, kompleks, atypisk og relevant opstillet opgave.

Alan Schoenfeld (2015) beskriver at USA står ved en skillevej angående matematikens didaktik hvor vurdering og evaluering kommer til at spille en stor rolle som katalysator for forandring. Skal der således ske en ændring af den undervisningspraksis der foregår i klasseværelserne, er det fokus Mette Thompson sætter på mestring af matematik i sin artikel, et vigtigt indspark, således at vi i Danmark også får sat et fokus på forskellige muligheder for at evaluere, vurdere og teste elevernes matematiske kompetencer. Det er vigtigt at vi sammen orienterer systemet i den rigtige retning, og jeg er enig når Tom Lowries (1999) beskriver at problempopstilling også kan være et stærkt vurderingsredskab i vurdering af komplekse matematiske kompetencer.

## Referencer

- Arikan, E.E. & Unal, H. (2014). Development of the Structured Problem Posing Skills and Using Metaphoric Perceptions. *European Journal of Science and Mathematics Education*, 2(3), s. 155-166.
- Brown, S.I. & Walter, M.I. (2005). *The art of problem posing*. Psychology Press.
- Lowrie, T. (1999). Free Problem Posing: Year 3/4 students constructing problems for friends to solve. I: J. Truran & K. Truran (red.), *Making a difference* (Proceedings of the 22nd annual conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia, Adelaide, s. 328-335). Sydney: MERGA.
- Nicolaou, A.A., & Philippou, G.N. (2004). Efficacy beliefs, ability in problem posing, and mathematics achievement. In *Proceedings of the 3rd International Biennial Self Research Conference Berlin, Self-concept, motivation and identity: Where to from here?*
- Schoenfeld, A.H. (2015). Summative and Formative Assessments in Mathematics Supporting the Goals of the Common Core Standards. *Theory Into Practice*, 54(3), s. 183-194.
- Silver, E.A. & Cai, J. (1996). An analysis of arithmetic problem posing by middle school students. *Journal for research in Mathematics Education*, s. 521-539.
- Silver, E.A. & Cai, J. (2005). Assessing Students' Mathematical Problem Posing. *Teaching Children Mathematics*, 12(3), s. 129.
- Stoyanova, E. & Ellerton, N.F. (1996). A framework for research into students' problem posing in school mathematics. *Technology in mathematics education*, s. 518-525.
- Van Den Brink, J. (1987). Children as arithmetic book authors. *For the learning of mathematics*, 7(2), s. 44-47.



# Kompetencemålsstyring og competititis



Jens Højgaard Jensen,  
IMFUFA, INM, RUC

*Kommentar til Jette Reuss Schmidt: "Neoliberal styring af dansk naturfagsundervisning siden årtusindskiftet – fra pensumitis til competititis?", MONA, 2017-1.*

Jette Reuss Schmidts (JRS) artikel i sidste nummer af MONA var befriende læsning. Den placerer en didaktisk diskussion i dens politiske kontekst. Derved er artiklen, for mig at se, mere realistisk end så megen anden didaktisk litteratur der byder sig til med positive overvejelser afkoblet fra de organisatoriske og politiske sammenhænge overvejelserne udspringer af og vil blive brugt i. Forestillingen, først positiv evidens baseret på uafhængig didaktisk forskning, dernæst politisk beslutning på et oplyst grundlag, er i bedste fald naiv, i værste fald skræmmende totalitær. Didaktik leverer ikke positiv evidens som medicin kan gøre det. Jeg kender ikke til et eksempel på positiv didaktisk evidens på linje med fx evidensen af virkningen af HPV-vaccinen. Hvis didaktikere udgiver sig for at kunne levere positiv evidens, risikerer de at politisere som politologer gør det når de legitimerer "den nødvendige politik".

JRS afdækker i artiklen hvordan en, blandt andet OECD-inspireret, neoliberal styring har præget rammesætningen af dansk naturfagsundervisning siden årtusindskiftet. I forlængelse af den overordnede New Public Management (NPM) top-down-styring er et af styringsmidlerne et omfattende sæt kompetencemål. Derfor spørger JRS om ikke naturfagsundervisningen er skiftet fra at lide af sygdommen pensumitis til (også) at lide af sygdommen competititis. JRS har her konstrueret ordet competititis som en sammensætning af de engelske ord competence og competition. Degenereringen af kompetencemål til en lang række løsrevne "faglige" byggesten skal ud over et skift fra pensumorientering til competenceorientering (competence) også, som et selvstændigt formål, sikre at kompetencemålene leverer gode vilkår for konkurrence og benchmarking (competition).

Ordet pensumitis stammer fra en artikel som jeg skrev i 1995 (Jensen, 1995). Synes jeg da stadig at pensumitis er et hovedproblem, eller er det blevet competititis der nu

er udfordringen? Og i bekræftende fald: Hvad kan naturfagsdidaktik bidrage med for at begrænse ulykken?

Som citeret af JRS beskrev jeg sygdommen pensumitis således:

Den består i, at pensum forveksles med faglighed (indsigt, forståelse og kunnen) og i, at undervisning forveksles med tilegnelse med den konsekvens, at tilrettelæggelse af undervisning indskrænkes til fastlæggelse af pensum. Tænk fx på: Højt fagligt niveau som bilist = stort og rigtigt sammensat pensum til teoriprøven. (Jensen, 1995).

Pensumitis har overfladelæring i stedet for dybdelæring som konsekvens. Den opfattelse fik tilslutning i det daværende undervisningsministerium i en grad så ordet blev brugt i offentligheden af to på hinanden følgende undervisningsministre. Men hvordan bekæmpe sygdommen?

I 1999 gav Mogens Niss med artiklen "Kompetencer og uddannelsesbeskrivelse" (Niss, 1999) et bud. Brugen af ordet kompetence var her hverken neoliberalt eller OECD-inspireret. Og heller ikke direkte arbejdsfunktionsorienteret. Ordet var valgt som en nøgle til mere grundlæggende beskrivelser end pensumbeskrivelser af fag, i første omgang faget matematik. I kølvandet fulgte den omfattende KOM-rapport (Niss & Jensen, 2002) vedrørende matematik og inspireret heraf en tilsvarende rapport vedrørende naturfag (Dolin, Krogh & Troelsen, 2003). Der fandt altså en markedsføring af et fagrettet kompetencebegreb sted i samarbejde imellem centraladministrationen og de matematikdidaktiske og naturfagsdidaktiske miljøer. Man kan derfor spørge: Er didaktikmiljøerne ansvarlige for competitis-tilstanden nu om dage som JRS beskriver den?

JRS skriver om den senere udvikling:

Dermed flyttes magten fra mødet mellem underviseren, den studerende og det faglige indhold til en output-fikseret, markedsrelateret central målsætning hvor markedet personificeres med den kommende arbejdsgiver.

I modsætning hertil bedømmer JRS didaktikmiljøernes kompetencerapporter som orienteret imod almindelse og bottom-up-processer. JRS giver altså ikke didaktikmiljøerne ansvaret for udviklingen imod competitis. Jeg kan tilslutte mig frifindelsen med følgende citat fra afslutningen af Mogens Niss' første artikel om kompetencer:

*Advarsel mod behaviorismefælden. Det skal ikke skjules, at bestræbelserne på at levere en kompetencebaseret karakterisering af et undervisningsfag, som her matematik, også kan rumme visse farer for misbrug. Den vigtigste fare består i at forlade det sammenfattende og overordnede beskrivelsesniveau for i stedet at gå i detaljer med udparcellering og selvstæn-*

*diggørelse af kompetenceelementer, et forehavende der måske kunne friste nogle, i disse tider, der er så besat af afrapportering-, dokumentations- og evalueringstiltag. (Niss, 1999)*

Kan Mogens Niss (m.fl.), på trods af hans således forudseende advarsel, anklages for at have gjort kompetencetænkning i almindelighed til en medvind som førte competitiv-sejladsen med sig?

I 1996 skrev jeg en artikel med overskriften "Kan "konstruktivismen som ide" udrydde pensumitis?" (Jensen, 1996) som reaktion imod at pædagoger og didaktikere på det tidspunkt havde set lyset i "den konstruktivistiske ide". Ikke fordi jeg var imod den (selvfølgelig) konstruktivistiske ide. Men hvor langt rækker ideer egentlig ved sygdomsbekæmpelse? I konklusionen på artiklen skrev jeg:

Især er det vanskeligt at tro på, at "konstruktivismen som ide" kan udrydde pensumitis, hvis det indebærer, at ideen skulle overflødiggøre styringsbehovene i uddannelsessystemet. Afvejningen af styringsmålsætninger over for styringsmidler og deres skadevirkninger er en sag af uddannelsespolitisk nærmere end snævrere pædagogisk karakter. (Jensen, 1996).

Nu mere end tyve år efter kan vi erstatte "konstruktivismen som ide" med "uddannelsesbeskrivelser ved kompetencemål" i citatet. Det er, som sagt indledningsvis, også i dag naivt at forestille sig didaktik og pædagogik løsrevet fra uddannelsespolitik. Og skal man tænke positivt

over, hvordan man med ord bedst bidrager til at fremme den gode undervisning, er det bedre på sokratiske vis at markedsføre et skældsord som dåseåbner for problembevidsthed end at påfylde omgivelserne positiv "sandhed" gennem plusord. (Jensen, 1996).

Skældsordet pensumitis er således stadig et godt ord som ikke så let kan drejes væk fra dets intenderede formål som plusordet kompetencer kan. Samtidig er det mere realistisk at betjene sig af skældsord end plusord. Fagdidaktik er først og fremmest leveringsdygtig i konklusioner om hvad der *ikke* virker, frem for konklusioner om hvad der virker.

Jeg er altså glad for JRS' markedsføring af skældsordet competitiv. Og det tror jeg også at Mogens Niss er.

Alligevel synes jeg ikke skældsordet competitiv overflødiggør plusordet kompetencemålstyring som positiv replik til pensumitis. Der er brug for kompetencetænkningen ved bottom-up-udvikling af undervisning. Et eksempel jeg har inde på livet, er fx min søns (Tomas Højgaards) bidrag til udviklingen af lærebogssystemet Matematrix til folkeskolens matematikundervisning (Matematrix, 2001-2008). Der er ikke her tale

om et top-down-bestillingsarbejde. Men derimod om en bottom-up-proces der så vidt jeg kan vurdere, er positivt inspireret af arbejdet med den omtalte KOM-rapport.

JSR skriver i afslutningen af sin artikel:

Som naturfagsundervisere og naturfagsinteressenter i øvrigt må vi til stadighed have fokus på hvilke unge mennesker vi ønsker at skabe, og dermed på hvilket samfund vi ønsker

og

...argumentere for en forståelsesorienteret naturfagsundervisning hvor man netop ikke forsøger hurtigst muligt at komme fra input til output, og hvor formålet med naturfagsundervisningen står i centrum.

Til fokusering af både forståelser og formål kan kompetencetænkning efter min vurdering være værdifuld. Med forbehold for meget lille erfaring med folkeskolens undervisning i naturfag forestiller jeg mig at følgende kompetencetænkte fokusering kan være af (positiv) værdi: Ved siden af viden om naturforhold skal folkeskolens naturfagsundervisning lægge kølen til elevernes *kompetence* i at vurdere *naturvidenskabelig evidens* som kernen i deres *naturvidenskabelige dannelse*.

Fra min universitetsundervisning ved jeg at det er en svær og stor udfordring som må basere sig på en fagkultur i sin helhed snarere end overleverbare opskrifter. Som eksempel vil jeg nævne min erfaring fra vejledning af et projekt på andet år af den naturvidenskabelige basisuddannelse på RUC. Projektet fyldte halvdelen af de studerendes tid i et semester. De studerende havde i udgangspunktet ønsket at arbejde med jordstråler. Siden fik jeg overtalt dem til at dreje projektet imod en komparativ modstilling af jordstråler og radioaktive stråler. Man kan hverken tage, se eller føle på hverken jordstråler eller radioaktive stråler. Hvordan kan vi fysikere da vide at der er evidens for det ene og ikke for det andet? Er der ikke blot tale om en fysikerfordom? Eksemplet viste mig at det der rykkede på de studerendes forståelse af hvad der er evidens for, og hvad ikke, ikke så meget var argumenter af bestemte slags som det var deres integrerede erfaringer gennem hele projektforløbet. Kort sagt: Evidens er ikke så klar og entydig en størrelse. Den skal erfares i dens mange versioner.

Ved reklame for naturvidenskab og popularisering af naturvidenskab er det næsten udelukkende naturvidenskabelige resultater, og næsten aldrig naturvidenskabelige metoder, der er i centrum for opmærksomheden. I forhold til "hvilke mennesker vi ønsker at skabe, og dermed hvilket samfund vi ønsker", er det imidlertid vigtigt at åbne op for en orientering imod metoderne og vurderinger af naturvidenskabelig evidens. Og det kræver et skift fra pensumtænkning til kompetencetænkning.

Men kompetenceordet alene flytter selvfølgelig ikke noget. Dybest set drejer det sig om at bevare og udvikle metodisk orientering og forståelse i og omkring den naturfaglige kultur i folkeskolen. På trods af, ikke i kraft af, top-down-styringen. Uanset neoliberalisme eller ej kan toppen kun stå i vejen så længe den ikke erkender at dens mangel på brede naturvidenskabelige erfaringer nødvendiggør udpræget bottom-up-mobilisering.

## Referencer

- Dolin, J., Krogh, L.B. & Troelsen, R. (2003). En kompetencebeskrivelse af naturfagene. I: Busch H, Horst S. & Troelsen R. (red.), *Inspiration til fremtidens naturfaglige uddannelser. En antologi*. København: Undervisningsministeriet, Uddannelsesstyrelsen.
- Jensen, J.H. (1995). Faglighed og pensumitis, *Uddannelse*, nr. 9, 464-468.
- Jensen, J.H. (1996). Kan "konstruktivismen som ide" udrydde pensumitis? I: Eskilsson O. & Helldén G. (red.), *Naturvidenskaberne i skolan inför 2000-talet*, 274-279. Kristianstad: Fagus förlag.
- Matematrix (2001-2008), 0-9. klasse. København: Alinea A/S.
- Niss, M. (1999). Kompetencer og uddannelsesbeskrivelse, *Uddannelse*, nr. 9, 21-29.
- Niss, M. & Jensen, T.H. (2002). *Kompetencer og matematiklæring – Ideer og inspiration til udvikling af matematikundervisning i Danmark*. København: Undervisningsministeriet, Uddannelsesstyrelsen.

# Læreruddannelser fra fortiden



Morten Rask Petersen,  
Laboratorium for  
Sammenhængende  
Uddannelse og Læring,  
Syddansk Universitet



Frank Jensen,  
Laboratorium for  
Sammenhængende  
Uddannelse og Læring, UC  
Lillebælt



Claus Michelsen,  
Laboratorium for  
Sammenhængende  
Uddannelse og Læring,  
Syddansk Universitet

*Kommentar til Carl Winsløw: "Læreruddannelse i fremtiden", MONA, 2017-1.*

I sin aktuelle analyse af læreruddannelser i Danmark tager Carl Winsløw (CW) fat på en om ikke eviggyldig så i hvert fald present problemstilling (Winsløw, 2017). I CW's beskrivelse af læreruddannelserne til henholdsvis grundskole og ungdomsuddannelser fremgår det at han mener at tiden er rendt lidt fra dem begge. I kraft af andre samfundsmæssige krav er læreruddannelsen til grundskolen ikke akademisk nok. Til gengæld er læreruddannelsen til ungdomsuddannelserne tilpasset undervisning af den intellektuelle elite, og med nutidens krav om at størstedelen af unge mennesker skal gennemføre en ungdomsuddannelse der er adgangsgivende til videre uddannelse, er de blevet rendt over ende og sidder nu med den intellektuelle elite som en minoritet i klasserne. En tolkning af dette betyder for os at CW i den aktuelle analyse afgrænser ungdomsuddannelserne til de gymnasiale uddannelser. Løsningen ligger ifølge CW i en af tre modeller, eller en kombination af disse, som adresserer henholdsvis større "matematisk viden for undervisning" (MKT) (eller PCK i forhold til matematik), højere status for lærerprofessionen samt kreativ omgang med den matematik der skal undervises i.

Et minus ved den aktuelle analyse, set fra vores perspektiv, er den manglende diskussion af hele formålet med de to typer uddannelse. Er begge uddannelsesniveauer erhvervsrettede, eller er de begge alment dannende, og hvilket perspektiv efterlader det i forhold til at uddanne lærere til de respektive niveauer? Det er væsentlige spørgsmål at stille sig i forhold til en diskussion af fagenes indhold og struktur i læreruddannelser til henholdsvis grundskole og gymnasiale uddannelser. Dannelses-

perspektivet i analysen af læreruddannelserne bliver i hvert fald, set fra vores side, nærmest fraværende.

I CW's aktuelle analyse fremgår det at strukturen med to forskellige læreruddannelser på to forskellige institutionsniveauer ikke er hensigtsmæssig. Og med henvisning til det lave faglige indhold i forhold til andre fag kan det derfor let tolkes som en holdning om at læreruddannelserne til grundskolen skal yderligere akademiseres og i sidste ende gerne lægges ind under universiteterne, som det i dag er tilfældet i mange europæiske lande som vi gerne vil sammenligne os med, eksempelvis Finland. Spørgsmålet er dog om mere fagligt indhold alene vil være en løsning uden at dette faglige indhold sættes i spil i forhold til lærernes MKT eller PCK.

Uden at komme med konkrete løsningsforslag mener CW at det: "... vil kræve en modig og visionær uddannelsesminister at sætte gang i det." (Winsløw, 2017, s. 62). Heri er vi, som læreruddannere til begge systemer, ikke nødvendigvis enige. Tværtimod kræver det måske mere en modig og visionær uddannelsesminister at lade det som er ved at vokse frem, spire og sætte frugt frem for at omstrukturere og omorganisere på ny. Flere steder i Danmark arbejdes der med læreruddannelser til grundskolen som bygger på større faglighed og PCK inden for naturfagene og matematik og samtidig har fokus på at øge lærerprofessionens status gennem uddannelsen af fokuserede faglærere. Vi vil her give et eksempel fra et af de udviklingsarbejder.

I efteråret 2015 startede de første 28 studerende på en naturvidenskabelig profil på læreruddannelsen udbudt i samarbejde mellem UC Syd, UC Lillebælt og Syddansk Universitet inden for det strategiske forsknings- og udviklingssamarbejde i Laboratorium for Sammenhængende Uddannelse og Læring. Profilen er ikke i sig selv fokuseret på at ændre på sammensætningen af den timetalsmæssige fordeling af fagfaglighed, men derimod mere rettet mod en fokuseret faglighed omkring samspillet mellem matematik og naturfagene. For studerende på denne profil er der ikke frit valg mellem de forskellige undervisningsfag i læreruddannelsen. Derimod skal de studerende ud over matematik, som er obligatorisk, vælge tre af de fire naturfaglige undervisningsfag biologi, fysik/kemi, geografi eller natur & teknologi (Petersen & Michelsen, 2016). Som færdiguddannet lærer står man dermed med en stærk naturfaglig og matematisk profil, samtidig med at man opnår undervisningskompetence i ét undervisningsfag mere end den almindelige læreruddannelse. Det ekstra undervisningsfag gives der plads til ved at samtænke store dele af den fagdidaktiske uddannelse der ellers har ligget under hvert enkelt fag. Hermed gives rum til at sådanne lærere med overblikket over flere naturfaglige områder i samspil med matematikken kan udvikle deres undervisning i den fagligt kreative retning som CW efterlyser.

Ydermere er de studerende gennem deres uddannelse knyttet til universitetskurser med både fagfagligt og fagdidaktisk indhold på i alt 30 ECTS. Fx skal de studerende planlægge og udføre et valgfrit projekt over et naturvidenskabeligt emne blandt en



række forslag fra de naturvidenskabelige institutter ved universitetet og får herigennem indsigt i og erfaring med den moderne naturvidenskabelige virksomhed. Med de erfaringer vi indtil nu har med lærerne på uddannelsen, er dette noget der er med til i de studerendes øjne at øge status af deres uddannelse idet flere begrundet valget af netop denne profil med tilknytningen til et aktivt videnskabeligt fagfagligt og fagdidaktisk miljø. En anden afledt effekt af denne del af undervisningen er at de lærerstuderende i disse kurser deltager sammen med studerende på kandidatuddannelserne og dermed får mulighed for et større indblik i hvorledes kommende lærere til ungdomsuddannelser uddannes, samtidig med at de studerende får en unik mulighed for at udvikle et fælles fagdidaktisk begrebsapparat. På sigt kan dette give en synergieffekt hvor overgangen mellem grundskole og ungdomsuddannelse gøres lettere for de mange som skal gennem dette.

Det er i hvert fald vores opfattelse at sådanne tiltag på grundskoleområdet kan adressere netop de tre modeller som CW bringer i spil i forhold til en styrkelse af lærerprofessionen og den professionelle daglige udførelse af denne på grundskoleniveau.

Sådanne tiltag ændrer naturligvis ikke på læreruddannelsen til ungdomsuddannelserne hvor CW påpeger at manglen på kvalificerede undervisere kan åbne op for nye måder at opnå undervisningskompetence. Det er selvfølgelig et problem at der ikke er undervisere nok. Men som CW (2017) også påpeger, kan et "kludetæppe af "certificeringer" og andre variationer i vejen til lærergerningen" (s. 60) også føre til at vi kommer i modsat retning af de tre modeller. En diskussion som denne kommentar ikke har plads til, kunne være i forhold til struktureret efter- og videreuddannelse af lærere gennem hele ens professionelle virke.

I bund og grund er vi dog ikke så bekymrede på dette område. Især i forhold til lærerprofessionens status på ungdomsuddannelserne har vi gennem de senere år oplevet en ændret holdning. Flere og flere af de studerende starter deres studier med den overbevisning at de skal være lærere på ungdomsuddannelserne, og flere og flere studerende vælger at skrive bachelorprojekt og/eller speciale i fagdidaktik. Det er ikke tendenser vi tolker i retning af en profession uden prestige – tværtimod.

Vi er derfor rimeligt fortrøstningsfulde i forhold til fremtidens lærere i naturfagene og matematikken og mener i konsekvens heraf at netop på dette område skal ministeren måske ikke sætte gang i noget, men blot sætte sig og lade det som er ved at vokse frem, spire og sætte frugt.

## Referencer

Petersen, M.R., & Michelsen, C. (2016). *Interdisciplinary science and mathematics teacher education in Denmark*. Paper presented at the SMEC 2016: STEM Teacher Education – Initial

and Continuing professional development, Dublin City University. Hentet 6.4.17 på <http://www.dcu.ie/sites/default/files/smec/pdfs/smec2016-proceedings-for-web.pdf>

Winsløw, C. (2017). Lærereddannelsen for fremtiden. *MONA – Matematik- og Naturfagsdidaktik*, (1), s. 59-63.

# Hvad skal en lærer kunne?



Ole Goldbech,  
Professionshøjskolen UCC

*Kommentar til Carl Winsløw: "Læreruddannelse i fremtiden", MONA, 2017-1.*

Carl Winsløw indleder sin analyse med overskriftens, ifølge ham selv på én gang naive og komplekse spørgsmål og allerede i sin beskrivelse af virkeligheden i det danske uddannelsessystem giver han en væsentlig del af svaret på spørgsmålet, nemlig som jeg fortolker det: Det afhænger fuldstændig af hvilke elever læreren skal undervise, og svaret er både mindst lige så naivt og komplekst som spørgsmålet. Der findes naturligvis en række gode begrundelser for at professionsuddannelsen til folkeskolelærer og den videnskabscentrerede universitetsuddannelse til gymnasielærer er forskellige. Først og fremmest ligger der en forskel i formålet med folkeskolen og gymnasiet, idet de begge er orienteret mod elevernes dannelse, medens gymnasiets tillige er orienteret mod det studieforberedende. Men det kunne måske tale for at de fuldstændig vandtætte skotter der eksisterer imellem uddannelserne gradvis burde åbnes. De to uddannelser ville sandsynligvis gensidigt kunne inspirere hinanden.

## ASTE uddannelsen

Vores erfaringer med ASTE uddannelsen (omtalt og beskrevet tidligere i MONA i Goldbech, 2013 og Goldbech, 2015) på professionshøjskolerne Metropol og UCC er imidlertid at det ikke er helt enkelt at gennemføre denne åbning.

I udviklingen af ASTE uddannelsen har vi haft tre grundpiller, nemlig:

- de studerende skal præsenteres for eksempler på tværfaglig undervisning og derfor skal en del af undervisningsfagene (biologi, fysik/kemi, geografi og matematik) undervises i tværfaglige moduler,
- uddannelsen skal udvikles i et samarbejde mellem universitetsmiljøer og professionshøjskolemiljøer,
- de studerende skal have udvidet mulighed for praksistilknytning, dels gennem tilknytning til en enkelt skole gennem hele studieforløbet, dels gennem deltagelse i lektionsstudier.

## Samarbejde mellem professionshøjskoler og universiteter

Udviklingen af ASTE uddannelsens hovedelementer og idégrundlag er i et vist omfang sket i et samarbejde mellem medarbejdere fra de to professionshøjskoler og medarbejdere fra de to universitetsmiljøer, Institut for Naturfagernes Didaktik (IND) fra KU og DPU fra AU. Men da udviklingen af uddannelsen på forhånd var bundet af at den skulle ligge indenfor rammerne af den ordinære læreruddannelse har der ikke været muligheder for fx at ændre ved vægtningen imellem undervisningsfagene, fagene i gruppen lærerens grundfaglighed, bachelorprojektet og praktikken. Der har dog hele tiden været et berigende samarbejde i udviklingsgruppen, som har bestået af undervisere på de to professionshøjskoler og enkelte medarbejdere fra de to universitetsmiljøer, med talrige refleksioner over netop spørgsmålet, hvad er det en lærer skal kunne?

De største vanskeligheder i samarbejdet i udviklingsgruppen mellem de to grupper medarbejdere (professionshøjskoler og universiteter) har vist sig i forbindelse med udviklingen af nye moduler, især de fire tværfaglige moduler. Strukturen i de fire moduler er valgt således at hvert modul indeholder en vis mængde stof fra to eller tre af de fire undervisningsfag og at vægtningen tilsammen med de monofaglige moduler giver hvert af undervisningsfagene en samlet andel som vist i Figur 1. I diskussionerne af hvad indholdet i de tværfaglige moduler skulle være, viste det sig meget tydeligt, som Carl Winsløw påpeger, at der er forsvindende lidt fælles indhold i folkeskolelærer- og gymnasielæreruddannelsen. Medarbejderne fra universitetsmiljøerne fandt det endvidere vanskeligt at bidrage til udviklingen af modulerne da de ikke var fortrolige med den faglige og fagdidaktiske diskurs der er en del af professionshøjskolemiljøet.

En anden mulighed for samarbejde mellem de to undervisningsmiljøer er gensidige besøg og gæstelærerfunktion. Den er kun i meget begrænset omfang indtil nu blevet udfoldet i forbindelse med ASTE uddannelsen, men den rummer helt klart et potentiale ikke mindst i bestræbelserne på at overkomme de kulturelle barrierer der åbenlyst er mellem miljøerne.

	Monofaglig	ASTE 1	ASTE 2	ASTE 3	ASTE 4	SUM
BIO	20	7	3	-	-	30
FYS/ KEM	20	-	3	3	4	30
GEO	20	-	4	-	6	30
MAT	30	3	-	7	-	40

**Figur 1.** Vægtningen mellem de 4 undervisningsfag i monofaglige moduler og i de fire tværfaglige moduler

En tredje mulighed for samarbejde de to undervisningsmiljøer imellem er blevet afprøvet i forbindelse med en række lektionsstudier eller åbne lektioner, som er blevet arrangeret i forbindelse med ASTE uddannelsen. Her har der været en åben invitation til medarbejdere ved relevante miljøer på KU. Det har givet anledning til nogen deltagelse ligesom det har medvirket til væsentlige refleksioner ved de didaktiske samtaler som efterfølger en åben lektion (Mogensen, 2015). Denne mulighed rummer ligeledes et stort potentiale for udbygningen af samarbejdet mellem de to sektorer og på længere sigt mulighed for inspiration de to læreruddannelser imellem på det fagdidaktiske område.

## Praksistilknytning

Ud over forskellen mellem de to veletablerede læreruddannelser fremhæver Carl Winsløw skellet mellem på den ene side den rent teoretiske uddannelse og den rendyrkede mesterlære. De to uddannelser kan vel siges begge at forsøge at finde et kompromis mellem de to positioner.

I udviklingen af ASTE uddannelsen har vi tilstræbt at tydeliggøre praksistilknytningen, men ikke på bekostning af uddannelsens teoretiske indhold hverken i undervisningsfagene eller i lærernes grundfaglighed. Vi har derfor tilstræbt at en studerende på ASTE uddannelsen så tidligt som muligt efter studiestart får tildelt en skole som dels skal tjene som praktikskole for den studerende dels være en kilde for den studerende til indsamling af empiri i forbindelse med den teoretiske del af uddannelsen, ikke mindst i forbindelse med bachelorprojektet.

Der er generelt et godt samarbejde mellem professionshøjskolerne og ASTE praktikskolerne. Der er blevet gennemført kurser for alle praktiklærere som er tilknyttet ASTE, omfattende bl.a.: Introduktion til ASTE uddannelsens opbygning og principper, Lektionsstudier – planlægning, observation og vejledningssamtalen, Moderne didaktiske principper for matematik og naturfag – undervisningsplanlægning og nye Forenklede Fælles Mål, Udvikling af en flerfaglig didaktik – tværfaglighed i naturfagene – aktionslæring som metode, dannelse af faggrupper.

For de studerende, hvor det er lykkedes i store træk at gennemføre alle praktikforløb og øvrige praksistilknytning på samme skole, har vi fået positive tilkendegivelser i forhold til forløbet fra både studerende og praktikskoler. Det kunne således tilstræbes at der ved yderligere udvikling af læreruddannelser arbejdes på at skabe en tydelig tilknytning mellem den enkelte studerende og en skole.

I den anden del af ASTE uddannelsens bestræbelse på tydelig praksistilknytning er der blevet gennemført lektionsstudier for alle studerende, fortrinsvis i faget matematik, men der pågår udvikling af formatet også for de øvrige tre undervisningsfag. Der er således blevet gennemført en række lektionsstudier med udgangspunkt i en

tværfaglig naturfagsundervisning på en skole i Frederiksberg Kommune, hvor Professionshøjskolen Metropol har arrangeret et samarbejde der betyder at der er blevet inviteret til åbne lektioner for alle ASTE studerende, deres undervisere og andre interesserede på en fast ugedag gennem forårssemesteret.

## Afslutning

Jeg håber, at jeg gennem denne korte skitsering af aktiviteterne i ASTE uddannelsen har bidraget til at kaste lidt lys over nogle muligheder, der ligger for forandringer af læreruddannelse indenfor de bestående rammer. Vi vil naturligvis gerne være med til at afprøve nogle mere vidtgående forandringer og jeg er helt enig med Carl Winsløw når han skriver: "Og de radikale former af disse modeller som vi aktuelt har, ville næppe blive genopfundet hvis vi startede forfra og konstruerede læreruddannelserne i sammenhæng og til det 21. århundrede ...". Vi savner i den grad en mere eksperimenterende og innovativ tilgang til det at uddanne lærere.

Hvad skal en lærer kunne i det 21. århundrede? Lundbeckfonden skrev i sit call, hvor vi gav ASTE uddannelsen som respons,

Ligesom eleverne skal opleve glæden ved naturfag i undervisningen, skal lærerstuderende og lærere have glæden ved at formidle fagene. (Lundbeckfonden, 2010),

så et kort og fyndigt svar må blive at en lærer først og fremmest skal kunne fremkalde begejstring hos sine elever.

## Referencer

- Goldbeck, O. & Nielsen, K. (2015) Udsigt til bedre læreruddannelse – Erfaringer fra to udviklingsprojekter, Aktuel analyse i *MONA*, 2015-4
- Goldbeck, O & Rasmussen, K. (2013) ASTE-profil i den nye læreruddannelse, Kommentar i *MONA*, 2013 -4
- Mogensen, A. (2015) *Lektionsstudier i skolen – kollegial sparring gennem fælles studier*, DAFOLO

# Om aber og 02-taller: Præciseringer og refleksioner



Peter Sunde,  
Institut for Bioscience,  
Aarhus Universitet



Pernille Bødtker Sunde,  
DPU, Aarhus Universitet,  
og VIA Læreruddannelsen  
i Aarhus

*Kommentar til kommentarerne i MONA, 2017-1, til Sunde & Sunde: "Den smarte abe: betydning af og korrektion for gætning ved karaktergivning i multiple choice-tests", MONA, 2016-4.*

Principper og praksis for karaktergivning efter 7-trinsskalaen og benyttelse af multiple choice-tests (MCT's) som eksamensredskab synes at være udtømmelige debattemner i faglige såvel som politiske fora. I så henseende er det ikke overraskende at vores artikel om betydning af gætning for point- og karaktergivning ved MCT (Sunde & Sunde, 2016) affødte tre forskellige kommentarer (Lotte Dyhrberg O'Neill, 2017 [LDO'N]; Svend Kreiner, 2017 [SK]; Peter Weng, 2017 [PW]) vedrørende de specifikke resultater fra vores analyse og MCT som evalueringsredskab i almindelighed. I det følgende har vi forsøgt at samle op på de dele af kommentarerne som vedrørte vores analyse og konklusioner.

For det første ønsker vi at præcisere mulige misforståelser vedrørende brug af nulfordelinger til at kvantificere hvor mange spørgsmål man reelt skal kunne kende svarene på for at opnå en given rigtig svarprocent i eksamener baseret på MCT's. Til dette hører også spørgsmålet om hvorvidt gætning er et udpræget fænomen i virkeligheden, og om manglende korrektion for gætning udgør et reelt problem for karakterfastsættelsen.

For det andet mener vi at især SK's meget oplysende indlæg om Ministeriet for Børn, Unge og Ligestillings (UVM's) principper og praksis for karaktergivning efter 7-trinsskalaen i folkeskolens afgangsprøve for biologi fortjener opmærksomhed idet det giver anledning til at rette fokus på den inkonsistens som tilsyneladende råder omkring principper for karaktergivning efter 7-trinsskalaen. Som man kan læse af SK's indlæg, er UVM's karaktergivning efter 7-trinsskalaen i højere grad norm- end kriteriebaseret, modsat hvad man kan forledes til at tro ud fra læsning af UVM's egen bekendtgørelse (UVM 2007) og senest opdaterede instruks (UVM 2017).

## Anvendelse af nul-modeller til beregning af pointinflationspotentialet af gætning

LDO'N og SK opponerer i deres kommentarer mod brugen af nul-modeller til at estimere hvor mange rigtige svar en eksaminand kunne forventes at opnå gennem blind gætning i tillæg til de spørgsmål/items som han/hun rent faktisk kan svaret på. De kritiserer begge den kvantitative nul-model ("abemodellen") for at være utilstrækkelig til at beskrive elevers virkelige responsadfærd hvor der typisk vil være alle mulige overgange fra det sikre svar til det mere eller mindre kvalificerede eller ukvalificerede gæt (citerer: "*Der er forskel på elever og aber*" og "*den abe-adfærd modellen forudsætter, har meget lidt med virkeligheden at gøre*". SK, s. 80).

Vi er helt enige i at den anvendte nul-model med kun to responsudfald (sikkert svar vs. blindt gæt) er en grov forsimpning af den virkelige elevadfærd idet (som vi selv skrev) "*der i virkelighedens verden er en glidende overgang fra det stensikre svar givet uden tvivl over det kvalificerede gæt til det helt ukvalificerede gæt*" (Sunde & Sunde, 2017, s. 33). At en kvantitativ model er en forsimpning af virkeligheden og dermed per definition er forkert (det er det der definerer en model), betyder imidlertid ikke at dens resultater ikke er anvendelige (Box & Draper, 1987). I så henseende skal resultaterne fra "abe"-modellen betragtes som referenceværdier (pejlemærker) for hvor stor en effekt ren gætning (dvs. den mest ekstreme form for mangel på faglig kunnen) har for pointopnåelse i et testresultat. I så henseende vil vi fastholde at "abe"-modellens resultater er konservative i forhold til virkelighedens verden hvor en stor del af de målrettede svar ikke er afgivet på et stensikkert, men derimod på mere eller mindre kvalificeret vidensgrundlag (dvs. at eleven ikke er 100 % sikker, og at svarene dermed indeholder et element af gæt) som også redegjort for af SK. Vi vil dermed fastholde konklusionen fra vores analyse, at en elev for at have 50 % chance for at bestå folkeskolens afgangsprøve i biologi i maj 2005 som minimum behøvede at have en paratviden svarende til at kunne kende svaret på 17 % af alle spørgsmål med 100 % sikkerhed for at opnå 36 % rigtige svar og dermed et 02-tal.

## Hvorfor skulle gætning ikke forekomme i virkeligheden?

Både LDO'N og SK argumenterer med at danske børn kun i ringe grad gætter svar på spørgsmål de ikke kan svaret på. Som evidensgrundlag refererer LDO'N i den forbindelse til en analyse af Nørgaard et al. (2006). Vi vil her gøre opmærksom på at Nørgaard et al.s (2006) konklusion efterfølgende blev modsagt af Allerup (2006).

I mangel af egentlig evidens for eller imod forekomst af gætning i prøver hvor eleverne er usikre på svaret, vil vi vove den påstand at det er direkte ulogisk at gætning ikke er vidt udbredt som en naturlig og hensigtsmæssig problemløsningsstrategi i en



test hvor forkerte svar ikke straffes (hvilket vi endnu en gang pointerer heller ikke bør forekomme da dette fører til at børn underpræsterer ved at afholde sig fra at svare på spørgsmål de ikke er helt sikre på er rigtige: Betts et al., 2009). Som redegjort for i det ovenstående ligger der i selve afgivelsen af et ikke helt sikkert svar et element af gætning. At tage chancen på et svar man ikke er sikker på, er desuden intuitivt og reelt den bedste løsningsstrategi. Dette er også den entydige erfaring den ene af os (PBS) har gjort sig gennem 11 år som lærer i folkeskolen. I forbindelse med researchen til vores artikel blev dette indtryk bekræftet af en række lærere som fortsat arbejder i folkeskolen.

Lad os derfor hellere erkende og anerkende at i forbindelse med MCT's er gætning en naturlig og legitim del af spillet. Konsekvensen af ikke at instruere ALLE børn i at man altid skal afgive et svar, også når man er usikker, er at man systematisk handicapper de tilbageholdende og autoritetstro børn i forhold til de risikovillige "regelbrydere". PW's refleksion over hvorvidt bedre testresultater for drenge end for piger i naturfaglige tests delvist kan forklares med en højere risikovillighed hos drenge end hos piger, kunne således være interessant at få undersøgt nærmere.

## Der er andre og mere betydende usikkerhedskilder end gætning i forbindelse med MCT's.

LDO'N, SK og PW fremhæver alle at gætning kun er én ud af mange usikkerhedsmomenter i forbindelse med tilrettelæggelse af MCT's. Af andre fejlkilder nævnes relevansen af de stillede spørgsmål og betydningen af tilfældig usikkerhed omkring hvilke af de udvalgte spørgsmål som en eksaminand kan svare på. Vi anerkender til fulde disse øvrige usikkerhedsmomenter som er forbundet med MCT's (og eksamenssæt i almindelighed), som vi for klarhedens skyld ikke inddrog i vores artikel. At der også måtte være andre problemer med MCT's som eksamensform, ændrer dog ikke grundlæggende ved vores pointer vedrørende gætning og risikovillige svar. For ordens skyld vil vi endnu en gang pointere at vores ærinde ikke var at kritisere MCT som eksamensform, men blot gøre opmærksom på hvilken betydning gætning kan have for pointtildeling og kriteriebaseret karaktergivning.

## Bliver 7-trinsskalaen i virkeligheden brugt normbaseret?

I sin kommentar angiver SK (som har hjulpet UVM med at for-censurere prøverne i 2015 og 2016) at karaktergivningen i UVM's centralt stillede prøver slet ikke er kriteriebaseret som angivet i UVM's karakterbekendtgørelse (2007), hvilket var en del af præmissen for vores artikel. SK (s. 82) kan således oplyse at "*Da karakterskalaen blev indført i 2007, var der, på trods af ministeriets snak om kriteriebaserede karakterer, tale*

om et normbaseret karaktersystem". I forbindelse med censureringen af de seneste års opgaver kan SK desuden oplyse at "det der har været centralt, har været at sikre at karaktererne i forbindelse med den seneste prøve svarer til karaktererne fra tidligere år. De var normbaserede i 2007, men man har siden forsøgt at fastlægge karaktererne så de bliver sammenlignelige hen over tiden". SK konkluderer selv at: "Af den grund er karaktererne hverken fugl eller fisk. Hverken normbaserede eller kriteriebaserede". SK skriver endvidere i sin forklaring (s. 81) at "det er let at se at ministeriet ubetænksomt taler med to tunger, og at der er tale om karakterer der er tættere på at være normbaserede end kriteriebaserede".

Dette er befriende ærlig tale som vi gerne vil give SK en stor cadeau for at bringe frem i lyset. Som SK indirekte skriver, må man heraf konkludere at der tilsyneladende ikke er overensstemmelse imellem de principper efter hvilke 7-trinsskalaen er defineret, og den måde den konkret anvendes på. Dette kan enhver forsikre sig om ved at læse UVM's seneste instruks om brug af 7-trinsskalaen som er dateret 13. marts 2017 (<http://www.uvm.dk/uddannelsessystemet/7-trins-skalaen/anvendelse-af-7-trins-skalaen>). Her fremgår det nemlig at (vores understregning): "Karakterskalaen skal anvendes absolut. Nationalt og over en årrække kan skalaen på denne måde siges at være relativ. Men i den konkrete brug er det afgørende, at karakterskalaen anvendes absolut med udgangspunkt i beskrivelserne af de enkelte karakterer og i forhold til fagets og uddannelsens mål. Den enkelte præstation skal derfor bedømmes ud fra karakterbeskrivelserne i karakterbekendtgørelsen set i forhold til målbeskrivelsen for uddannelsesforløbet." Dette læser vi (andre kan have en anden tolkning) således at det officielle princip fortsat synes at være at karakterer skal fastlægges absolut efter konkrete læringsmål. Læringsmålene skal så fastlægges så fordelingen af karaktererne stemmer overens med fraktionsfordelingen ifølge ECTS-skalaen. Praksis (jf. SK) synes dog at være at karaktererne inden for hvert enkelt år gives efter en ren normfordeling. Så ved vi det.

## Refleksion: Hvad er de præcise faglige krav til at opnå et 02-tal?

Uanset om karakterfastsættelsen i folkeskolens afgangsprøve i biologi specifikt (og eksamener i det danske uddannelsessystem generelt) er kriteriebaseret eller normbaseret i tråd med ECTS-skalaen, står et ret principielt spørgsmål fra vores artikel fortsat ubesvaret tilbage: Hvad er det præcise faglige krav til at opnå den laveste beståelses-karakter, 02 (den tilstrækkelige præstation)? Normfordelingen for karaktergivning efter ECTS-skalaen (Europakommissionen, 2015) omfatter nemlig kun de *beståede* elever. Heri følger at selv efter ECTS-skalaen skal de faglige målopfyldelseskriterier for opnåelse af beståelseskarakteren fremgå.

I vores artikel beregnede vi ud fra UVM's omsætningstabel for karaktergivning det omtrentlige faglige beståelseskriterium for folkeskolens afgangsprøve i biologi, maj 2015, til at svare til at eksaminanden skulle have stensikker viden om ca. 17 % af de adspurgte spørgsmål (hvilket med brug af gætning ville føre til ca. 36 % rigtige svar i testen). Hvilke forudgående faglige overvejelser der har ligget til grund for fastsættelsen af lige præcis 36 % rigtige svar som målopfyldelseskriterium for karakteren 02, skal vi lade være usagt. Men nu kan alle forholde sig til at det svarer til ca. 17 % sikker viden i forhold til de adspurgte spørgsmål inden for det emnevalg og med den sværhedsgrad som blev valgt det pågældende år.

Men måske man skulle starte et helt andet sted, nemlig ved at gøre det obligatorisk for alle eksamener at definere de faglige målopfyldelseskriterier for 02-taller i absolutte termer på samme måde som det nu gøres for 12-tallet? Når det kommer til stykket, er 02-tallet nemlig en langt vigtigere karakter end 12-tallet fordi 02-tallet definerer den tilstrækkelige præstation og dermed adgangsbilletten til embede og ansvar, mens 12-tallet er en luksuskarakter som blot fortæller at præstationen opfyldte alle fagets læringsmål.

## Referencer:

- Allerup, P. (2006). At trykke på "statistikknappen" er ikke tilstrækkeligt. *MONA*, 2006(4), s. 67-69.
- Betts, L.R., Elder, T.J., Hartley, J. & Trueman, M. (2009). Does correction for guessing reduce students' performance on multiple-choice examinations? Yes? No? Sometimes? *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 34(1), s. 1-15.
- Box, G.E.P & Draper, N.R. (1987). *Empirical model-building and response surfaces* (Vol. 424): Wiley New York.
- Europakommissionen (2015). ECTS User's guide: Grade distribution [http://ec.europa.eu/education/ects/users-guide/grade-distribution\\_en.htm](http://ec.europa.eu/education/ects/users-guide/grade-distribution_en.htm). Lokaliseret 4. april 2017.
- Kreiner, S. (2017). Aber eller elever: en kommentar. *MONA*, 2017(1), s. 80-84.
- Nørgaard, K. (2006). De digitale afgangsprøver har høj kvalitet. *MONA*, 2006(3), s. 86-92.
- Ministeriet for Børn, Unge og Ligestilling (2007). Bekendtgørelse om karakterskala og anden bedømmelse. *BEK nr 262 af 20/03/2007*. <https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=25308>. Lokaliseret 4. april 2017.
- Ministeriet for Børn, Unge og Ligestilling (2017). Anvendelse af 7-trinsskalaen. <http://www.uvm.dk/uddannelsessystemet/7-trins-skalaen/anvendelse-af-7-trins-skalaen>. Lokaliseret 4. april 2017.
- O'Neill, L.D. (2017). Aben der nægtede at dø. *MONA*, 2017(1), s. 74-79.
- Sunde, P. & Sunde, P.B. (2016). Den smarte abe. *MONA*, 2016(4), s. 24-35.
- Weng, P. (2017). Skal vi bruge krudt på at skyde en "smart abe" ned? *MONA*, 2017(1), s. 85-88.

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.

# Nyheder

## IND har 10 års jubilæum

I 2017 har Institut for Naturfagernes Didaktik på Københavns Universitet 10 års jubilæum. Det fejres 9. juni med en festlig dag med reception og en række faglige seminarer. Du kan bl.a. deltage i seminar om fremtidens gymnasiale matematik, om naturfagsstrategien og hvor

er vi på vej hen med naturfagene, om fagets videnskabsteori og diskussionen om fremtidens filosofikum, om frafald og fastholdelse på de naturvidenskabelige uddannelser, og om naturvidenskab på science centre og museer. Mere information og tilmelding findes på [www.ind.ku.dk/jubi](http://www.ind.ku.dk/jubi).

