

# MONIA

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

DTU



AARHUS  
UNIVERSITET



AALBORG  
UNIVERSITET

SYDDANSK  
UNIVERSITET



DET BIOVIDENSKABELIGE FAKULTET  
FOR FØDEVARER, VETERINÆRMEDICIN OG NATURRESSOURCER  
KØBENHAVNS UNIVERSITET



DET FARMACEUTISKE FAKULTET  
KØBENHAVNS UNIVERSITET



DET NATURVIDENSKABELIGE FAKULTET  
KØBENHAVNS UNIVERSITET

2011-2

# MONA

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

MONA udgives af Det Naturvidenskabelige Fakultet ved Københavns Universitet, i samarbejde med Danmarks Tekniske Universitet, Det Biovidenskabelige Fakultet for Fødevarer, Veterinærmedicin og Naturressourcer og Det Farmaceutiske Fakultet ved Københavns Universitet, det naturvidenskabelige område ved Roskilde Universitet, Det Tekniske Fakultet og Det Naturvidenskabelige Fakultet ved Syddansk Universitet, Det Ingeniør-, Natur- og Sundhedsvidenskabelige Fakultet ved Aalborg Universitet, Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet og Det Naturvidenskabelige Fakultet ved Aarhus Universitet.

### **Redaktion**

Jens Dolin, institutleder, Institut for Naturfagernes Didaktik (IND), Københavns Universitet (ansvarshavende)

Ole Goldbech, lektor, Professionshøjskolen UCC

Sebastian Horst, specialkonsulent, IND, Københavns Universitet

Kjeld Bagger Laursen, redaktionssekretær, IND, Københavns Universitet

### **Redaktionskomité**

Hanne Møller Andersen, adjunkt, Institut for Videnskabsstudier, Aarhus Universitet

Mette Andresen, centerleder, Nationalt videnscenter for matematikdidaktik

Steffen Elmoose, lektor, Læreruddannelsen i Aalborg, University College Nordjylland

Tinne Hoff Kjeldsen, lektor, Institut for Natur, Systemer og Modeller, Roskilde Universitet

Claus Michelsen, institutleder, Institut for Matematik og Datalogi, Syddansk Universitet

Egon Noe, seniorforsker, Institut for Jordbrugsproduktion og Miljø, Aarhus Universitet

Jan Sølberg, lektor, Institut for Naturfagernes Didaktik, Københavns Universitet

Rie Popp Troelsen, lektor, Institut for Filosofi, Pædagogik og Religionsstudier, Syddansk Universitet

Lars Domino Østergaard, videnskabelig assistent, Institut for Uddannelse, Læring og Filosofi, Aalborg 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 (dobbelblindt).

### **Abonnement**

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

### **Produktionsplan**

MONA 2011-3 udkommer september 2011. Deadline for indsendelse af artikler hertil: 4. maj 2011.

Deadline for kommentarer, litteraturanmeldelser og nyheder hertil: 30. juni 2011

MONA 2011-4 udkommer december 2011. Deadline for indsendelse af artikler hertil: 17. august 2011.

Deadline for kommentarer, litteraturanmeldelser og nyheder hertil: 3. oktober 2011

Omslagsgrafik: Lars Allan Haugaard/PitneyBowes Management Services-DPU

Layout og tryk: Narayana Press

ISSN: 1604-8628. © MONA 2011. Citat kun med tydelig kildeangivelse.

# Indhold

- 4 Fra redaktionen
- 6 **Artikler**
- 7 Elevers faglige udvikling i matematiske klasserum  
*Thomas Kaas*
- 23 Hvordan designer man historier?  
– teoretiske overvejelser bag et narrativt skolemateriale til Experimentarium  
*Mai Murmann*
- 36 Hvordan bliver fagdidaktiske værktøjer fra læreruddannelsen til en del af læreres undervisningsfaglighed?  
*Jørgen Haagen Petersen*
- 55 **Aktuel analyse**
- 56 Matematikken i PISA – i didaktisk perspektiv  
*Lena Lindenskov og Peter Weng*
- 70 **Kommentarer**
- 71 Skal museets udstillinger være læringsoptimerede?  
*Line Stald*
- 75 Udfordringer for forskning i it i undervisningen  
*Jeppe Bundsgaard*
- 79 Internett i naturfagundervisningen  
*Sonja M. Mork*
- 86 **Litteratur**
- 87 Evaluering i naturfagene  
*Lisbeth Bering*
- 90 At udvikle universitetsundervisning  
*Rie Troelsen*
- 92 **Nyheder**

# Fra redaktionen

Forberedelserne er i gang til *MONA*'s tredje konference, hvis tema er det der på nu-dansk hedder inquiry-based science and mathematics education, IBSME, (som vel kan oversættes til "undersøgelsesbaseret matematik- og naturvidenskabsundervisning"). Konferencen holdes den 4. oktober i Trekantområdet. Vi har meget mere om den i næste nummer af *MONA*, septembernummeret, men detaljerne er begyndt at dukke op på konferencens websted, [www.science.ku.dk/mona](http://www.science.ku.dk/mona)

Men her og nu mest noget om dette nummers indhold. Alle de tre artikler vi har valgt at bringe, beskæftiger sig på en måde med folkeskolen, dens undervisning, dens elever, dens læreruddannelse. I den første går Thomas Kaas i lag med spørgsmålet om hvordan elever i en 2.-klasse udvikler deres matematikfaglighed, og hvordan læreren støtter dem i processen. Baseret på Paul Cobbs og Erna Yackels socialkonstruktivistiske fortolkningsramme for klasserumsobservationer argumenterer Kaas for at elevers begrebsmæssige faglige udvikling i klasserummet kun kan forstås hvis den belyses fra både sociale og individuelle, psykologiske perspektiver – og han giver også eksempler på hvordan matematiklæreren kan understøtte elevers begrebsmæssige faglige udvikling ved at guide deres såkaldte sociomatematiske normer.

I den anden artikel er elevgruppen i nogenlunde samme aldersklasse, nemlig mellem 6 og 12 år, men nu er vi på sciencecenteret Experimentarium. Mai Murmann beskriver overvejelserne bag designet af et narrativt skolemateriale til brug dér, fortællingen om "Kejseren der troede sine egne øjne". Hun gennemgår hvorfor eventyr kan være nyttige redskaber til at understøtte eleverne når de besøger en udstilling, og hvilke overvejelser udviklingsteamet har gjort sig om hvordan man integrerer eventyret med de opstillede læringsmæssige mål, hvilke narrative former fra litteratur og virtuelle miljøer der kan inspirere et design, og hvad elevernes handle-ret betyder for designet af skolematerialet.

Den tredje artikel, af Jørgen Haagen Petersen, præsenterer en kvalitativ undersøgelse af hvordan fagdidaktiske værktøjer fra natur/teknik gav mening for fire erfarne lærere som gennemførte et efteruddannelsesforløb i et ekstra linjefag. Problemstillingen afdækkes ved at identificere hvilke faktorer der er i spil når lærere udvikler deres undervisningsfaglighed, i artiklen betegnet PCK. De analyserede interviewdata viser at de fagdidaktiske værktøjer især gav mening hvis de blev udfoldet i en specifik faglig undervisningssammenhæng. Endvidere påpeger denne undersøgelse at anerkendelse eller anbefaling fra kolleger ser ud til at spille en rolle for læreres efficacy og villighed til at afprøve nyt. Desuden har det betydning at læreren relativt hurtigt får mulighed for at afprøve værktøjer og med relativ succes. Konstatninger af hvordan dette må få betydning for hvordan vi fremover driver læreruddannelse, afrunder beskrivelsen.

Som lovet i sidste nummer fortsætter vores aktuelle analyser af PISA's 2009-runde, denne gang med en artikel af Lena Lindenskov og Peter Weng om matematik. Her præsenteres nogle af de arbejdsprocesser der går forud for at PISA-resultaterne kan offentliggøres, og som har særlig fagdidaktisk interesse. Artiklen præsenterer også forfatterens bud på hvordan specifikke resultater fra undersøgelsen kan inspirere og anvendes af matematiklærere i skolen. Som bekendt er PISA- resultaterne både politisk og didaktisk interessante. Det gælder fx resultater om marginalgrupper, hvor politikere vil fokusere på antallet, og didaktikere vil fokusere på hvilken faglighed marginalgrupperne indikeres at have. I denne analyse nævnes dog også resultater der kan anvendes i skolens undervisning, men som ikke er voldsomt interessante på det politiske niveau, bl.a. et eksempel på detaljeret viden om danske elevers besvarelser af en af matematikopgaverne i PISA.

Artikler i tidligere *MONA*'er har denne gang fremkaldt tre kommentarer, to af dem foranlediget af brugen af webbaseret materiale i skoleundervisningen, som den blev beskrevet i Mette Beier Jensens artikel i *MONA*, 2011(1), om Galathea 3's websted. Forfatterne af disse to er hhv. Jeppe Bundsgaard, DPU, AU, og Sonja M. Mork, Naturfagscenteret ved Universitetet i Oslo. Den tredje kommentar er endnu et indlæg i debatten om de udfordringer som designere af museumsudstillinger står over for, indkapslet i vendingen "lærings- eller oplevelsesoptimering?", og er skrevet af Line Stald fra Science Museerne ved Aarhus Universitet.

*MONA* rundes som sædvanlig af med et par boganmeldelser, denne gang én af Lisbeth Bering af *Evaluering i naturfagene* af Niels-Erik Hybholt, Helge Kastrup, Hans Henrik Knoop og Poul Kristensen, og én af Rie Troelsen af det nyeste bind i serien fra Adjunktprædagogikum ved de naturvidenskabelige fakulteter ved Københavns Universitet, *Improving University Science Teaching and Learning*, vol. 2-2, der har Frederik V. Christiansen, Jan Sølberg og Henriette Wase Hansen som redaktører.

Til sidst, i nyhedsspalten, er der bl.a. lidt om *MONA*'s konference den 4. oktober. Men det seneste om konferencen kan altid findes på [www.science.ku.dk/mona](http://www.science.ku.dk/mona)

# 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

# Elevers faglige udvikling i matematiske klasserum



Thomas Kaas, UCC,  
Læreruddannelsen Zahle

**Abstract.** *Hvordan udvikler elever deres matematiske faglighed i klasserum, og hvordan støtter læreren dem i processen? Artiklen præsenterer Paul Cobbs og Erna Yackels socialkonstruktivistiske fortolkningsramme for klasserumsobservationer og giver et eksempel på en analyse af en faglig udvikling i en 2.-klasse.*

*I artiklen argumenteres der for at elevers begrebsmæssige faglige udvikling som den forekommer i klasserum, kun kan forstås hvis den belyses fra både sociale og individuelle, psykologiske perspektiver – og at de karakteristika der hører til hvert perspektiv, er uløseligt forbundet. Desuden gives der eksempler på hvordan matematiklæreren kan understøtte elevers begrebsmæssige faglige udvikling ved at guide elevernes såkaldte sociomatematiske normer.*

## Elevers faglige udvikling i matematiske klasserum

I studieåret 2009/2010 var jeg deltager i et projekt der overordnet havde som ambition at "tilvejebringe viden om, hvad der befordrer elevers læring i grundskolens dansk- og matematikundervisning". Projektet foregik i samarbejde med Enheden for udvikling og forskning, Professionshøjskolen UCC, og var ledet af lektor Helle Plauborg.

Den indledende fase af projektet bestod i en kortlægning og kategorisering af eksisterende forskningsresultater på området i perioden 1999-2009.

I en efterfølgende fase af projektet fulgte vi en 2.-klasse og en 8.-klasse i fagene dansk og matematik i en fire uger lang periode. Hensigten med observationerne i de to klasser var:

- dels at undersøge hvordan vi kan gøre rede for elevers begrebsmæssige faglige udvikling som den forekommer i den sociale kontekst et klasserum udgør
- dels at undersøge måder som læreren kan bruge til at understøtte elevers begrebsmæssige faglige udvikling i klasserum.

Denne artikel præsenterer centrale dele af vores undersøgelse og diskussion i tilknytning til observationerne i matematikundervisningen i 2. klasse.

### *Tre positioner og tre centrale begreber*

Det er oplagt at fortolkninger af undervisningssituationer i matematik reflekterer antagelser og formodninger om bl.a. faget matematik, om læring af matematik og om matematikundervisning. Derfor vil jeg i det følgende – helt kortfattet – beskrive tre “positioner” der knytter sig til disse begreber, og som har dannet grundlag for vores forståelse af klasserumsobservationerne. Det skal bemærkes at de tre positioner harmonerer med den forståelse af fag, læring og undervisning der ofte betegnes som *reformorienteret* (Skott et al., 2008, s. 48-53).

1. Matematik er et fag som både rummer et proces- og et produktaspekt (Sfard, 1991). Det betyder fx at eleverne i 2. klasse både bør beskæftige sig med at *udvikle* hensigtsmæssige regnemetoder til fx addition og med at *anvende* disse regnemetoder i praktiske og teoretiske sammenhænge.
2. Elevernes læring kan i sådanne situationer *både* ses fra et individuelt, psykologisk perspektiv og fra et socialt perspektiv. I det psykologiske perspektiv fokuseres der på den enkelte elevs konstruktion af faglig forståelse, fx på deres forståelse af de regnemetoder som præsenteres og diskuteres i klassen. I det sociale perspektiv fokuseres der på læring som et aspekt af elevernes deltagelse i en social praksis, fx som et aspekt af elevernes og lærerens drøftelse af hensigtsmæssige regnemetoder.
3. Undervisning handler om at fremme og understøtte læring med fokus på forståelse. Det er altså lærerens rolle at skabe så gode betingelser som muligt for elevernes konstruktion af faglig viden og forståelse og for deres deltagelse i klassens faglige fællesskab.

I vores tilgang til klasserumsobservationerne fandt vi inspiration hos matematikdidaktikeren Paul Cobb og hans kolleger. I begyndelsen af sin forskningskarriere var Cobb især optaget af at analysere elevs udvikling af begreber og metoder fra et individuelt, psykologisk perspektiv (Cobb & Steffe, 1983). I forbindelse med en række projekter i slutningen af 1980'erne og begyndelsen af 1990'erne blev det imidlertid tydeligt for Cobb at det individuelle, psykologiske perspektiv bliver utilstrækkeligt hvis hensigten er at forklare elevs matematiske udvikling som den forekommer i klassers fællesskab. Han udviklede, i samarbejde med Yackel, en fortolkningsramme som både omfatter et psykologisk og et socialt perspektiv på klasserummet. Det psykologiske perspektiv retter sig imod individuelle elevs (eller lærerens) deltagelse og bidrag til klassens fælles arbejde med faglig udvikling og er inspireret af von Glasersfeld (1984). Det sociale perspektiv retter sig imod interaktionen i klassen og er inspireret



af Bauersfeld, Krummheuer & Voigt (1988). Det særlige ved Cobbs og Yackels fortolkningsramme er imidlertid at den sigter på at *koordinere* det individuelle, psykologiske perspektiv og det sociale perspektiv (Cobb & Yackel, 1995; Cobb 1999, 2000).

I det følgende præsenteres med udgangspunkt i faglige dialoger fra matematikundervisningen i vores 2.-klasse først tre centrale begreber som retter sig mod fortolkningsrammens sociale perspektiv. Det drejer sig om klasserummets sociale normer, om sociomatematiske normer og om klasserummets matematiske praksisser. Herefter inddrages det psykologiske perspektiv og Cobbs syn på relationen mellem de to perspektiver. Fortolkningsrammen bruges efterfølgende til at analysere et forløb i 2.-klassen. Analysen danner grundlag for en afsluttende diskussion af elevens begrebsmæssige faglige udvikling i matematiske klasserum og lærerens rolle i den forbindelse.

### *Tekstboks 1 – Faglig dialog mellem lærer og elev(er)*

Lærer: Samuel, hvad har du gjort? Hvad giver  $17+12$ ?

Samuel: Det giver 29.

Lærer: Det giver 29? Og hvad har du så gjort?

Samuel: Jeg har ... øh ... jeg tænkte i hovedet.

Så lavede jeg det i hovedet.

Lærer: Hvordan gjorde du i hovedet?

Samuel: Jeg tog allerførst 10'erne.

Lærer: Ja, okay ...

Samuel: Så tog jeg ... øh ... 1'erne.

Og så lagde jeg dem op på ... øh ... 7'erne.

Og så fik jeg ...  $7+2$ , det giver 9.

Og så  $10+10$ , det giver 20.

Lærer: Så blev det 29. Flot.

Lærer: Godt, så var der  $13+14$ . Mads?

Mads:  $13+14$ ? Jeg regnede det ud i hovedet.

Lærer: Og hvad giver det?

Mads: Det giver 27.

Lærer: 27? Hvordan regner du det ud i hovedet?

Mads: Jeg siger  $3+4$ , det er 7.

Og  $10+10$ , det er 20. Så bliver det 27.

Lærer: Ja. Godt!

Bemærk at Cobbs og Yackels fortolkningsramme også er præsenteret af bl.a. Jeppe Skott i hans introduktion til Paul Cobbs matematikdidaktiske arbejde i *MONA* nr. 4, 2008.

I den 2.-klasse vi observerede, foregik der ofte den type dialog mellem lærer og elev som klippet (tekstboks 1) eksemplificerer. Ofte så vi læreren fokusere på elevernes forklaringer på deres løsningsmetoder, og blandt eleverne blev denne forventning i høj grad imødekommet. Man kan sige at det var en del af klassens *sociale normer* at forklare og begrunde deres løsninger på opgaver.

Læreren forsøgte også ofte at få eleverne til at lytte til og forstå hinandens løsningsmetoder, fx med spørgsmål som "Er der nogen der har tænkt på en anden måde?" og "Kan nogen forklare hvad han har gjort?". Og læreren udnyttede forskellige løsningsforslag til sammenligninger med spørgsmål som "Lagde I mærke til at Samuel først lagde tierne sammen da han regnede stykket, men Mads lagde enerne sammen først. Er det ikke mærkeligt at de når frem til det samme resultat?".

En del af eleverne i klassen tog imod sådanne udfordringer, og nogle stillede uopfordret lignende spørgsmål til sig selv og hinanden. Disse elever betragtede det som en del af deres rolle i undervisningen at lytte, at forsøge at forstå andres løsningsmetoder, at sammenligne løsningsmetoder og evt. at kritisere hinandens løsningsmetoder. Andre elever i klassen tog ikke del i sådanne diskussioner. De så det tilsyneladende først og fremmest som deres – og andres – rolle at svare på lærerens spørgsmål vedrørende regnestykkerne. I 2.-klassen var nogle af de sociale normer som læreren betragtede som hensigtsmæssige, allerede etableret i klassen som helhed, mens andre var "under udvikling" igennem det sociale samspil i klassen. Stort set alle elever bidrog fx med forklaringer på deres løsningsmetoder, mens kun en del af eleverne var optagede af at forstå, sammenligne og kritisere andres løsningsmetoder.

I enhver klasses matematikundervisning findes der sociale normer der på samme måde fortsat udvikles gennem et samspil mellem eleverne og læreren, som alle kan sidde med mere eller mindre forskellige forståelser af hvad det egentlig går ud på at have matematikundervisning. Men egentlig er en matematikklasses sociale normer ikke specielt knyttet til matematikundervisning. Man kan fx sagtens forestille sig at det også er en social norm i en klasses danskundervisning at forklare og begrunde sin forståelse af tekster. Fokus kan imidlertid ændres fra de mere overordnede normer i klasserummet til de aspekter af elevs aktivitet som er specifikke for matematik – de såkaldte *sociomatematiske* normer. Denne type normer retter sig bl.a. mod hvad der blandt lærer og elever i klasserummet tæller som en acceptabel matematisk løsning og en god matematisk løsning, og hvad der gør én løsning anderledes end en anden. Mere overordnet drejer en klasses sociomatematiske normer sig om hvad der betragtes som en lodig matematisk aktivitet og som et godt matematisk spørgsmål.

Det er naturligvis ikke sådan at alle deltagere i en klasse sidder med de samme sociomatematiske normer, og det er heller ikke sådan at hver deltager sidder med en fast forestilling om hvad der kendetegner kvalitet i matematiske løsninger og matematisk aktivitet. Interaktionen i en klasse kan tværtimod opfattes som en løbende "forhandling" af de sociomatematiske normer. Ved at bidrage til og deltage i disse "forhandlinger" udvikles der blandt eleverne ofte sociomatematiske normer som dominerer en periode i klassen – fx at en god matematisk forklaring på addition af to cifrede tal refererer til tierne og enerne i de tal som adderes.

Det følgende klip (tekstboks 2) viser en situation fra 2.-klassen hvor to elever forklarer hvordan de har beregnet  $32+49$ . Elevernes forklaringer accepteres tilsyneladende af læreren og af de øvrige elever som to forskellige lødige forklaringer.

### *Tekstboks 2 – To forskellige forklaringer på resultatet af $32+49$*

- Mikkel: Man tager bare 2 over i 9.  
Det giver 51. Og så tager vi 30 oven i de 51, det giver ... og så har vi 81.  
...
- Lærer: Ja ... Katja?
- Katja: Jeg regner det ud på en meget, meget anderledes ...  
Øhm, ikke på en anderledes måde, men ...  
Jeg regner det bare ud at jeg starter med at lægge 30 og 40 sammen.
- Lærer: Ja.
- Katja: Det giver jo 70.
- Lærer: Ja.
- Katja: Og så tager jeg 9'eren, og så tager jeg 1 fra 2. Og det giver 80 ... Altså jeg tager 9'eren, og så lægger jeg 1 fra 2 oven i 9.  
Så har jeg 80, og så er der 1 tilbage. Det giver 81.
- Lærer: Ja, så du laver sådan lidt ... lidt som vi snakkede om for nogle gange siden hvor man lavede et let regnestykke ved at bruge 10'er-venner ...
- Katja: Ja.

Det er imidlertid ikke alle forklaringer der betragtes som lige gode i klassen. Det næste klip (tekstboks 3) viser en situation hvor læreren udfordrer en elevs forklaring om at hun "talte på fingrene":

### Tekstboks 3 – En forklaring der udfordres

- Lærer: 21+23 skulle man også regne ud. Anna?
- Anna: Jeg har ... Hvad er det for en ... Er det 21+23?
- Lærer: Ja.
- Anna: Øh, jeg gør det sådan lidt forskelligt.
- Lærer: Okay.
- Anna: Jeg talte på fingrene, og så hjalp min far mig.
- Lærer: Så, hvad fik du det til at blive?
- Anna: Øh ... til ... 44.
- Lærer: 44? Okay, og hvordan regner du det lige præcis selv ud?
- Anna: På fingrene ...
- Lærer: På fingrene? Hvordan? Hvad gjorde du med fingrene?
- Anna: Jeg talte, sådan så jeg havde ... Jeg startede med at sige 20+20, det giver 40 ... og så 1+3, det giver 4.
- Lærer: Okay, så der brugte du faktisk ikke fingrene til det?
- Anna: Nej.
- Lærer: Nej? Fint.

Når de sociale og sociomatematiske normer i et klasserum er interessante i forbindelse med elevernes faglige udvikling, skyldes det ifølge Cobb og Yackel dels at de i sig selv er en del af det eleverne forventes at lære, og dels at de er afgørende for ikke bare *hvordan*, men også *hvad* eleverne får mulighed for at lære. Med andre ord vil elever i en klasse hvis sociale normer bl.a. sigter på forklaringer og retfærdiggørelser af løsningsmetoder, få muligheder for at lære noget andet end elever i en klasse hvor matematikundervisningen går ud på noget andet. På tilsvarende vis kan man forestille sig at der findes anderledes læringsmuligheder i en klasse med sociomatematiske normer præget af en forestilling om at det centrale i matematikundervisningen er aktiviteter af undersøgende og problemløsende karakter, end i en klasse hvor de sociomatematiske normer ikke harmonerer med den type aktiviteter.

Det sidste af de tre centrale begreber, *matematiske praksisser*, knytter sig til specifikke matematiske fagområder og vedrører de former for matematisk praksis der efterhånden etableres eller søges etableret i et klasserum i forbindelse med et fagområde. Det kan fx dreje sig om begreber, metoder og skrivemåder i forbindelse med addition. I den 2.-klasse vi besøgte, var det fx tydeligt at begreber som "plus", "tiere" og "enere", operationer som "at opdele tallet i tiere og enere" og skrivemåder hvor addenderne placeres oven over hinanden, var en etableret del af klassens matematiske

praksis i den forstand at disse begreber, metoder og skrivemåder ikke blev ledsaget af yderligere forklaring eller argumentation når de blev “bragt på banen” af elever eller lærer. De beskrevne former for matematisk praksis var med Cobbs og Yackels ord blevet “taken as shared”.

Det er oplagt at der kan være stor forskel på hver enkelt elevs faglige forståelser – og at praksisser der er “taken as shared”, ikke nødvendigvis er “lige delt” af alle. Men det er lige så oplagt at en klasse har brug for fælles etablerede praksisser for i det hele taget at kunne bevæge sig sammen i “en faglig retning”.

### *En fortolkningsramme*

I det forrige afsnit er sociale normer, sociomatematiske normer og matematiske praksisser beskrevet fra et socialt perspektiv. Fokus har været på karakteristika som kan knyttes til en klasse som helhed. Men hvert af de tre begreber har en individuel, psykologisk pendant som fremgår af det følgende skema:

**Tabel 1.** Cobbs og Yackels fortolkningsramme til analyse af individuel og fælles aktivitet på klasserumsniveau.

Det sociale perspektiv	Det psykologiske perspektiv
Klasserummets sociale normer	Forestillinger om egen rolle, om andres rolle og om den generelle karakter af matematisk aktivitet i skolen
Sociomatematiske normer	Forestillinger og værdier knyttet til faget matematik
Klasserummets matematiske praksisser	Matematiske faglige forståelser

(Cobb, 2000, s. 68, min oversættelse)

Hvis vi flytter fokus til de enkelte elever og anlægger et psykologisk perspektiv i forbindelse med klasserumsobservationer, vil vi i stedet for klassens sociale normer få øje på en række forskellige forestillinger om hvad matematikundervisning grundlæggende går ud på, og hvad der kan betragtes som gode matematiske forklaringer og lødige matematiske aktiviteter. Vi vil også kunne se elever med forskellige begrebsopfattelser og med forskellige handlinger i forbindelse med de konkrete fagområder som fx addition.

Cobbs pointe er at hvis vi vil forstå hvordan elever udvikler matematisk faglighed i et klasserum, så er det nødvendigt at anlægge både et socialt og et individuelt, psykologisk perspektiv (i overensstemmelse med position 2). De karakteristika der hører til det ene perspektiv, kan slet ikke forstås uden de karakteristika der hører til det andet

perspektiv. I vores 2.-klasse påvirker fx de sociale normer i høj grad elevernes individuelle forestillinger om deres egen og andres rolle i matematikundervisningen, men omvendt er klassens sociale normer samtidig opbygget af lærerens og elevernes individuelle forestillinger om hvad "det går ud på" at have matematik i skolen. Elevernes og lærerens individuelle forestillinger om hvordan de skal have matematikundervisning sammen, kan være med til at opretholde eller ændre de fælles sociale normer som så igen kan påvirke nogle af deltagernes individuelle forestillinger osv. Der er altså tale om en gensidig påvirkning – eller, med Cobbs og Yackels ord, en *refleksiv relation* mellem de sociale normer og elevernes og lærerens individuelle forestillinger. I denne refleksive relation spiller læreren (naturligvis) en central rolle, men det er ikke alene lærerens forestillinger om den generelle karakter af matematisk aktivitet i skolen der former de sociale normer. Det er fx ikke sådan at hvis en lærer underviser i to forskellige klasser, så vil begge klasser nødvendigvis have de samme sociale normer – elevernes individuelle forestillinger spiller med i etableringen af en classes sociale normer.

På tilsvarende vis er der en refleksiv relation mellem de sociomatematiske normer og elevernes og lærerens individuelle forestillinger og værdier knyttet til matematikfaget. Og der er en refleksiv relation mellem klassens matematiske praksisser og hver enkelt elevs faglige forståelser i forbindelse med konkrete fagområder. I forbindelse med vores 2.-klasse kan man fx forestille sig at elevernes deltagelse i dialogen om regnemetoder til addition bidrager til både klassens sociomatematiske normer og den matematiske praksis for addition som efterhånden opbygges gennem klassens arbejde. Og omvendt er de forklaringer eleverne giver, og den faglige forståelse som eleverne hver især opbygger, også påvirket af klassens sociomatematiske normer og matematiske praksisser.

### *Opbygning af en matematisk praksis i 2. klasse*

Vi valgte at tage udgangspunkt i den skitserede fortolkningsramme i vores forsøg på dels at undersøge hvordan vi kan gøre rede for elevens begrebsmæssige faglige udvikling som den finder sted i klasserum, dels at undersøge hvordan læreren kan understøtte denne faglige udvikling.

I de fire uger vi observerede matematikundervisningen i 2. klasse, arbejdede klassen bl.a. med addition som det fremgår af de klip vi foreløbig har set. I en del af forløbet var det lærerens intention at eleverne skulle blive i stand til at addere to cifrede tal med "tierovergang", og at de skulle kunne forstå hvorfor deres metode(r) "virker".

Til formålet brugte læreren opgavesider fra en lærebog og forskellige repræsentationer for tallene og regneoperationen. Eleverne arbejdede både med klodser som repræsentationer for tierne og enerne i tallene ("tierstænger og enerklodser"), og de arbejdede med tallinjen og med en taltavle. I begyndelsen af forløbet brugte de disse repræsentationer i forbindelse med addition af to cifrede tal uden tierovergang. Fx

arbejdede klassen i en af de første timer vi observerede, med addition på en taltavle. Læreren forsøgte at indlede en dialog om hvordan fx  $12+36$  kunne regnes ved hjælp af en taltavle – fx ved at “stille sig” i 12 og tælle 36 frem. De 36 kunne opdeles i tre “tierskridt” (op) og seks “enerskridt” (til højre). Og uanset om “turen” blev tilbagelagt med “enerskridtene” eller “tierskridtene” først, ville man havne på resultatet, 48.

90	91	92	93	94	95	96	97	98	99
80	81	82	83	84	85	86	87	88	89
70	71	72	73	74	75	76	77	78	79
60	61	62	63	64	65	66	67	68	69
50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
40	41	42	43	44	45	46	47	48	49
30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Figur 1. En taltavle.

I klassediskussionen blev det tydeligt at tallene mellem 1 og 100 og opdelingen i tiere og enere blev betragtet som “taken as shared”, men det blev også tydeligt at mange elever havde svært ved at forbinde addition med “skridt” på taltavlen. Dialogen kom på ingen måde til at handle om argumenter for hvorfor en metode virker, men kom til at fokusere på om eleverne i det hele taget kunne huske hvordan man kan bruge taltavlen “til plus”. Det blev i sidste ende læreren som forklarede hvordan eleverne kunne “skyde genvej” ved hjælp af tierskridt, og at de skulle bruge sådanne genveje til opgaverne på hele side 42 i elevbogen.

Hvis vi tillader os at se isoleret på de sociale og de sociomatematiske normer der kom til udtryk i den konkrete undervisningssituation, tegner der sig et billede af matematik som et fag hvor læreren forklarer metoder mens eleverne lytter, og et fag hvor det centrale er at kunne huske metoder og lave opgaver. Den matematiske forklaring der blev knyttet til de eksempler som blev regnet fælles, kom slet ikke til at omfatte en argumentation for resultatet, men kun en opskrift på at finde resultatet – selvom det på ingen måde var lærerens intention med oplægget.

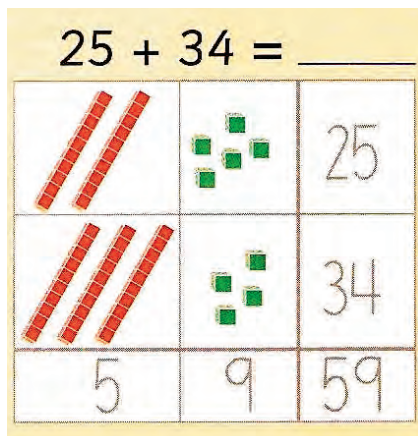
I det efterfølgende individuelle elevarbejde skulle eleverne i deres bog tegne de omtalte genveje på taltavler i tilknytning til regnestykker som var formuleret i symbolsprog. Vi fulgte Villy og Kira som ikke havde svært ved at opdele addenderne i tiere og enere, men som havde svært ved at huske om tierskridt var opad eller til siden. Det viste sig at Villy nok havde en fornemmelse af at noget var galt. "Jeg tror ikke at  $22+37$  kan blive til 95," sagde han, men tierskridt til højre og enerskridt opad havde ført ham til 95. Efter et stykke tid udviklede Villy og Kira en praksis hvor de huskede at "det forreste tal" viste skridt opad, og "det bagerste tal" viste skridt til højre. Med denne huskeregel kunne de hurtigt lave opgaven færdig, men Villy fastholdt at han ikke forstod "det med taltavlen". Selvom det var vigtigt for ham at færdiggøre opgaverne på siden, var det tilsyneladende ikke tilfredsstillende for ham.

Det var ikke alle elever i klassen der havde de samme typer problemer med taltavlen som Villy og Kira. Nogle "oversatte" tilsyneladende ubesværet additionsstykkerne til bevægelser i taltavlen, og de fik på den måde fx mulighed for at se at det ikke spiller nogen rolle om tiere adderes før enere eller omvendt i disse additionsstykker uden tierovergang – det er jo ligegyldigt om man først går op eller til højre i taltavlen – man havner samme sted. Men opdagelser af denne art blev aldrig til en del af klassens matematiske praksisser. Læreren valgte at forlade taltavlen som repræsentation og i stedet at inddrage "tierstænger" og "enerklodser" i det følgende arbejde med addition.

En uge senere havde eleverne hjemme lavet en opgave med addition af to tocifrede tal uden tierovergang. Regnemethoden havde været fri, og klassen brugte i begyndelsen af timen en del tid på at forklare hinandens metoder. Klippene i tekstboks nr. 1 og 3 er fra denne time, og som bemærket i forbindelse med klippene er det her helt anderledes sociale og sociomatematiske normer der kommer til udtryk. I denne situation (og i mange andre) var det en naturlig og væsentlig del af matematikundervisningen at forklare og begrunde sine løsninger og at forsøge at forstå og forholde sig til de forklaringer og begrundelser som andre elever kom med. I sin dialog med eleverne lagde læreren generelt vægt på at elevernes forklaringer var meningsfulde i forhold til det additionsstykke de talte om. Hun accepterede fx ikke forklaringer som "Jeg regnede det bare ud i hovedet" eller "Jeg talte på fingrene". I forbindelse med disse forklaringer insisterede hun på at eleverne forklarede *hvordan* de regnede i hovedet eller på fingrene, og på at disse forklaringer var meningsfulde i forhold til tallene. På den måde kan man sige at læreren guidede klassens sociomatematiske normer – hun viste hvad hun betragtede som gode og ikke gode matematisk forklaringer.

Efter dialogen om hjemmeopgaverne så klassen i fællesskab vha. en projektor på et regneeksempel fra deres elevbog.  $25+34$  var illustreret med tierstænger og enerklodser.





Figur 2. Et regneeksempel fra elevbogen (Jensen et al., 2005, s. 44).

“Hvad har de gjort for at regne det ud?” spurgte læreren, og Sigurd forklarede:

#### Tekstboks 4 – Sigurds forklaring

Sigurd: Se, der står 25 der (peger på de to tierstænger og de fem enerklodser), så er de ...

Lærer: Ja.

Sigurd: Og så tre 10'ere, det giver jo 30. Med fire 1'ere giver det 34.

Lærer: Rigtigt, og hvad så når man skal lægge dem sammen?

Sigurd: Øhm, så gør man fx sådan 10, 20, 30 ... 1, 2, 3, 4.

Lærer: Ja, så giver det 34, det er rigtigt.

Hvad så hvis jeg skal lægge 25 og 34 sammen?

Hvordan gør de det ... lægger alle de der kuber og 10'er-stænger sammen?

Sigurd: Nej, de lægger ikke bare alle sammen ...

Se, her er der en række (peger på kolonnen med tier-stænger). Så er der 1, 2, 3, 4, 5 ... Så skriver man 5 der.

Lærer: Ja.

Sigurd: Og der er der en række af dem (peger på kolonnen med enere). 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9. Så skriver de 9 der.

Lærer: Ja.

Bemærk i forbindelse med klippet i tekstboks 4 at opgavetyperen kan regnes uden reference til meningsindhold i tallene eller i additionen, og at Sigurds forklaring på hvordan "de havde gjort i bogen", heller ikke omfatter en begrundelse for metoden. Opgaverne kan i princippet regnes ved at tælle stænger og klodser og ikke bekymre sig om at give tallene mening. Men læreren udnyttede det efterfølgende individuelle arbejde til at tale med de elever der ikke havde forklaret deres regnemetoder fælles i klassen. I disse dialoger lagde hun på samme måde som i den fælles dialog vægt på argumentationen for hvorfor metoderne virker.

Der tegnede sig i klassen et billede af en etableret matematisk praksis vedrørende addition af to cifrede tal uden tierovergang. Eleverne kunne generelt forklare og begrundede en metode og finde frem til de rigtige resultater – selvom der selvfølgelig var forskel på den forståelse som kom til udtryk i de forskellige elevers forklaringer, og på deres formåen i forbindelse med hovedregning som spillede en central rolle i praksissen.

I den følgende matematiktime to dage senere forsøgte læreren at udvikle eller udvide den etablerede matematiske praksis til at omfatte addition af to cifrede tal med tierovergang. Fra timens begyndelse havde hun skrevet additionsstykket  $32+49$  på tavlen. Klippet i tekstboks 2 viser de første elevreaktioner på dette stykke. Efterhånden som timen udviklede sig, kom der i den fælles dialog flere og flere regnemetoder på banen. Efterfølgende arbejdede eleverne selvstændigt med en side i deres matematikbog der handlede om addition af to cifrede tal med tierovergang. Jeg fulgte Anton og Villy der arbejdede sammen i en del af timen, og bad dem da de var færdige med opgaverne i bogen, om at regne endnu et stykke og forklare deres metode (tekstboks 5).

### *Tekstboks 5 – Anton og Villy regner $34+27$*

Thomas: Kan jeg få jer til at regne det her ( $34+27$ ) og fortælle mig hvordan I gør?

Anton: 61.

...

Villy: Ja, 61.

Der er 50 (peger på 3-tallet og 2-tallet).

Så tager man ...

Hvis man lægger 4 til 7, så bliver det 10 ... Faktisk bliver det 11 ... Hvis man tager 10 først, så er det 60 ... Så 1 til ...

Det er 61.

Det var fælles for de regnemetoder som blev præsenteret i denne time, at de refererede til et meningsindhold i tallene. Og det var karakteristisk for dem alle at de byggede på en opdeling af addenderne i tiere og enere, og at de "foregik i hovedet". Selvom det ikke var alle eleverne der præsenterede metoder i løbet i timen, kan man, efter vores opfattelse, sige at der i klassen viste sig en "begyndende" matematisk praksis der harmonerede med lærerens oprindelige intention – at eleverne skulle blive i stand til at addere tocifrede tal med "tierovergang", og at de skulle forstå hvorfor deres metode(r) "virker". Det var i hvert fald tydeligt at mange af eleverne opfyldte dette mål.

### *Hvordan udvikler elever sig fagligt i matematiske klasserum?*

Spørgsmålet er hvordan den beskrevne faglige udvikling er opstået? Hvis vi fokuserer på Villy, var der en situation i forbindelse med addition ved hjælp af 100-tavlen hvor der ikke var mange tegn på den form for læring som var lærerens intention. Men cirka en uge senere forklarede han meningsfyldt sin egen beregningsmetode til et additionsstykke med tierovergang. Hvordan kan vi forklare hans faglige udvikling?

Der kan helt sikkert findes mange mulige "forklaringsdele". Fx virkede det som om taltavlen på ingen måde støttede Villys tankegang, mens tierstængerne og enerkuberne stod i direkte forbindelse med hans forståelse af talsystemets tiere og enere. Det kan også tænkes at de forskellige aktiviteter Villy har været involveret i, har været mere eller mindre befordrende for hans faglige udvikling. Fx kan man sige at aktiviteten med at forklare sin egen beregningsmetode står i mere direkte sammenhæng med målet for undervisningsforløbet end aktiviteten hvor han skulle tegne genveje i taltavlen. Men efter vores opfattelse er disse individuelt orienterede forklaringer ikke dækkende. For os er det tydeligt at både klassens sociale og sociomatematiske normer og klassens matematiske praksisser har været stærkt medvirkende til at forme de læringsmuligheder som har ligget i de forskellige undervisningssituationer, og at normerne og praksisserne må medtænkes hvis vi vil forstå sammenhængen mellem læringsmulighederne og elevernes individuelle læring. Når Villy er i stand til – uden en algoritme – at foretage "springet" fra addition uden tierovergang til addition med tierovergang, er det også fordi det er en del af hans matematiske praksis at opdele addenderne i tiere og enere og en del af hans sociomatematiske normer at bygge sin tænkning på cifrenes begrebsmæssige betydning. Denne matematiske praksis og disse sociomatematiske normer er etableret igennem hans deltagelse i klassens faglige fællesskab.

Som tankeeksperiment kan vi forestille os hvordan læringsmulighederne ville have ændret sig i de forskellige undervisningssituationer hvis det *ikke* havde været en social norm i klassen at forklare og begrunde sin tankegang i forbindelse med additionsstykkerne. Gennemgangen af hjemmearbejdet kunne i stedet for have fokuseret på korrekte facitter, og læreren kunne have forklaret at den næste side i elevbogen kunne

laves ved at tælle tierstænger og enerkuber og skrive resultaterne de rigtige steder i bogen. Klassen ville på den måde have arbejdet med nøjagtig de samme begreber og metoder, men på en måde som ikke ville give eleverne mange muligheder for at give regneoperationerne mening.

Vi kan også forestille os hvordan læringsmulighederne ville have ændret sig i situationen hvor eleverne skulle forklare deres forskellige beregningsmetoder, hvis det *ikke* havde været en sociomatematisk norm at forklaringerne skulle være meningsfulde i forhold til tallene. En korrekt forklaring på beregning af fx  $17+12$  kunne jo også være at de forreste tal skal lægges sammen og skrives, og de bagerste tal skal lægges sammen og skrives derefter. Denne forklaring er bare udtryk for en helt anden sociomatematisk norm end i eksemplet. Klassen kunne med de sidst skitserede sociomatematiske normer stadig have arbejdet med elevernes forklaringer af deres egne beregningsmetoder – men læringspotentialet ville have været et helt andet.

Endelig kan vi forestille os hvordan læringsmulighederne ville have ændret sig hvis *ikke* det havde været en matematisk praksis i klassen at opdele addenderne i tiere og enere. Det er vanskeligt at tænke sig at eleverne uden denne etablerede praksis ville have kunnet udvikle beregningsmetoder der bygger på vores talsystems egenskaber og have kunnet foretage "springet" fra addition uden tierovergang til addition med tierovergang.

Disse overvejelser understøtter Cobbs pointe om at de læringsmuligheder som opstår i en klasse der arbejder med matematik, altid er forbundet med klassens sociale og sociomatematiske normer og med klasserummets matematiske praksisser. Det giver med andre ord ikke meget mening at fastholde et rent psykologisk, individuelt perspektiv på en analyse af elevers begrebsmæssige faglige udvikling i et klasserum – det individuelle, psykologiske perspektiv må sammentænkes med et socialt perspektiv. Omvendt kan Villys faglige udvikling heller ikke forstås hvis den kun ses fra et socialt perspektiv. Hans deltagelse i klassens faglige fællesskab har skabt nogle bestemte læringsmuligheder, men hans faglige udvikling er samtidig et resultat af en personlig konstruktionsproces – ellers ville det være svært at forklare hvorfor alle elever i klassen ikke har haft den samme faglige udvikling som Villy.

En redegørelse for elevers begrebsmæssige faglige udvikling som den forekommer i den sociale kontekst som et klasserum udgør, må derfor have både sociale og individuelle perspektiver. Den må både bestå af beskrivelse og analyse af interaktionen i undervisningssekvenser og af elevernes deltagelse i disse. Det er vores opfattelse at Cobbs og Yackels fortolkningsramme i den forbindelse kan være et konstruktivt redskab.

En sådan tilgang til forskning i elevers læring står i skærende kontrast til den tilgang som var kendetegnende for hovedparten af de projekter som vores kortlægning og kategorisering af eksisterende forskningsresultater omfattede. I disse projekter blev

elevens faglige udvikling målt på testresultater og tilsyneladende oftest forstået som et direkte resultat af lærerens handlinger. Elevernes faglige udvikling blev således ikke forbundet med hverken den konkrete interaktion i klasserummene eller de enkelte elevs deltagelse i interaktionen (Plauborg & Kaas, 2009).

### *Udvikling af elevernes sociomatematiske normer*

Når en klasses sociale og sociomatematiske normer har afgørende betydning for de læringsmuligheder som skabes i klasserum, er det oplagt at udviklingen af "hensigtsmæssige" normer er af stor betydning. Vores projekt viser nogle eksempler på hvordan læreren kan søge at guide udviklingen af sociomatematiske normer i et klasserum.

I den 2.-klasse vi besøgte, var det især klassesamtaler hvor elevernes forskellige metoder blev sat til diskussion, der åbnede for lærerens muligheder for at guide normerne. Alene ved at lægge vægten på elevernes forklaringer og argumentation frem for resultaterne af deres beregninger viste hun noget om hvad der i hendes timer kan betragtes som en lødig matematisk aktivitet – matematik er et fag hvor forklaring og argumentation er centralt. Hun kunne bl.a. engagere eleverne i dialogen ved at "genforklare" nogle af elevernes argumenter for klassen og på den måde søge at signalere at alle skulle søge at forstå hinandens tænkning, eller ved at spille forskellige forklaringer og argumenter ud mod hinanden – hvordan kan det fx være at både Samuels og Mads' metode giver det rigtige resultat? Ved at legitimere forskellige argumenter viste hun at matematik også er et fag hvor der ikke kun er "én vej at gå", men samtidig kunne hun igennem sine spørgsmål signalere at argumentationen ikke kan bestå af hvad som helst – det handler om at bygge sin argumentation på den begrebsmæssige betydning af cifrene i tallene. I andre situationer valgte hun at fremhæve særlig gode argumenter eller argumenter som knyttede sig til aktiviteter klassen tidligere havde arbejdet med – fx hvilke additionsstykker der giver 10 ("gode tiervenner").

De metoder som 2.-klassens lærer benyttede sig af, er naturligvis kun eksempler til inspiration til hvordan en lærer kan søge at bidrage til udviklingen af sociomatematiske normer i et klasserum, og skal ikke forstås som "en opskrift". Pointen her er blot den at der specielt i udviklingen af de sociomatematiske normer i et klasserum ligger et stort potentiale i forbindelse med understøttelse af elevens begrebsmæssige faglige udvikling.

## Referencer

Bauersfeld, H., Krummheuer, G. & Voigt, J. (1988). *Interactional Theory of Learning and Teaching Mathematics and Related Microethnographical Studies*. I: H.G. Steiner & A. Vermandel

- (red.), *Foundations and Methodology of the Discipline of Mathematics Education* (s. 174-188). Antwerpen, Belgien: Proceedings of the TME Conference.
- Cobb, P. (1999). Individual and Collective Mathematical Development: The Case of Statistical Data Analysis. *Mathematical Thinking and Learning*, 1(1), s. 5-43.
- Cobb, P. (2000). The Importance of a Situated View of Learning to the Design of Research and Instruction. I: J. Boaler (red.), *Multiple Perspectives on Mathematics Teaching and Learning* (s. 45-82). Westport, CT: Ablex.
- Cobb, P. & Steffe, L.P. (1983). The Constructivist Researcher as Teacher and Model Builder. *Journal for Research in Mathematics Education*, 14, s. 83-94.
- Cobb, P. & Yackel, E. (1995). *Constructivist, Emergent, and Sociocultural Perspectives in the Context of Developmental Research*. Washington, D.C.: National Science Foundation. A paper presented at the Seventeenth Annual Meeting for the Psychology of Mathematics Education.
- Jensen, H.N., Møller, M.T., Lindhardt, B., Andersen, M.W. & Weng, P. (2005). *Kontext 2A: Elevbog*. København: Alinea
- Plauborg, H. & Kaas, T. (2009). *Kortlægning og kategorisering af forskningsresultater*. Notat i forbindelse med projektet "Lærerhandling og elevers læring". Professionshøjskolen UCC, Afdelingen for udvikling, forskning og efter- og videreuddannelse. Ikke publiceret. Kopi kan fås ved henvendelse til forfatteren af nærværende artikel.
- Sfard, A. (1991). On the Dual Nature of Mathematical Conceptions: Reflections on Processes and Objects as Different Sides of the Same Coin. *Educational Studies in Mathematics*, 22, s. 1-36.
- Skott, J., Jess, K. & Hansen, H.C. (2008). *Matematik for lærerstuderende: Delta, Fagdidaktik*. Frederiksberg C: Forlaget Samfundslitteratur.
- von Glasersfeld, E. (1984). An Introduction to Radical Constructivism. I: P. Watzlawick (red.), *The Invented Reality* (s. 17-40). New York: Norton.

# Hvordan designer man historier?

– teoretiske overvejelser bag et narrativt skolemateriale til Experimentarium



Mai Murmann,  
Experimentarium og IND, KU

**Abstract.** Denne artikel beskriver de teoretiske overvejelser bag designet af et narrativt skolemateriale på det danske sciencecenter Experimentarium. Artiklen tager udgangspunkt i et skolemateriale om "Kejseren der troede sine egne øjne" og gennemgår hvorfor eventyr kan være nyttige redskaber til at understøtte eleverne når de besøger en udstilling. Derudover gennemgås overvejelser om hvordan man integrerer eventyret med de læringsmæssige mål, hvilke narrative former fra litteratur og virtuelle miljøer der kan inspirere et design, og hvad elevernes handle-ret betyder for designet af skolematerialet.

## Indledning

Gode historier har alle dage fået mennesker til at spidse ører. Derfor er det også oplagt at bruge historier i undervisningsøjemed hvis man vil fange elevernes interesse. På sciencecenteret Experimentarium har vi skabt et narrativt skolemateriale til en tema-udstilling om sanser som skal fange elevernes interesse og sikre deres læringsudbytte. Materialet er skabt gennem designbaseret forskning (Baumgartner et al., 2003) som kombinerer de praktiske erfaringer fra Experimentarium med didaktisk og narrativ teori i designet af skolematerialet. Overvejelserne bag designet vil dog også kunne bruges til at lave skolemateriale i andre henseender hvor en lærer vil rammesætte et undervisningsforløb med en historie.

Som Experimentariums andre udstillinger er Sanseudstillingen en hands-on-udstilling hvor gæsterne kan få fingrene i naturvidenskaben og prøve kræfter med den. Materialet blev derfor lavet med henblik på at undersøge hvorvidt en historie kan understøtte elevernes læring i interaktive udstillinger. For at gøre dette var det nødvendigt med et teoretisk kendskab til historier samt en grundig klarlæggelse af hvordan læringen skulle understøttes. Artiklen indledes med en gennemgang af Experimentariums skolemateriale som case og bevæger sig derefter over i de teoretiske overvejelser bag designet.

## “Kejseren der troede sine egne øjne”

Skolematerialet er bygget op om den fiktive historie “Kejseren der troede sine egne øjne”<sup>1</sup>. Første del af forløbet udspiller sig hjemme i klasselokalet og skal forberede eleverne på besøget på Experimentarium. Historien handler om den temperamentsfulde kejser af Sanselandet der ikke tror at andre kan sanse verden anderledes end han selv. Derfor bliver han rasende da forskellige dyr i Sanselandet påstår at de kan sanse verden anderledes end mennesker kan. Bienen kan se uv-lys, blæksprutten kan smage med armene, og hunden kan lugte et kødben der er begravet langt nede i jorden. For at straffe de løgnagtige dyr hugger kejseren ører, næser og arme af dem og sætter dem i fængsel. De eneste der nu kan redde dyrene, er klassens elever der gennem brevudvekslinger kan forklare dyrene hvorfor de sanser verden anderledes end kejseren.



Figur 1. Billede af kejseren fra skolematerialet “Kejseren der troede sine egne øjne”.

Når eleverne har fået den første del af historien, følger en brevveksling mellem eleverne og dyrene om sansernes funktion og egenskaber som skal få eleverne til at overveje og formulere deres forhåndskendskab til sanserne. Til slut fortæller dyrene at kejseren har bygget et laboratorium på Experimentarium hvor han er ved at undersøge dyrenes sanser. Derfor skal eleverne planlægge et besøg hvor de kan blive klogere på hvordan sanserne virker, og forsvare dyrene over for kejseren. Der lægges således op til at eleverne udvælger og eksperimenterer mere bevidst med opstillingerne end hvis der ikke var opsat specifikke narrative mål. Fx fordi de skal finde de udstillinger der kan gøre dem klogere på hvordan biens uv-syn virker, så de kan hjælpe bien.

Tilbage på skolen får eleverne endnu en bid af historien. Her fortæller dyrene hvordan kejseren nu er blevet så gal i skralden at han har besluttet at koge dyrene i sin store, sorte gryde. Eleverne kan kun redde dyrene hvis de forsvarer dem i en retssag.

1 Gruppen bag udviklingen af skolematerialet bestod af udviklingsmedarbejder Joakim Bækgård, manuskriptforfatter Michael Valeur og ph.d.-studerende Mai Murmann samt tre folkeskolelærere: Helle Houkjær, Anne Cathrine Koch Sørensen og Jakob Sundman.



Derfor skal børnene nu formulere et brev til kejseren hvor de bruger deres viden fra Experimentarium til at overbevise ham om at han tager fejl. Når eleverne har sendt deres argumenter af sted, modtager de til sidst et takkebrev fra dyrene og den afsluttende del af historien. Den fortæller hvordan eleverne har overbevist kejseren der nu har prøvet alle de mange forskellige næser, ører og arme (for den slags kan man jo godt i eventyr) og opdaget at det er ganske sandt at dyr sanser anderledes end mennesker.

## Historien som problemknuser

Formålet med at lave et skolemateriale der er baseret på en historie, er først og fremmest at understøtte eleverne i deres læring på Experimentarium. Mange skoler bruger Experimentarium som en del af naturfagsundervisningen fordi centeret netop tilbyder en legende og eksperimenterende tilgang til naturfagene. Vi ser derfor både skoleklasser hvor eleverne primært leger i udstillingen, og mere fokuserede besøg hvor eleverne er blevet instrueret hjemmefra og arbejder målrettet med udstillingerne (Sørensen & Kofod, 2004). Skolematerialet "Kejseren der troede sine egne øjne" henvender sig til de besøg hvor eleverne primært leger sig igennem udstillingen.

Problemet med den legende adfærd er nemlig at eleverne ofte er meget lidt fokuserede på det naturfaglige indhold som udstillingen formidler. De opfører sig ofte som om de er på en legeplads, hiver i håndtag og trykker på knapper, og ofte er tiden ved den enkelte opstilling under 30 sekunder før de atter drøner videre (Paris, 1997). Den slags adfærd kan man måske bedre forstå hvis man tolker den efter Goffmanns (1961) dramaturgiske analyse af kontekst. Ifølge Goffman spiller vi mennesker nemlig forskellige roller alt efter den kontekst vi er i. Når vi er i supermarkedet, er vi kunder, når vi er på arbejde, er vi ansatte, og når vi er hjemme ved familien, er vi måske forældre. Alt efter hvad vores kontekst er, opfører vi os altså på en bestemt måde og følger bestemte regler (Goffmann, 1961).

Tolker vi elevernes adfærd ud fra den teori, ser det ud til at de i højere grad spiller den rolle de har i et frikvarter eller et tivoli, når de er på et sciencecenter, hvis de ikke er blevet instrueret i at opføre sig anderledes hjemmefra. Der er altså noget i konteksten ved et sciencecenter der i højere grad opfordrer til at lege end til at være den flittige elev som fordyber sig i opstillingernes naturfaglige budskaber. Intentionen med at lave et skolemateriale baseret på en historie er derfor at give eleverne et redskab til at forstå konteksten og dermed deres egen rolle på et sciencecenter. Målet er at eleverne dermed ikke længere udelukkende er afhængige af at læreren støtter og forbereder dem på besøget, men at de også kan bruge historien som en støtte både før, under og efter besøget.

## Hvilken læring skal historien understøtte?

Før vi kommer til de teoretiske overvejelser bag designet af en historie, er det væsentligt at klarlægge hvilken form for læringsudbytte eleverne skal have af skolematerialet.

Da materialet i dette tilfælde skulle understøtte Experimentariums temaudstilling om mennesker og dyrs sanser, var det naturfaglige indhold givet på forhånd. Udstillingsudviklingsgruppen havde desuden valgt at fokusere på begreber og fænomener inden for sanseverdenen, såsom uv-syn, ekkolokation og smagsløg på tungen. Udstillingen er således opbygget efter at eleverne gennem kropslige oplevelser skal få det man med et engelsk begreb kalder "content learning". De skal altså forlade udstillingen med en øget faglig viden om sanser.

I skolematerialegruppen besluttede vi dog at supplere disse læringsmål med et mål om at eleverne skulle trænes i at stille spørgsmål, eksperimentere og argumentere for deres resultater. Det kalder man med et engelsk begreb "inquiry learning" (Minner et al., 2009). Netop fordi Experimentarium er et interaktivt center, er der rig mulighed for at eleverne kan styrke disse kompetencer. Skolematerialet blev derfor udviklet med tanke på at eleverne skulle øge deres faglige viden om sanser, og at dette skulle ske gennem selvstændig refleksion, eksperimenter og argumentation. Som mentalt redskab til at nå dette skabte vi historien "Kejseren der troede sine egne øjne".

## Historien som kognitivt og strukturelt redskab

At bruge historien som et mentalt redskab til at støtte elevernes brug af en udstilling knytter sig til den status historier har i vores kultur. Vi mennesker bruger såkaldte narrativer, altså fortællinger og historier, i stort set alle dele af vores hverdag. Vi finder dem i litteratur, film og teater og i historiebøgerne og vores egne samtaler i hverdagen.

Der findes et utal af områder der beskæftiger sig med hvordan vi mennesker bruger og skaber narrativer. Groft set kan de inddeles i strukturel og kognitiv narratologi. I den kognitive narratologi beskæftiger man sig med narrativer som et erkendelsesværktøj, mens man i den strukturelle narratologi forsøger at forstå de strukturer i tekster der skaber fortællingen.

Designet af "Kejseren der troede sine egne øjne" beror på både strukturel og kognitiv narratologi. Man kan sige at argumentet for at bruge en historie stammer fra den kognitive narratologi fordi vi bruger historien til at understøtte hvordan eleverne tænker og organiserer deres tanker når de er i en udstilling. Kognitiv narratologi beskæftiger sig med hvordan vi som mennesker bruger narrativer til at tænke og tale med. Historier kan derfor ses som mentale redskaber der hjælper os med at organisere vores tanker, følelser og oplevelser og dermed kølner det kaos af indtryk vi hele tiden modtager. Dermed hjælper de os med at implementere tid, problemer og løsninger

(Bruner, 1991). Derudover kan historierne også bruges til at huske og genskabe vigtige begivenheder og som et socialt værktøj i forhold til at fortælle andre hvad man tænker og oplever (Miller, 1994). Kort sagt giver historier mennesker en kendt form og struktur der hjælper dem med at skabe mening. Og det er netop det der er hensigten med historien "Kejseren der troede sine egne øjne".

Men for at kunne give eleverne det redskab som historien udgør, må det først skabes. Her er der brug for den strukturelle narratologi for at lave et godt stykke håndværk. Strukturel narratologi beskæftiger sig med hvordan man skaber historier, altså hvordan strukturerne og dramaturgien skaber den spænding og interesse som ønskes. Særligt i det 20. århundrede fik disse strukturer meget opmærksomhed. Ret basalt kan en historie bestå af en start, en midte og en slutning. Det lyder måske forholdsvis banalt, men tredelingen er ret vigtig. Man kalder det historiens temporalitet, dvs. dens hændelsesforløb over tid. Begyndelsen fortæller nemlig noget om hvad vi kan forvente af midten, midten lader historien udfolde sig så vi kan nå at mærke spændingen og forventningen, mens slutningen giver os moralen og forløser spændingen. Hovedlinjen af hændelser kaldes historiens plot. Derudover er der lavet modeller for både spændingsudvikling og aktørernes rolle som beskriver hvordan historien kan bygges op hvis man vil fange tilhørernes interesse (Larsen, 2003). Mange nyere måder at fortælle historier på afviger fra det der beskrives i den strukturelle narratologi, men modellerne kan fortsat være nyttige når man som i "Kejseren der troede sine egne øjne" bruger det klassiske eventyr som historiemodel.

## Folkeeventyrets styrker

Historier kan antage mange former, men fordi sanseudstillingen var udviklet til et yngre publikum, børn fra 6 til 12 år, valgte vi at bruge det klassiske folkeeventyr som historieskabelon for "Kejseren der troede sine egne øjne". Folkeeventyret har nogle iboende egenskaber som formodes at skyldes dets eksistens længe før skriftsproget. Mandler & Johnson (1977) foreslår således at historiens struktur og form i folkeeventyr, fabler og myter er blevet forfinet via mundtlig overlevering gennem generationer. Fordi folk ikke har kunnet nedskrive historierne, er det blevet de strukturer som var nemmest at huske, der er blevet mest fremherskende. Der er altså sket en slags narrativ evolution som gør at den måde vi fortæller og bruger historier på, passer perfekt til den måde som vi tænker og forstår på. Derudover har vi nogle bestemte forventninger til bestemte typer af historier fordi vi har hørt mange historier tidligere og derfor har en forventning om historiens hændelsesforløb og kausale relationer (Mandler & Johnson, 1977).

Folkeeventyret har, modsat mere moderne historier, den egenskab at det altid giver læseren informationer der er væsentlige for den videre handling, og dermed fortæller

læseren at visse fakta skal huskes sidenhen i historien. Man kan sige at det løbende peger på hvad der er vigtigt, og hvad der er uvigtigt. Derudover hjælper denne form læseren med at huske hvad der er sket før, så læseren hele tiden har et resumé af tidligere hændelser som kan hjælpe med at forudsige hvad der sker fremadrettet. Sidst, men ikke mindst kan historien fortælle læseren hvornår en del af historien er afsluttet og kan gemmes væk, og hvilke dele der endnu ikke er komplette, og som skal huskes indtil man har samlet mere materiale til historien (Mandler & Johnson, 1977). Historier såsom “Kejseren der troede sine egne øjne” giver altså tilhørerne en struktur som gør at de ved hvad de skal lægge mærke til, og hvad der ikke er vigtigt. Og netop den egenskab er vigtig hvis man vil støtte eleverne på et sciencecenter i deres læring og valg og brug af opstillinger.

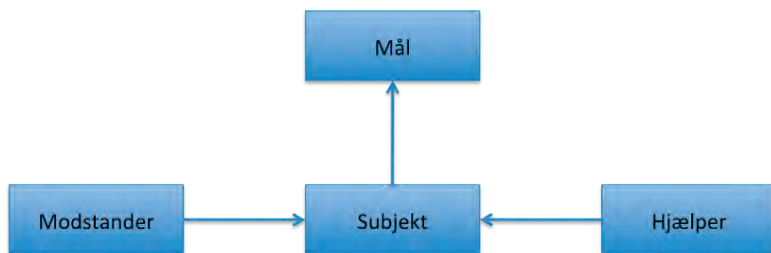
## Glasur eller indhold?

At vælge et folkeeventyr til at formidle et naturvidenskabeligt budskab taler ind i en aktuel debat om edu-tainment. Edu-tainment er en sammentrækning af “education” og “entertainment”, og ordet beskriver kombinationen af noget fagligt og mere underholdende medier, såsom computerspil. Risikoen ved edu-tainment er at eleverne ikke “bider på”. At de enten leger og intet lærer, eller at de gennemskuer at legen er et middel til læring, og føler sig snydt. Derfor var et af kardinalpunkterne i designet af “Kejseren der troede sine egne øjne” at historien ikke kom til at fremstå som en sukkerglasur som skulle få eleverne til at sluge de faglige læringsmål. Det var derfor væsentligt at finde en løsning som integrerede både det faglige indhold om sanser og elevernes kontekst både i skolen og på Experimentarium.

Derfor arbejdede vi løbende i designet af historien med at sikre at der var “narrativ argumentation”. Med narrativ argumentation mener vi at man hele tiden overvejer hvordan historien begrundes det man ønsker eleverne skal gøre eller forstå. Man skal altså sikre at historien og det man ønsker eleverne skal lære, ikke kører i to parallelle spor, men er integreret i hinanden. Man kan derfor ikke først fortælle en bid af en historie og derefter bede eleverne lave en øvelse som ikke er begrundet af historien. Derfor lod vi fx børnene skrive breve til dyrene med den begrundelse at dyrene havde brug for viden om sanserne som forsvar mod kejseren. Derved hænger historien sammen med elevernes aktiviteter, frem for at vi havde ladet dem skrive om sanserne for deres egen lærings skyld.

Et redskab til at skabe denne narrative argumentation og derved undgå at historien bliver sukkerglasur, finder man i den såkaldte aktantmodel som ses i figur 2 nedenfor (Larsen, 2003). Modellen beskriver hvordan aktørerne i et eventyr forholder sig til hinanden. En aktør er ikke nødvendigvis en person, men kan også være et fysisk eller mentalt artefakt. Subjektet, altså historiens hovedperson eller helt, vil således

altid stræbe efter et bestemt objekt, fx en skat eller en prinsesse, hvis vi taler om de klassiske eventyr. Men hvis helten uden videre kunne få prinsessen, ville historien hurtigt kede os. Derfor møder han både hjælpere og modstandere undervejs, fx i form af drager eller onde troldmænd og gode feer og fortryllede sværd.



**Figur 2.** Aktantmodellen der viser hvordan et subjekt stræber mod et objekt. Undervejs støttes subjektet af hjælpere og hæmmes af modstandere (Larsen, 2003).

I naturfagsundervisningen om fx sanser vil man som lærer nemt kunne antage at det primære mål for eleverne er at lære om sanser. Man kommer altså til at placere den faglige læring som objekt, med de modstandere og hjælpere det må indebære. Men for mange børn er det ikke i sig selv grund nok at de bliver klogere på sanserne. Ifølge spilforsker Rikke Magnussen vil de gerne vide “hvorfør” man skal lære om sanser, og her kan historien spille en rolle. Den kan nemlig komme med et narrativt “fordi” der forklarer hvorfor det er vigtigt at lære om sanser (Murmans, 2009). Det ses i det narrative læringsspil *Drabssag/Melved*, hvor eleverne skal løse et mord som en del af politiets rejsehold, men før det kan lade sig gøre, må de have en masse faglig viden. Som der står på hjemmesiden, skal de “opstille og afprøve hypoteser, skrive rapporter, vurdere afhøringer og diskutere dilemmaer ... håndtere en række spor ved hjælp af matematiske, danskfaglige og naturvidenskabelige færdigheder – og de skal organisere og formidle den viden, de samler sammen”<sup>2</sup>. Det er altså det narrative mål som eleverne ser, og som begrunder hvorfor de overhovedet gider deltage, mens læringen bliver deres hjælper (Murmans, 2009). Det samme gælder i “Kejseren der troede sine egne øjne” hvor elevernes mål skal være at redde en masse dyr i Sanselandet. I stedet for at gøre læring om sanser til et mål lader man det altså være en hjælper i forhold til det narrative mål.

Samtidig, siger Rikke Magnussen, kan man også sikre at der er sammenhæng mellem det narrative mål og læringsmålene (Murmans, 2009). I “Kejseren der troede

<sup>2</sup> [http://drabssag.emu.dk/om\\_drabssag.php](http://drabssag.emu.dk/om_drabssag.php)

sine egne øjne” er målet fx at samle information om sanserne så man kan overbevise kejseren om at han tager fejl. Dermed er det narrative mål det samme som læringsmålet fordi det rent faktisk også er ambitionen at børnene skal eksperimentere og samle information i udstillingen så de er i stand til at argumentere for forskellene i menneskers og dyrs sanser. Intentionen er at mindske risikoen for at børnene føler at historien blot skal få dem til at sluge læringsmålene.

Foruden at undgå sukkerglasur er det desuden vigtigt at konteksten ikke bryder med det historien formidler. Man skal derfor hele tiden sikre elevernes følelse af tilstedeværelse og indlevelse i historien (Biocca, 2002), og her spiller det omkringliggende miljø en rolle. Derfor har vi i “Kejseren der troede sine egne øjne” arbejdet med også at skabe narrativ argumentation i forhold til elevernes kontekst. Eleverne er sig selv og modtager breve fra dyrene på skolen. Vi har altså ikke forsøgt at skabe en illusion om at de er et andet sted, fordi vi mente at det kunne nedbryde indlevelsen og tilstedeværelsen som er grundlaget for hele troen på og engagementet i historien. Ligeså har vi forsøgt at gøre udstillingsmiljøet plausibelt i forhold til historien ved at lade det spille rollen som kejserens laboratorium.

## Hvordan formidler man bedst en interaktiv historie?

Én ting er at være bevidst om historiens gode egenskaber, en anden ting er at formidle historien. Der findes mange genrer der bruger narrativer til at kommunikere et budskab ud. Bøger, film, teater og computerspil er de primære former, og hver form har sine styrker og svagheder. Forskellene på medierne kan fx være i hvor høj grad de er betinget af tid og sted, altså om man nemt kan springe i tid og skifte mellem forskellige miljøer, hvilket hænger stærkt sammen med om modtageren er til stede selv i historien eller ej. Derudover er der forskel på den narrative repræsentation, altså om modtageren selv må forestille sig handlingen, eller om den er synlig. Det hænger igen sammen med om det er muligt at interagere med historien som tilhører eller aktant. Forskellene på litteratur, teater, film og virtual reality ses i tabel 1 nedenfor (Aylett & Locuchart, 2003).

Vi har indplaceret “Kejseren der troede sine egne øjne” i skemaet for at illustrere nogle af de overvejelser vi stod over for i designet af skolematerialet.

I de forskellige former beskrevet her gælder det at formen hele tiden er med til at understøtte modtageren. I bøger medieres modtageren hele tiden af forfatteren, og det er ikke muligt at forlade den lineære historie medmindre man rent faktisk forlader bogen. Den samme linearitet og forankring finder man i film og teater selvom man her medieres af skuespillere og rekvisitter på henholdsvis lærredet og scenen. Også i virtual reality og computerspil, som er interaktive, er der en kraftig mediering fordi den virtuelle verden er programmeret så der hele tiden sker en vis styring af historien

**Tabel 1.** Aylett & Locucharts (2003) figur om forskelle på forskellige narrative former. Figuren er modificeret så den også indeholder skolematerialet om "Kejseren der troede sine egne øjne".

	Litteratur	Klassisk teater	Film	Virtual reality	"Kejseren der troede sine egne øjne"
Betinget af tid og sted	Lav	Medium	Lav	Stærk	Til tider lav, til tider stærk
Narrativ re-præsentation	Mental	Visuel	Visuel	Mental	Visuel og mental
Tilstedeværelse	Ikke-fysisk	Fysisk	Ikke-fysisk	Ikke-fysisk	Fysisk og ikke-fysisk
Interaktivitet	Nej	Nej	Nej	Ja	Både ja og nej

og protagonistens handlemuligheder. Selv i andre genrer hvor man benytter interaktive fortællinger, vil man se en bevidst mediering af historien, fx i rollespil hvor der typisk vil være en gamemaster, og i storyline-undervisning hvor læreren hele tiden kan være til stede og understøtte eleverne.

Problemet vi stod over for ved at lave en historie til et skoleforløb i et sciencecenter, var at man ikke kan bruge alle disse medieringsmuligheder medmindre man vil lave dyre løsninger med computere, skuespillere eller piloter i udstillingen. Det er også vanskeligt at lave et tekstmateriale som skal hjælpe eleverne med at træffe deres valg i udstillingen, fordi dets linearitet fjerner elevernes egne frie valg, og så ryger idéen med "inquiry learning" som netop fremhæver vigtigheden af at eleverne træffer reflekterede valg og eksperimenterer fx med de udstillinger som de mener er relevante for at kunne hjælpe dyrene fra Sanselandet. Selv hvis man havde lavet et forløb efter de kendte Dungeons & Dragons-bøger hvor læseren har visse valgmuligheder i forhold til historiens udvikling, ville forløbet blive meget lukket i forhold til det der lægges op til med inquiry learning som læringsmål og metode. Derfor stillede det store krav til den narrative form vi kunne bruge.

Løsningen blev en blanding af egenskaber fra henholdsvis litteratur og virtual reality. På den måde kunne man med litteraturens lukkede, ikke-fysiske, mentale egenskaber som var ubetinget af tid og sted, indføre eleverne i det historieunivers som skulle understøtte deres fysiske, visuelle, interaktive oplevelser dels på skolen

og i særdeleshed på Experimentarium, der netop er afhængig af tid og sted. I "Kejseren der troede sine egne øjne" har eleverne derfor ingen medierende artefakter for deres udforskning af udstillingen, og dermed ligger der et meget større ansvar på den historie der er gået forud, i forhold til brugen af andre narrative former. For at dette kunne lade sig gøre, blev forløbet inddelt i tre dele, hvor historien blev fortalt før og efter besøget for at understøtte elevernes egen aktivitet under selve besøget.

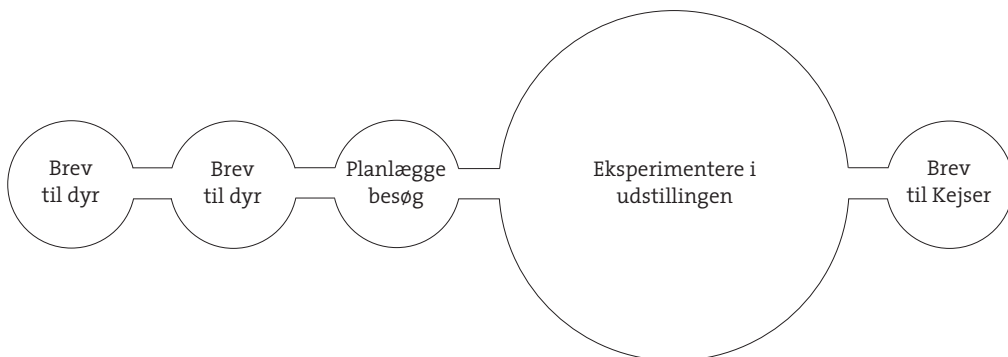
## Handle-ret i det tredelte narrative forløb

Netop før- og efteraktiviteter til et museums- eller sciencecenterbesøg anbefales ofte i museumsdidaktisk litteratur fordi det bidrager til elevernes udbytte af museumsbesøget (Dewitt & Osborne, 2007). Den indledende fase skal bruges til at forberede eleverne på besøget, mens det afsluttende forløb samler op på det som eleverne har lært. Derfor brugte vi også disse faser i "Kejseren der troede sine egne øjne". Samtidig passer denne inddeling godt sammen med dramaturgien og spændingsudviklingen i historien. Ved at lade besøget på Experimentarium udgøre midten af historien kan man formentlig skabe en (falsk) følelse af at eleverne rent faktisk har mulighed for at påvirke historiens dramatiske udvikling hvis de eksperimenterer og bruger udstillingen rigtigt. Man kan illustrere forløbet som i figur 3 nedenfor. Boblerne viser hvor eleverne selv skal tage stilling til sanser, i relation til historien og beskriver derfor de interaktive dele af forløbet. Lige streger demonstrerer brugen af et lineært narrativ.

Når man bevæger sig væk fra det litterære narrativ og indarbejder interaktive forløb, løber man ind i et problem man også har bokset med i narrative computerspil. Interaktivitet betyder nemlig at modtageren har handle-ret, og pludselig er det ikke længere kun forfatteren der styrer historiens udvikling. Det at modtageren har handlemuligheder, kræver nemlig at man arbejder i to forskellige lag. Det som historien fortæller, og det som modtageren gør. I mange computerspil løser man dette ved at lave skiftende intervaller mellem at give små historiebidder, såkaldte cutscenes, der løbende fortæller historien. Man kender det fra computerspil som Resident Evil og Tomb Raider hvor historien først introduceres før man slippes løs i det virtuelle univers hvor man skal løse gåder og skyde banditter (Dickey, 2006). I disse bidder har spilleren ofte ikke mulighed for selv at agere, men kan efterfølgende bruge den fortalte historie til at træffe de nødvendige valg for at spillet udvikler sig. På den måde "styrer" historien spilleren selvom de har handle-ret.

Det betyder at den historie der ligger bag modtagerens handlinger, rent faktisk bliver til en baggrundshistorie. Man har opdaget at den narrative rygrad faktisk ikke er tydeligt til stede i spillerens bevidsthed i store dele af spillene. Hvis spillerne først står over for en opgave som de kan handle på, træder historien i baggrunden mens de løser opgaven. Først når de er færdige med opgaven og tænker "Hvad nu?", træder





**Figur 3.** Figuren viser de varierende lineære og interaktive forløb i historien “Kejseren der troede sine egne øjne”.

historien frem igen og påvirker dem i deres næste valg (Macfayden et al., 2008). Inden for computerterminologien kalder man ofte historien for den narrative ryggrad fordi det indikerer at den afstiver spillet, men ikke nødvendigvis er til stede i spillerens bevidsthed hele tiden. Det er med baggrund i denne mekanisme at vi har ladet historien og de interaktive handlinger i “Kejseren der troede sine egne øjne” flette ind mellem hinanden. Tanken er at eleverne dermed får defineret deres rolle og deres kontekst og dermed hele tiden har historien som et forhåndenværende redskab som de kan bruge når de har behov for at blive støttet under deres besøg og læring i Sansedstillingen.

## Afslutning

Opsummerende om designet kan det siges at der er en række punkter man som designer bør overveje.

- Først og fremmest bør man sikre at historien ikke er sukkerglasur, men at der sker en integrering af læringsmål og narrative mål så der hele tiden er narrativ argumentation. En metode til at opnå dette er at lade den naturfaglige viden indgå i historien som en hjælper til det narrative mål.
- Man skal også være opmærksom på hvordan lineære og interaktive forløb påvirker hinanden. Der skal derfor være stærke lineære forløb eller en såkaldt narrativ ryggrad som understøtter de interaktive dele af historien og hjælper eleverne med at træffe valg i forhold til deres handlinger.
- Desuden er det væsentligt at indarbejde elevernes kontekst i historien på en troværdig måde så man ikke bryder med deres indlevelse og tilstedeværelse i historien.

Artiklen her beskriver nogle mere generelle overvejelser bag designet af et narrativt skolemateriale uden at gå i detaljer med den håndværksmæssige del, altså hvorfor vi har valgt at opbygge de enkelte sekvenser i eventyret som vi har. Naturligvis vil håndværket også spille en stor rolle, for selvom man arbejder teoretisk med et materiale, kræver det stadig en god forfatter at lave en historie som folk har lyst til at høre. I vores tilfælde løste vi problemet ved at hyre en manuskriptforfatter der både har ordet i sin magt og flair for dramaturgi. Ikke desto mindre gjorde afsøgning af området i litteraturen en stor forskel i forhold til vores forståelse af historien som læringsredskab, som forhåbentlig til dels er blevet formidlet videre med denne artikel.

I skrivende stund har vi endnu ikke fået testet hvorvidt de teoretiske overvejelser bag det narrative skolemateriale holder vand. Håbet er at det narrative skolemateriale kan give eleverne en ny forståelse af et besøg på Experimentarium. Frem for at opleve at den rolle de har på Experimentarium, er den samme som i skolen eller i frikvarteret, håber vi at historien kan give dem en ny forståelse af den kontekst de er i når de er på et sciencecenter. Ved at lade historien fungere som et værktøj der skaber en metakontekst for eleverne, er tanken at de skal forholde sig til udstillingen på den måde man som lærer eller udstillingsudvikler har ønsket, så de rent faktisk lærer noget af besøget.

## Referencer

- Aylet, R. & Locuchart, S. (2003). Towards a narrative theory of virtual reality. *Virtual Reality*, 7, s. 2-9.
- Baumgartner, E. & The Design-Based Research Collective. (2003). Design-Based Research: An Emerging Paradigm for Educational Enquiry. *Educational Researcher*, 32(1), s. 5-8.
- Biocca, F. (2002). The evolution of interactive media. Toward "being there" in nonlinear narrative worlds. I: M.C. Green, J.J. Strange & T.C. Brock (red.), *Narrative Impact*. Social and Cognitive Foundations, L. Mahwah, Erlbaum Associates, s.97-130.
- Bruner, J. (1991). The narrative construction of reality. *Critical Inquiry*, 18(1), s. 1-21.
- DeWitt, J. & Osborne, J. (2007). Supporting teachers on science-focused school trips: Towards an integrated framework of theory and practice. *International Journal of Science Education*, 29(6), s. 685-710.
- Dickey, M.D. (2006). Game design narrative for learning: Appropriating adventure game design, narrative devices and techniques for the design of interactive learning environments. *Educational Technology Research and Development*, 54(3), s. 245-263.
- Goffman, E. (1961). *Encounters: Two studies in the sociology of interaction*. Indianapolis: Bobbs-Merrill.
- Larsen, P.H. (2003). *De levende billeders dramaturgi 2*. København: DR Multimedie.

- MacFadyen, A., Stranieri, A. & Yearwood, J.L. (2008). *Dramatic analysis for interactive narrative*. 8th International Workshop on Narrative and Interactive Learning Environments.
- Mandler, J.M. & Johnson, N.S. (1977). Remembrance of things parsed: Story structure and recall. *Cognitive psychology*, 9, s. 111-151.
- Miller, P.J. (1994). Narrative practices: Their role in socialization and self-construction. I: U. Neisser & R. Fivush (red.), *The remembering self: Construction and accuracy in the self-narrative*. New York: Cambridge University Press, s. 158-179.
- Minner D.D., Levy, A.J. & Century, J. (2009). Inquiry-based science instruction – what is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching*, 47, s. 474-496.
- Murmann, M. (2009). Mysterier skal lære dig at elske klimaet. Lokaliseret den 7. oktober 2009 på: [http://videnskab.dk/content/dk/miljo\\_natur/mysterier\\_skal\\_lare\\_dig\\_at\\_elske\\_klimaet?link=OfferLogin](http://videnskab.dk/content/dk/miljo_natur/mysterier_skal_lare_dig_at_elske_klimaet?link=OfferLogin).
- Sørensen, H. & Kofod, L. (2004). Experimentarium og skole. I: E. Henriksen & M. Ødegaard (red.), *Naturfagenes didaktikk – en disiplin i forandring?* The 7th Nordic Research Symposium on Science Education (s. 517-532). Norge: Høyskoleforlaget.

## Abstract

*This article describes the theoretical considerations regarding the design of a narrative school material made at the Danish science centre Experimentarium. It is based on a case material called "The Emperor who only believed his own eyes", and it describes how this kind of narrative can be a useful tool for students when they have to navigate in an exhibition. Based on narrative theory, the article also describes how to integrate the learning objective and the narrative objective, how various narrative forms from books and virtual reality may inspire a design and discusses whether the students' right to act can influence the use of the narrative as a tool.*

# Hvordan bliver fagdidaktiske værktøjer fra læreruddannelsen til en del af læreres undervisningsfaglighed?



Jørgen Haagen Petersen,  
Campus Roskilde, UCSJ

**Abstract.** Artiklen præsenterer en kvalitativ undersøgelse af hvordan fagdidaktiske værktøjer fra natur/teknik gav mening for fire erfarne lærere som tog et ekstra linjefag. Problemstillingen afdækkes med inddragelse af overvejelser over hvilke faktorer der er i spil når lærere udvikler deres undervisningsfaglighed (PCK). Resultater med afsæt i analyserede interviewdata viser at de fagdidaktiske værktøjer især gav mening hvis de blev udfoldet i en specifik faglig undervisningssammenhæng. Anerkendelse eller anbefaling fra kolleger ser ud til at spille en rolle for læreres efficacy og villighed til at afprøve nyt. Desuden har det betydning at læreren relativt hurtigt får mulighed for at afprøve værktøjer og med relativ succes.

*I den fremadrettede perspektivering refereres der til hvordan dette må få betydning for hvorledes vi driver læreruddannelse.*

## Gør undervisning på læreruddannelsen en forskel?

Det er vanskeligt at påvirke personers forestillinger om hvad en god lærer er, og hvordan lærergerningen bør udføres. Dette peger en række undersøgelser på (se fx Lund & Lindhart, 2009). Lærere har været elever i mange år og har været tilskuere til mange læreres undervisning. Dette kan føre til en traditionel og intuitiv tilgang til undervisning. Med traditionel og intuitiv menes at man mere eller mindre velovervejethet underviser på den måde som man selv er blevet undervist eller opdraget på. I den kultur man lever i, opbygges forestillinger, fx myter, billeder og værdier om hvordan elever er, og hvordan lærere bør være. Bruner (1998) bruger begrebet folkepædagogikken som betegnelse for dette. Disse "hverdagsforestillinger" om undervisning kan

være særdeles resistente, og Zeichner & Gore (1990) fandt at lærerstuderende tager det fra undervisningen på læreruddannelsen som bekræfter deres egne fordomme (eller dispositioner som det mere diplomatisk benævnes), eller misfortolker det der fremdrages, så det ikke modsiger deres egne overbevisninger.

Hvis læreruddanneren ikke selv underviser efter de principper og værdier han fremdrager, kan der heller ikke via denne eksemplariske undervisningspraksis trækkes på nyere erfaringer – men hvis det gøres, er der tegn på at det sætter sig spor (Lindhart, 2007). Lindhart (2007) fandt at også danske nyuddannede lærere byggede deres undervisning op om lærerbilleder og folkepædagogik samt værdier skabt gennem deres sociale liv og opvækst. Det personlige lærerbillede og personlige overbevisninger (beliefs) skaber et mønster for deres deltagelse og et filter for deres udbytte af læreruddannelsen.

På læreruddannelsen og i efter-/videreuddannelsen møder studerende og lærere forskellige fagdidaktiske værktøjer, men på baggrund af ovenstående forskning kan der være en formodning om at de måske ikke kommer i spil i praksis, eller at dette kun sker under særlige betingelser.

Dette førte frem til undersøgelsens problemstilling:

*Hvordan giver fagdidaktiske værktøjer fra linjefaget natur/teknik mening for lærere der har været på efteruddannelse, i forhold til deres undervisningspraksis i skolen?*

## Hvad er fagdidaktiske værktøjer?

Fagdidaktiske værktøjer defineres her som: redskaber en lærer kan inddrage i sin undervisning og/eller bruge når han skal finde svar på en række spørgsmål om hvorledes han skal planlægge, gennemføre og evaluere sin egen undervisning og facilitere elevers læring i relation til et bestemt emne som en bestemt klasse skal undervises i i naturfag.

En fortolkning af CoRe/PaP-eR (se afsnit om P-CKemaer for uddybning) var et centralt fagdidaktisk værktøj som blev introduceret for informanterne til planlægning af undervisning. Det ene kaldes indholdsrepræsentationen (content representation, forkortet CoRe), det andet element knytter sig til undervisningspraksis eller det repertoire af professionelle og pædagogiske erfaringer der er knyttet til at undervise om det aktuelle faglige emne (professional and pedagogical experience repertoire, forkortet PaP-eR). Som svar på de spørgsmål skemaet stiller til læreren, introduceredes en række andre fagdidaktiske værktøjer, fx begrebskort, skøre multiple-choice (Petersen, 2006) og Gode Startsteder (et Nordlab-projekt fra 2003).

Målet med undersøgelsen var at afdække direkte og implicit brug samt menings-tildeling af specifikke naturfagsdidaktiske værktøjer.

## Hvad betyder mening?

En ting er hvad man som læreruddanner finder kan være relevant at inddrage af fagdidaktiske værktøjer når en lærer skal planlægge, gennemføre og vurdere naturfagsundervisning, noget andet er hvad lærere eller lærerstuderende finder meningsfuldt. Begrebet mening udfoldedes i den aktuelle undersøgelse i relation til bl.a. *beliefs* (Pajares, 1992).

Det er ikke særlig nemt at ændre læreres beliefs, men sker det, kan det billedligt sammenlignes med et paradigmeskift (Posner et al., 1982, citeret i Pajares, 1992) eller et gestalt-skift (gestalt: et sammenhængende netværk af betydninger (Korthagen, 2001)) eller sammenlignes med en akkommodation som Piaget beskrev dette. Man kan forestille sig at en person oplever at hans overbevisning falder mere og mere fra hinanden, fx ved at den bliver anfægtet eller udfordret af andre eller virker mindre og mindre hensigtsmæssig, og at det derfor er nødvendigt med et radikalt "sporskifte". Guskey (1986) siger:

"when teachers can be talked into using a procedure and find it successful in improving student achievement, tremendous attitude change often is reported" (citeret s. 321 i Pajares, 1992)

Spørgsmålet er dog om der er tale om et pludseligt kursskifte eller en glidende udvikling. Jeg kan sagtens forestille mig begge scenarier alt efter lærerens personlighed eller situation, og med reference til en forståelse af læring som situeret og efficacy som central kunne der være anledning til at mene at lærere ikke altid er særlig konsistente eller har det mentale overskud der måtte til for at kunne foretage en drastisk vending, eller har tilstrækkelig trygge rammer til det.

Men analogt med at det gennem flere års naturfagsdidaktisk forskning er blevet anbefalet at afdække elevers hverdagsforestillinger og bruge disse som udgangspunkt og undersøge og udfordre dem i naturfagsundervisningen, således bør læreres beliefs om undervisning afdækkes og medtænkes i forbindelse med uddannelse af lærere.

Man kan sige at mening, eller beliefs, skaber et filter for hvad en lærer optages af, investerer energi og tid i at tilegne sig eller mestre eller finder ønskeligt, relevant, realistisk og realisabelt.

## Hvorfor PCK som struktur for undersøgelsen?

Pedagogical content knowledge, eller PCK som det forkortes til, blev først beskrevet af Shulman (1986) og har på dansk fået betegnelsen undervisningsfaglighed (Ellebæk, 2005; Krogh & Andersen, 2008; Nielsen, 2008). Dette begreb dannede i undersøgelsen ramme for flere ting:

Dels som tænkningen bag og målet for at inddrage CoRe/PaP-eR som fagdidaktisk planlægningsværktøj i uddannelsen (se afsnit om P-CKemaer herunder).

Dels som overordnet ramme for kategorisering af de fagdidaktiske værktøjer som jeg spurgte ind til brugen af, og som hver især kan inddrages når man ønsker at besvare de spørgsmål der stilles i skemaet.

Dels som ramme for interviewene idet interviewguiden var disponeret efter disse spørgsmål.

Og endelig indgår PCK i analysen af interviewene.

PCK er den lærerviden eller kompetence som lærere har, og som de trækker på når de skal undervise. Det er en syntese af faglig viden, pædagogisk viden og kontekstviden som er transformeret til undervisning i særlige dele af et undervisningsfag. Det er udtryk for en personlig, unik og kontekstbunden viden som er fremkommet ved at trække på en række vidensformer og personlige erfaringer som er *overvejet*. Herved adskiller begrebet sig fra teoretisk viden eller ren praksisviden.

Jeg valgte primært at tage udgangspunkt i Magnusson, Krajcik & Borkos (1999) beskrivelse af PCK som fremhæver et par væsentlige facetter: PCK er en lærers forståelse af hvordan man kan hjælpe elever med at forstå noget specifikt fagligt, inklusive viden om hvordan specifikke fagemner, fagproblemer og sagsforhold kan organiseres, præsenteres og knyttes til forskellige interesser og evner hos elever og derefter præsenteres i undervisning.

En væsentlig forskel fra Shulman er altså at de inddrager elevinteresse. Dette understreger, som blandt andet også Illeris gør med drivkraftsdimensionen, hvor væsentligt det er at gøre et emne væsentligt, vedkommende og interessant for eleverne.

Noget andet er deres (med Grosman, 1990) understregning af at det ikke kun drejer sig om en lærers viden (knowledge), men også om dennes overbevisninger (beliefs) om det faglige, pædagogiske og kontekstuelle domæne. Fx knytter den pædagogiske viden sig til lærerens kontekstbundne erfaringer – altså er udgangspunktet særlige oplevelser som elev eller med elever i en skole. Disse erfaringer fører til valg der træffes, og er udtryk for overbevisninger eller beliefs (Pajares, 1992) om hvad der er godt, rigtigt, lærerigt og virkningsfuldt når man underviser.

Hashweh har beskrevet PCK således:

“Pedagogical Content Knowledge is the set of repertoire of private and personal content specific event-based as well as story-based pedagogical constructions that the experienced teacher has developed as a result of repeated planning and teaching of, and reflection on the teaching of, the most regularly topics” (Hashweh, 2005, s. 277)

En anden væsentlig pointe er at PCK ikke er noget man kan undervise i. Det siger næsten sig selv da det opbygges via personlige undervisningserfaringer med elever.

Men PCK må alligevel kunne indgå som et væsentligt element i uddannelse af lærere, i forbindelse med refleksion over praksiserfaringer, samtidig med at man trækker på eller udfordrer med faglig viden og pædagogisk viden.

PCK præsenterer og beskriver altså de væsentlige områder gode eller effektive lærere har kompetence inden for eller ekspertise i, og som de finder det værdifuldt at beherske. Det der er væsentligt, er at elementerne skal bringes i spil samtidig hvis PCK skal opbygges. Man bør ikke adskille det faglige (subject matter knowledge and beliefs) fra det pædagogiske (pedagogical knowledge and beliefs) og fra praktisk gennemførelse (knowledge and beliefs about context) hvis man ønsker at opbygge PCK.

En af pointerne ved PCK-forskning er at den tager udgangspunkt i lærerpraksis og ikke i pædagogisk teori. En anden pointe er at undervisningsdygtigheden er knyttet til et fagområde eller nærmere til særlige områder inden for dette fagområde. En lærer kan ikke undervise lige dygtigt i alt. På denne måde adskiller PCK-forskningen sig fra almindidaktikken og fagdidaktikken på den ene side og fra fagspecialisten på den anden side. Der er dog det særlige ved lærerviden eller professionskompetence at den ofte er tavs (Schön, 1983) hvad angår tilgang, praksis, viden, idéer, overbevisninger osv. Der er sjældent forventninger om, grunde til eller fora hvor en sådan artikulation kan bringes frem (Loughran et al., 2001). Men hvis denne viden skal kunne forstås, værdsættes, udvikles og anvendes af andre, er det nødvendigt at søge at afdække den og sprogliggøre den. Et andet aspekt er at denne viden er knyttet til særlige omstændigheder: elever, steder, tider m.m. Den er med andre ord situeret eller kontekstbundet (Barnett, 1992). Af denne grund er det ikke nok at observere enkelte dygtige læreres undervisning gennem få lektioner – det kræver mange observationer. Dertil er det ikke muligt at fremdrage denne viden kun via observation (Baxter & Lederman, 1999) – man må også søge at få lærerne til at begrunde og beskrive hvorfor de gør som de gør, når de underviser i specifikke emner, hvilket af ovennævnte grunde ikke er så ligetil. Det ambitiøse mål med P-CKemaet er altså at kombinere disse aspekter.

## P-CKemaer – en dansk udmøntning

Loughran, Mulhall & Berry (2004) har i en longitudinal undersøgelse prøvet at dokumentere og beskrive hvad naturfagslærere med stor undervisningsfaglighed (PCK) kan. De når gennem undersøgelsen sammen med lærerne frem til at beskrive dette med to elementer. Det ene kaldes indholdsrepræsentationen (content representation, forkortet CoRe), det andet element knytter sig til undervisningspraksis eller det repertoire af professionelle og pædagogiske erfaringer der er knyttet til at undervise om det aktuelle faglige emne (professional and pedagogical experience repertoire, forkortet PaP-eR). P-CKemaet (kan udtales p-skema) består af en række faglige pointer i den øverste vandrette linje, hvortil der knytter sig en række centrale undervis-



ningsspørgsmål som ses lodret i den første række (se figur 1, hvor dette tilsammen repræsenterer CoRe – svarene på undervisningsspørgsmålene udgør PaP-eR). Jeg har gennem de sidste par år arbejdet meget intensivt med at udvikle CoRe/PaP-eR til brug både i læreruddannelsen, i efteruddannelsen og i skoleudviklingsprojekter samt i udviklingsarbejde med kolleger fra UCSJ. Dette har ført frem til et særligt og lidt anderledes CoRe/PaP-eR, som jeg derfor har valgt at kalde et P-CKema for både at understrege at det handler om PCK, og at det drejer sig om at udfylde et skema som rummer en række centrale spørgsmål til og om undervisningspraksis (figur 1). Skemaet er gennem årene blevet revideret dels for at hjælpe lærerne med at forstå hvad de skal svare på, og dels for at styrke fagdidaktiske aspekter som vi har fundet væsentlige, fx præcisering af hvilke mål fra Fælles Mål der søges dækket, og på hvilken måde man ønsker at påvirke/danne eleverne.

En lidt anden tolkning og brug af skemaet kan ses i MONA-særummeret med CAND-projekter (Nielsen, 2009, s. 22).

P-CKemaet kan bruges i læreruddannelse ved at bede lærere eller grupper af lærere om at udfylde skemaet eller analysere praksis ud fra skemaet eller som redskab for

<p><b>Indholdsrepræsentationer (CoRes)</b> Herunder er anført spørgsmål der skal overvejes i forbindelse med undervisningens gennemførelse.</p>	<p><b>Professionelle og pædagogiske erfaringer (PaP-eRs)</b> Herunder (og evt. i flere tilsvarende kolonner til højre) er uddrag af svarene på spørgsmålene til venstre: De skal allerførst indeholde en beskrivelse af det/de faglige fokus/foki man vil undervise i. Dertil kommer begrundelser, overvejelser og beskrivelser af hvordan man vil undervise i pointen. Til dette kan en række fagdidaktiske værktøjer anvendes. <i>I denne udgave af skemaet er der indsat et eksempel på et muligt svar.</i></p>
<p><b>Faglig pointe</b> Hvilke(n) faglig(e) pointe(r) vil du sætte fokus på i undervisningen? Udform en beskrivelse af dette.</p>	<p>Der findes tre typer af bjergarter: magmatiske, sedimentære og metamorfe: Magmatiske bjergarter er dannet i undergrunden og er enten langsomt kommet op til overfladen (dybbjergarter) eller hurtigt via vulkanudbrud (dagbjergarter). Sedimentære bjergarter er dannet ved at bjerge er eroderet og har aflejret materiale som siden er kittet sammen til sten. Metamorfe bjergarter er dannet ved at andre bjergarter er blevet forandret af varme og tryk inde i bjergtet.</p>
<p><b>Dannelse</b> Hvad er dannelsesmålet? Hvad er det for nogle elever du vil have ud af det her?</p>	<p>Jeg vil gerne lære dem at sten er fascinerende og ikke er så svære at bestemme. Desuden kan sten fortælle os noget om Danmarks geologiske tilblivelse. Naturvidenskab starter med præcise iagttagelser og en kategorisering af fund.</p>

<p><b>Fælles Mål</b> Hvilke trinmål fra faget kan understøttes ved at tage dette emne op med den målgruppe som du skal undervise?</p>	<p>Sortere og beskrive materialer som metal, plast, sten og affald efter faglige kriterier.</p>
<p><b>Læringsmål</b> Hvad er det din intention at eleverne skal mestre i relation til læringsmålene? Læringsmål skrives.</p>	<p>De skal kunne sortere sten efter egne nøgler og kriterier. Derefter skal de med hjælp fra billedplancher og bøger kunne genkende og beskrive enkle, tydelige karakteristika ved de tre forskellige bjergarter.</p>
<p><b>Faglige loft</b> Hvad er næste faglige step som du med dette emne bygger op til?</p>	<p>Det geologiske kredsløb, hvordan jorden er opbygget, og hvordan vulkaner er opstået.</p>
<p><b>Elevbegrundelse</b> Hvorfor er det vigtigt for eleven at vide det, kende til det eller kunne det?</p>	<p>For at de kan blive gjort opmærksomme på at det ikke er helt tilfældigt at der ligger de sten i naturen som der gør.</p>
<p><b>Elevforudsætninger</b> Hvad ved du om elevers forudsætninger, tænkning og formåen som bør influere på undervisningen om det her?</p>	<p>Det kan være svært at lære at sten kaldes bjergarter, når nu de altid har heddet sten. Nogle vil mangle ord til at kunne beskrive de sten de finder.</p>
<p><b>Rammefaktorer</b> Vanskeligheder, begrænsninger og muligheder forbundet med at undervise om disse fænomener eller idéer, begreber eller færdigheder inden for emnet som du bør tage højde for.</p>	<p>Sten er svære at sortere da ikke to sten er ens. Det kræver lidt af elevernes abstraktionsniveau at sortere stenene, og det kan være svært at tolke på ligheder og forskelle i stentyper. Det er ret vigtigt for at vi kan komme til stranden og finde sten at en anden lærer kan deltage, da jeg ikke kan tage af sted med eleverne alene.</p>
<p><b>Undervisningshandlinger og undervisningsaktiviteter</b> Undervisningselementer, -procedurer eller -aktiviteter du vil sætte i gang for at dine læringsmål kan nås af dine elever.</p>	<p>Eleverne skal finde sten og sortere efter egne nøgler: De skal øve sig i at stille egne kriterier op og efterprøve dem. Eleverne skal finde sten og sortere efter de tre typer af bjergarter: De skal øve sig i at bruge bøger og plancher som hjælpemiddel til at genkende, forklare og beskrive de sten de har fundet.</p>
<p><b>Evaluering</b> Hvilke(t) evalueringsværktøj(er) vil du anvende for at afdække om læringsmålene er opfyldt?</p>	<p>Undervejs vil jeg tale med de enkelte elever om hvordan de løser opgaven. Jeg vil lave fælles "saftevands-stop" undervejs hvor vi i fællesskab kan diskutere hvad der er let og svært.</p>

Figur 1. P-CKema.

lesson study eller lektionsstudier (Winsløw, 2006). Det kan altså bruges både til at anerkende undervisningsfaglighed (PCK) hos en lærer, til at formulere specifik PCK og til at udvikle denne.

En dygtig lærer skal kunne fastsætte det rette faglige fokus, både i forhold til en videnskabeligt acceptabel forståelse og i forhold til elevernes formåen og forudsætninger samt de rammebetingelser undervisningen skal udfolde sig under både her og nu og på længere sigt. For at kunne "ramme" rigtigt fagligt og få lært eleverne det de skal kunne, er det nødvendigt at kunne svare på rækken af spørgsmål for så at kunne gennemføre en undervisning på baggrund af det.

## Metode

### *Informanterne*

Undersøgelsen inddrog oprindeligt seks lærere som tog et ekstra linjefag i natur/teknik. Én mand og fem kvinder. Undersøgelsen endte med fire informanter idet det mandlige medlem efter uddannelsen ikke længere havde undervisning inden for faget natur/teknik og sandsynligvis heller ikke ville have det fremover. Da den ene af kvinderne ikke ønskede at blive interviewet, måtte hun også udgå.

Tilbage var GK som er 46 år og har været færdiguddannet lærer i syv år. Hun har linjefag i musik og engelsk, men har undervisningserfaring før det fra en efterskole. GK er oprindeligt universitetsuddannet i musik og portugisisk og har boet i flere lande. Hun har en kort kommunikationsuddannelse og har tidligere arbejdet på en lokalradio. Hun karakteriserer ikke sig selv som et særlig naturfagligt menneske, men mere som et kreativt menneske og føler sig mest kompetent til at undervise i musik, engelsk og hjemkundskab. GK har undervist på alle klassetrin i N/T på nær 1. klasse, men har dog ikke undervist i N/T siden hun færdiggjorde linjefagsuddannelsen. Hun skal det efterfølgende skoleår undervise i N/T i 4. og 5. klasse i samarbejde med en kollega.

PGK er 42 år og har fem års undervisningserfaring. Hun er meritlærer og har arbejdet som specialarbejder. Hun har endnu ikke færdiggjort læreruddannelsen, men har bestået linjefagsuddannelsen i historie og nu N/T. Hun er fastansat på næsten fuld tid på en enkeltsporet landsbyskole med otte lærere og klasser til og med 6. klasse. På skolen arbejdes efter få-lærer-princippet. PGK underviser fra børnehaveklasse til 5. klasse i fortrinsvis linjefag og har undervist i N/T i flere år før linjefagsuddannelsen. Underviser nu i N/T i 1.-2. klasse (samlet) og 4. og 5. klasse.

Både GK og PGK har altså en anden uddannelse og/eller arbejde bag sig og er derfor blevet uddannet til lærere i en moden alder.

PK er 32 år og har været færdiguddannet i otte år. Hun underviser fortrinsvis elever fra 1. til 6. klasse, dog mest på mellemtrinnet. Føler sig mest kompetent i engelsk og idræt. Underviser nu en 5.-klasse i N/T. PK underviser på en større byskole.

HK er 36 år og har været færdiguddannet i 11 år og har undervist alle årene på samme større byskole kun afbrudt af barselsorlov. Har linjefag i idræt og biologi. Underviser hovedsageligt i dansk, men har også undervist i N/T, historie, geografi, biologi og en hel del i idræt. Underviser fortrinsvis i indskolingens 1.-3. klasse. Føler sig mest kompetent til at undervise i sine linjefag samt i begynderdansk, som informanten har en del kurser i. Anser ikke sig selv som udpræget faglærer (fx naturfagslærer), men mere som klasselærer og underviser af mindre elever. Finder dog naturfag interessant. Er for nuværende klasselærer i 2. klasse hvor hun har dansk, N/T og idræt. Underviser også i 1. klasse hvor hun kun har N/T.

## Dataindsamling

Data blev indsamlet via en kombination af spørgeskema og interview. Det er data fra disse interview jeg vil referere til her. Et spørgeskema som informanterne modtog en måned efter at de havde gennemført uddannelsen, og deres eksamensopgaver blev anvendt som afsæt for design af interviewguide. I spørgeskemaet bad jeg dem nævne og kommentere på nogle af de fagdidaktiske værktøjer de var blevet præsenteret for.

Interviewene påbegyndtes i foråret 2009. Interviewguide blev med reference til Kvale (1997) designet med fire kolonner: **fokus** (briefing, indledende spørgsmål, strukturerende spørgsmål og debriefing), **tema** (PCK eller andet samt interviewerens baggrund, at skabe kontakt, tillid og tryghed samt at runde af), **interviewspørgsmål** (her er konkrete formuleringer udskrevet som hjælp til mig under interviewet) og endelig **opfølgningsspørgsmål** (som både er stikord til emner jeg kan følge op på, og spørgsmål jeg kan stille).

Den anden ramme, **tema**, er skabt på baggrund af beskrivelser af spørgsmålene i P-CKemaet. Ved netop at tage udgangspunkt i dette skema havde jeg mulighed for at nå rundt omkring alle de fagdidaktiske værktøjer der har været introduceret på studiet. Jeg valgte desuden at supplere med en liste over samtlige fagdidaktiske værktøjer som jeg placerede på bordet under interviewet. Dette både til støtte for mig og den interviewede.

## Dataanalyse

Data blev analyseret ved anvendelse af en modificeret version af "the interconnected model of teacher professional growth" (Clarke & Hollingsworth, 2002). Denne model anerkender den kompleksitet og dynamik der er i udvikling af lærerprofessionalitet, og kan bruges til at beskrive hvad der fører til ændring i en lærers måde at tænke om, praktisere og forholde sig til sit lærerarbejde på. Der fokuseres i den anvendte model på fem domæner. Et ydre som drejer sig om informationer eller inspiration som

afprøves eller overvejes, og fire indre: det personlige domæne som drejer sig om det der styrer lærerens aktiviteter og overvejelser, et praksisdomæne hvor eksperimenter og overvejelser i relation til undervisning spiller ind, et konsekvensdomæne hvor udbyttet af eksperimenter overvejes og påvirker kommende valg, og dertil et kulturdomæne som jeg har tilføjet, og som rummer samspil med kolleger og arbejdsplads. For en uddybning af modellen og dens anvendelse i dataanalysen vil jeg her henvise til den oprindelige rapport (Petersen, 2010).

## Undersøgelsen og dens resultater

Hvordan giver de fagdidaktiske værktøjer så mening? Jeg vil gerne fremhæve nogle pointer via citater fra informanterne.

### P-CKema

Generelt anser informanterne P-CKema for et godt redskab som de alle forholder sig til. Informanterne siger at de bruger det aktivt når de skal planlægge undervisning, de giver eksempler på begyndende brug, og der er tegn på at det har påvirket deres holdning til hvad god naturfagsundervisning er, men de fremhæver også at det er krævende både tidsmæssigt og intellektuelt at udfylde det:

*“Jo, jeg fylder det ud. Jeg er den dér der skal have det i et skema” – “Og der tænker jeg jo også rigtig meget på de der P-CKemaer som vi jo har snakket så meget om. Med netop at man kan regulere lidt i sin undervisning hen ad vejen. Hvor man jo kan sige at man har det overordnede, og at man har forudset nogle ting, men jeg synes egentlig at jeg har set det hele igennem og nået frem til at det her, det kan lade sig gøre.” (HK)*

*“Og så synes jeg jo også det der skema har været rigtig godt, men det har jeg bare ikke haft tid til at bruge. Jeg synes det giver et rigtig godt billede af hvad man skal omkring, og hvordan man kommer omkring det, og hvad man skal huske at tænke på, men det tager bare rigtig lang tid at planlægge noget når man bruger det der skema. Og det har jeg ikke tid til. Og det er lidt ærgerligt, for der kunne man komme nogle ting i forkøbet.” (PK)*

Det betones af lærerne at man ikke hver gang behøver at udfylde hele skemaet eller overveje alle elementer:

*“... og det behøver jo heller ikke at være fuldstændig udfyldt ... bare man ligesom har styr på de grundlæggende ... altså dem som jeg sendte til dig, var jo heller ikke lige grundigt udfyldt alle steder, men bare hvis hovedtingene er udfyldt, eller hvis man har et emne hvor man*

*tror at her er der mange hverdagsforestillinger, så ... eller mange ting der kan gå galt, så ... hvis man ligesom har styr på dem, og man har styr på hvad man vil nå med dem, så ... og hvordan man vil gøre” (PK)*

P-CKemaet viser sig også at være anvendeligt og brugbart i relation til kollegialt samarbejde omkring temauger og i forbindelse med udarbejdelse af årsplaner og ikke mindst når der skal formuleres big ideas:

*“Og der kunne jeg godt finde på at bruge det der skema ... P-CKema. Og det tror jeg ikke der er nogen af de andre der kender. Og den vil netop være god i et storteam; man når det ikke i sit eget lille forløb, men når nu det er et længere forløb” (GK)*

*“Og jeg har planlagt at jeg vil bruge det i forbindelse med næste skoleårs planlægning” (PGK)*

*“Og så sidder vi faktisk i det der storteam og bliver enige om de her pointer som ungerne skal have styr på, og hvordan...” (GK)*

Skemaet må derfor anses for at være noget de medtænker i deres planlægning og gennemførelse af undervisning, enten som et resultat af den påvirkning uddannelsen har haft, eller som noget der hele tiden har været en del af deres virke. Netop det at kunne fastsætte og indkredse de grundlæggende faglige big ideas kræver en relativt stor faglig indsigt, og netop dette finder alle informanterne som et væsentligt udbytte ved linjefagsuddannelsen – at de har opnået større faglig indsigt.

*“Og det også at få de store linjer med livets opståen og baggrunden for det med vulkaner osv., jeg synes ikke der var for meget af det faglige” (PK)*

Generelt vurderer jeg derfor at alle informanter har fået styrket deres indholdsviden.

Til at kunne indkredse de centrale faglige elementer må Fælles Mål anses for at være et nødvendigt redskab, og dette henviser de fleste også indirekte eller direkte til.

## Læringsmål

Hvad angår dette at opstille læringsmål, erkender informanterne hvor nyttigt, men også komplekst det er. De giver eksempler på hvordan de har arbejdet med læringsmål sammen med eleverne:

*“der spurgte jeg dem også: Hvad skal man egentlig vide for at man kan sige at man egentlig ved noget om en planet, altså hvad er der egentlig at undersøge?” (PGK)*

*“Men det er sådan mere overordnet, nu skal I lære noget om broer. Det er ikke hvordan de konstruerer, eller hvilke konstruktioner der holder bedst, eller I skal lære de og de begreber. Nej, det gør jeg ikke, og det er egentlig sjovt nok, for jeg har tænkt en del på det... at det skulle være mere explicit, altså målet.” (PGK)*

*“tryghed, de ved hvad de skal nu... hvad de dels skal beskæftige sig med, men også lære noget om” (PGK)*

Intervieweren spørger: *“Hvorfor er det så vigtigt at få sat ord på?”* HK svarer: *“Jo, men det er det fordi at ellers kan jeg være nervøs for om de overhovedet har forstået det. Jeg synes forståelsen ligger i ordet. At de kan forklare. Og de kan også sprogligt magte at gå hjem og fortælle mor og far hvad er det vi har lavet.”*

Ingen af informanterne nævner SOLO-taksonomien eller ses medtænke denne i arbejdet med at beskrive læringsmål, og hvad angår det om at holde fokus (loft) og overveje progressionen i undervisningen, er det kun HK der udtaler sig. Generelt må det vurderes at dette vigtige element i PCK står ret svagt.

## Hverdagsforståelser og undervisningsaktiviteter

Hvad angår det at overveje betydningen af elevernes hverdagsforståelser, synes det at stå ret stærkt hos PGK og PK, men fremgår også som et væsentligt fokuspunkt hos HK i hendes måde at arbejde med at samle op på elevernes mundtlige beskrivelser af det der har været fokus i undervisningen. Hvis man også ser på informanternes inddragelse af diagnostisk evaluering, så må det formodes at de synes at være opmærksomme på betydningen af at udfordre elevens hverdagsforståelser og skabe sammenhæng mellem tænkning, skole og hverdagsliv.

Hvad angår undervisningsaktiviteter, kan der genfindes righoldige beskrivelser af forløb som kan spores direkte tilbage til linjefagsuddannelsen. De fleste har startet med temaer som de har arbejdet indgående med, fx PK med astronomi, PGK med konstruktioner, og HK med skelettet. Alle har fokus på at få startet et undervisningsforløb rigtigt ved at inddrage et Godt Startsted. De henviser dog ikke direkte til inspiration fra uddannelsen, men har virkelig taget dette didaktiske redskab til sig enten før eller efter uddannelsen. Jeg fandt hermed tegn på at de alle fire på visse faglige områder havde formået at udvikle deres undervisningsbeliefs i en mere “effektiv” retning ved at de var blevet mere opmærksomme på hvad der kan skabe og føre til naturfaglig erkendelse og læring, samt at de havde afprøvet og udviklet metoder, forstået bredt, som kunne føre til dette.

Praktisk arbejde indgår som et væsentligt element i undervisningen hos især HK,

som arbejder meget bevidst med at opdrage eleverne til at kunne arbejde hensigtsmæssigt, selvstændigt og sikkert i et naturfagslokale. PK giver righoldige beskrivelser af brug af modeller og konkrete øvelser fra linjefagsuddannelsen som hun også har genfundet i et undervisningsmateriale.

## Evaluering

Evaluering synes generelt at foregå ret usystematisk og primært via mundtlige former, og linjefagsuddannelsen synes ikke at have sat sig mange spor her. Der henvises mest til almindelige metoder som logbog og tjek af faktaviden. Men diagnostisk evaluering som bruges til at afdække elevernes for forståelse, er dog i alles tanker, og især PGK og PK giver eksempler på begyndende brug. Forståelsen af hvorledes elevernes tænkning har betydning for deres læringsudbytte og for deres naturfaglige dannelse, må vurderes til at være til stede.

## Opsamling om brug af fagdidaktiske værktøjer

Min undersøgelse viser at mange af de fagdidaktiske værktøjer som blev introduceret på uddannelsen, blev bragt i spil, og især P-CKemaet havde gjort indtryk, og det kan man jo håbe vil føre til at flere værktøjer vil blive inddraget senere som "svar" på spørgsmålene i skemaet. Men da informanterne i de maksimalt fire måneder der var gået siden uddannelsen sluttede, kun havde undervist i få emner, kan det have en betydning for hvilke værktøjer de fandt anvendelige. Forstået på den måde at nogle af disse vil være mere oplagte at inddrage i nogle emner end andre. Da de fagdidaktiske værktøjer hver især blev introduceret ved forskellige lejligheder og i forskellige fag-faglige sammenhænge, kan informanterne tilmed have en situeret bias som kan betyde at værktøjerne først dukker op i deres bevidsthed i relation til en specifik faglig sammenhæng (apropos Hashwehs definition på PCK).

Tre af informanterne syntes især at have et styrket samarbejde med naturfagskolleger. De havde oplevet at de havde noget at bidrage med. Det gælder fx GK hvor det flere steder i interviewet ses at hun kommer tilbage til kollegerne med nye, frugtbare idéer og argumenter som hun får sat i værk. Det gælder især i relation til planlægningen af en temauge med miljøundervisning. For PGK's vedkommende gælder også at hun finder at kolleger havde noget (nyt) at bidrage med. Man kan derfor forvente at de fremover kan bidrage positivt til deres skolars naturfaglige kultur og derved får mulighed for at udvikle sig videre som reflekterende praktikere via samtaler med kolleger om naturfagsundervisning, med udvikling i PCK til følge.

Desuden har uddannelsen styrket deres efficacy, både i retning af en tiltro til at kunne påvirke og styrke elevernes formåen og i retning af at turde udfordre sig selv



og kolleger på nye områder og på nye måder. Især HK og PGK havde formået at inddrage fagdidaktiske værktøjer inden for nye faglige områder som ikke havde været i spil under uddannelsen.

## Informanterne og deres udvikling af PCK

Jeg fandt altså beskrivelser af hvorledes informanterne på forskellige områder arbejdede med at udvikle PCK inden for forskellige naturfaglige emneområder. De var blevet opmærksomme på at den naturfaglige formidling kræver en indgående faglig indsigt, og at formidlingen af denne skal overvejes meget nøje. Der kræves med andre ord et rigtholdigt repertoire af Shulman-elementer, altså analogier, særlige modeller, oplevelser, praktiske tilgange osv., som de fagdidaktiske værktøjer kan være en del af. De havde hver især udforsket og afprøvet forskellige muligheder og var især opmærksomme på at det at undervise i et naturfag kan være væsentligt forskelligt fra det at undervise inden for andre fagområder. Et eksempel er GK som hæfter sig ved fagets praktiske karakter. Det er praktisk konkret arbejde der er udgangspunktet for undervisningen og erkendelsen – eleverne skal undre sig, afsøge forklaringer, undersøge og argumentere. Tegn på elevernes naturfaglige udvikling og glæde ved faget driver hendes engagement. Et andet eksempel er fra PGK. Hun søger at skabe en fleksibel ramme, en scene for elevernes aktiviteter, hvor de kan vise eller udforske nye sider af sig selv, være glade og opslugte, erkende og være trygge og fokuserede, og her er hun også påvirket af nogle faglige kolleger i børnehaveklassen. Et tredje eksempel er fra PK som må erkende at faget kræver en abstrakt tænkning, og en række konkrete praktiske oplevelser og erfaringer skal til før eleverne kan tilegne sig det faglige. Det forbløffer til dels PK og fører til en del refleksioner som får hende til at justere sin praksis, og her trækkes der på erfaringer fra uddannelsen som bestyrkes da de anses for værdifulde af kollegaer og hende selv. Et sidste eksempel er HK som er meget grundig og systematisk når hun skal introducere et emne og organisere det praktiske arbejde. Det gør hun både for at sikre sig at eleverne kan arbejde selvstændigt og gennemføre arbejdet, og for at gøre dem fortrolige med materialer og deres korrekte anvendelsesmuligheder samt brug af arbejdsark. Hun er meget fokuseret på at danne dem til at arbejde hensigtsmæssigt i et laboratorium. Denne form synes at være udviklet af HK selv via udforskning, og da dette har medført et værdifuldt udbytte, er der her en indikation på professionel udvikling af PCK med fokus på elevernes selvstændige arbejde og læring i naturfagslokalet.

Der er altså ikke kun tale om et fagligt løft som Lund & Lindhardt (2009) fandt. Det blev dog klart at informanternes faglige (begrænsede) indsigt kunne betyde noget for deres efficacy. Der var eksempler på at de trak sig fra at inddrage visse påkrævede faglige områder eller underviste i dem på en måde som reelt ikke førte til effektive rammer for elevernes læring.

## Konklusion og fremadrettet perspektivering

Hvad gav mening?

Det gav mening at svare på de spørgsmål som P-CKemaet stiller. Jeg vil derfor anbefale mig selv og mine naturfagskolleger at inddrage P-CKemaet som redskab til at planlægge, gennemføre og evaluere undervisning.

Nogle af de fagdidaktiske værktøjer gav for nogle af informanterne mening at inddrage i deres planlægning med brug af P-CKemaet. Det drejer sig fx om at udforme læringsmål, planlægge Gode Startsteder for at afdække elevernes forforståelse og eventuelle hverdagsforståelser, brug af modeller og særlige måder at konkretisere faglige pointer på samt anvendelse af formative evalueringsmetoder som giver eleverne mulighed for at sætte ord på deres oplevelser og erfaringer fra undervisningen. Derfor kan vi med fordel inddrage specifikke fagdidaktiske værktøjer på læreruddannelsen.

De fagdidaktiske værktøjer synes især at give mening hvis de præsenteres i en specifik naturfaglig kontekst. Et eksempel kunne være "at arbejde med at lade eleverne opbygge og anvende konkrete modeller i astronomi". Man kan sige at hvert af værktøjerne kan have kognitive, affektive og sociale konnotationer. En konsekvens der kan drages af dette, må være at faglig viden og pædagogisk viden må integreres i undervisningen i linjefaget.

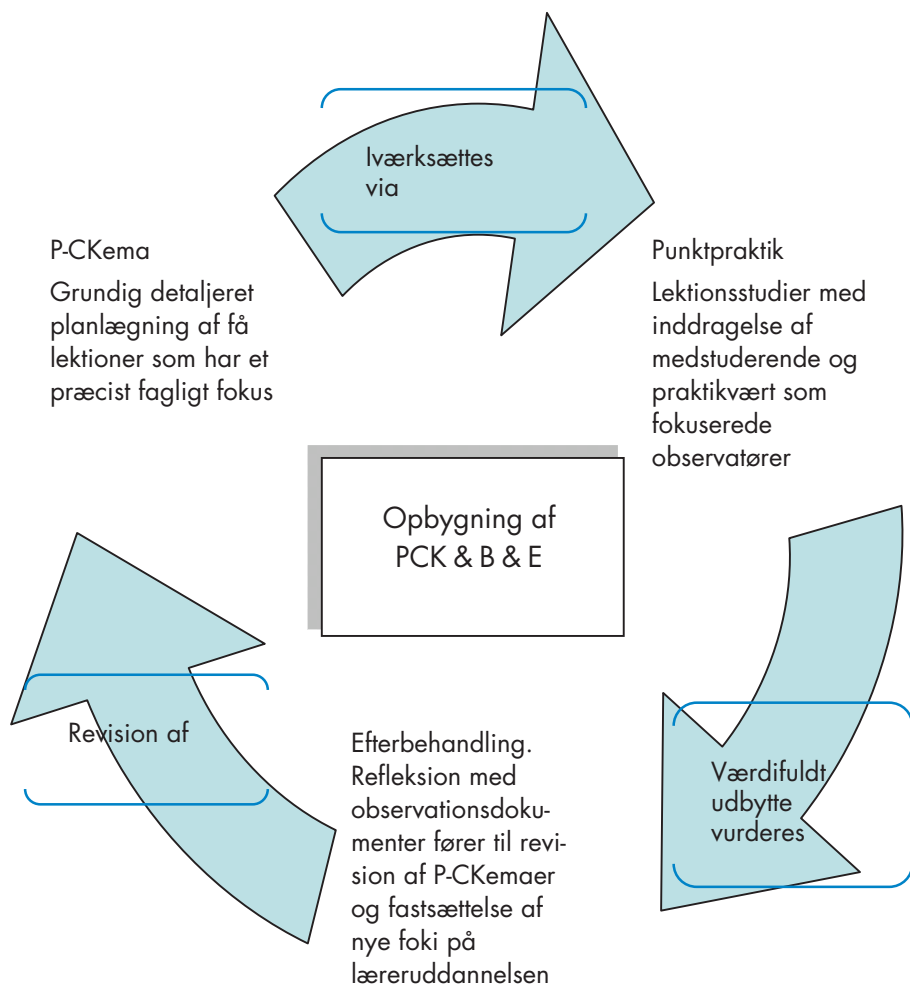
Om disse fagdidaktiske værktøjer giver mening i undervisningen, afhænger af lærernes beliefs om hvad effektiv undervisning er. Hvis man fx som lærer tror at eleverne får mest ud af undervisningen når læreren fortæller, vil man ikke afsætte meget tid til at høre hvad eleverne tænker. Det giver derfor mening at studerende fremkommer med deres undervisningsbeliefs, og at disse udfordres i linjefagsundervisningen ved at lade dem få mulighed for på en anerkendende måde at vurdere og reflektere over undervisningstiltag.

Lærerne opdager især om fagdidaktiske værktøjer er meningsfulde, hvis de får mulighed for at sætte dem i værk i en undervisningspraksis, og dette fører til værdifuldt læringsudbytte, eller de anerkendes af kolleger (som eksemplet fra PK's astronomi-undervisning viser) og dertil via refleksion bliver til en del af deres PCK og hermed et integreret element i deres lærerpraksis. Derfor bør linjefagsundervisningen og undervisningseksperimenter i en skolekontekst i højere grad kunne integreres i linjefagsuddannelsen. Lærere tør først sætte nye idéer i værk hvis de har en tilstrækkelig tiltro (eller efficacy) til at de kan gøre det, og at det er en god idé (belief). Derfor er det vigtigt med den anerkendende tilgang. Efficacy-faktoren er altså et væsentligt element i ens PCK, som derfor kunne udvides til at kaldes PCK & B & E. For nogle (fx PGK) er det også betydningsfuldt at man kan give det et personligt touch (fremmer ejerskab), eller at man tror det er noget man selv er nået frem til/har tænkt sig til, som jeg så med flere værktøjer der kom i brug uden at uddannelsen anerkendtes som

kilde. Man kan her sige at det at de ikke anerkender uddannelsen som kilde, kan være et positivt tegn på at de har internaliseret det fagdidaktiske værktøj.

## Hvad kan vi på læreruddannelsen lære af det?

Vi kunne derfor med fordel jævnligt gennemføre lektionsstudier under uddannelsen hvor man får mulighed for at prøve ting af og får udfordret sin tænkning og praksis. Det er dog vigtigt at vi gør det på en tryk og opbyggelig måde så den lærerstuderende successivt vinder tiltro til egen formåen og hermed styrker sin samlede kompetence. Man kan fx undervise parvis, undervise få elever, undervise 10 minutter, have konkrete observationsopgaver osv. Men man skal altså både have mulighed for at afprøve og at reflektere sammen med kolleger om konkrete specifikke undervisningsopgaver.



**Figur 2.** Vision for praktikearbejdet i Campus Roskilde, april 2010.

Som det ses af figur 2, foreslår vi at P-CKemaer (for naturfagslinjehold – andre planlægningsredskaber kunne vælges af andre fag) inddrages i forberedelsen og efterbehandlingen af punktpraktikker eller lektionsstudier som ligger i forlængelse af faglige temaforløb fordelt over studieåret. Det vil sige at hvert fagligt fokusområde umiddelbart efterfølges af et forløb hvor de studerende skal planlægge, gennemføre og evaluere undervisning med det samme faglige fokus. Det vil sige at samtlige elementer i PCK integreres, iværksættes og reflekteres. Det vil hermed give de studerende mulighed for at opleve en tæt sammenhæng mellem læreruddannelse og skoleverden samt mulighed for at vurdere hvor værdifulde og hermed meningsfulde forskellige tilgange kan være, samtidig med at deres beliefs udfordres. Ved at lade arbejdet foregå i afgrænsede “bidder” og med stigende sværhedsgrad eller kompleksitet samt med tæt støtte fra læreruddannere (linjefagslærer og pæd.-lærer), praktikvært og medstuderende håber vi at det vil give dem mod på at eksperimentere, udfordre deres forestillinger og hjembringe sejre der kan støtte dem i opbygningen af PCK.

## Referencer

- Barnett, J. (1992). *PCxK: A Synthesized Model of Exemplary Science Teachers' Knowledge*. Paper presented at the annual conference of the Australasian Science Education Research Association, Rotorua, New Zealand.
- Baxter, J.A. & Lederman, N.G. (1999). Assessment and Measurement of Pedagogical Content Knowledge. I: J.A. Baxter & N.G. Lederman (red.), *Examining Pedagogical Content Knowledge: The Construct and Its Implications for Science Education* (s. 147-161). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer.
- Bruner, J. (1998). *Uddannelseskulturen*. København: Hans Reitzels Forlag.
- Clarke, D. & Hollingsworth, H. (2002). Elaborating a Model of Teacher Professional Growth. *Teaching and Teacher Education, 18*, s. 947-967.
- Ellebæk, J.J. (2005). PCK som undersøgelsesramme – måske endda central begreb i læreruddannelsen. I: A.M. Andersen et al., *Fra seminarium til skolepraksis i natur/teknik*. DPU.
- Grossman, P. (1990). *The Making of a Teacher: Teacher Knowledge and Teacher Education*. New York: Teachers College Press.
- Henze, I., van Driel, J.H. & Verloop, N. (2008). Development of Experienced Science Teachers' Pedagogical Content Knowledge of Models of the Solar System and the Universe. *International Journal of Science Education, 30*(10), s. 1321-1342.
- Korthagen, F. (2001). *Linking Practice and Theory*. Mahwah New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Krogh, L.B. & Andersen, H.M. (2008). Naturfagslæreres vidensgrundlag – med udgangspunkt i PCK. *MONA, 2008*(3, fodnote s. 39).
- Kvale, S. (2001). *InterView*. København: Hans Reitzels Forlag.

- Lindhart, L. (2007). *Hvor lærer en lærer at være lærer – læring som deltagelse i vekslende handlesammenhænge*. Books on Demand.
- Loughran, J.J. et al. (2001). Documenting Science Teachers' Pedagogical Content Knowledge Through PaP-eRs. *Research in Science Education*, 31, s. 289-307.
- Loughran, J., Mulhaal, P. & Berry, A. (2004). In Search of Pedagogical Content Knowledge in Science: Developing Ways of Articulating and Documenting Professional Practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(4), s. 370-391.
- Lund, B. & Lindhart, L. (2009). Læreruddannelse i et professionsdidaktisk perspektiv. I: A.A. Jensen & P. Rasmussen (red.), *Læring og forandring*. s. 201-225 Aalborg: Aalborg Universitetsforlag.
- Magnusson, S., Krajcik, J. & Borko, H. (1999). *Nature, Sources and Development of Pedagogical Content Knowledge*. I: J. Gess-Newsome & N.G. Lederman (red.), *Examining Pedagogical Content Knowledge* (s. 95-132). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer.
- Nielsen, B.L. (2008). Læreruddannelse, naturfag og PCK. *MONA*, 2008(4), s. 76.
- Nielsen, B.L. (2009). Praxis i spil i læreruddannelsens naturfaglige linjefag. *MONA*, 2009 (særnummer), s. 25.
- Pajares, F.M. (1992). Teachers' Beliefs and Educational Research: Cleaning Up a Messy Construct. *Review of Educational Research*, 62(3), s. 307-332.
- Petersen, J.H. (2006). Multiple choice som pædagogisk værktøj. *Kasketot*, 2006(158), s. 28-30
- Petersen, J.H. (2010). *Hvordan bliver gode ideer fra læreruddannelsen til en del af læreres undervisningsfaglighed?* Master-afhandling:  
[http://cse.au.dk/fileadmin/site\\_files/science.au.dk/files/CSE/Media/PDF/Masteropgave\\_J%C3%B8rgen\\_Haagen\\_Petersen.pdf](http://cse.au.dk/fileadmin/site_files/science.au.dk/files/CSE/Media/PDF/Masteropgave_J%C3%B8rgen_Haagen_Petersen.pdf)
- Schön, D.A. (1983). *The Reflective Practitioner, How Professionals Think in Action*. New York: Basic Books.
- Shulman, L.S. (1986). Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher*, 15(2), s. 4-14.
- Winsløw, C. (2006). *Didaktiske elementer. En indføring i matematikkens og naturfagenes didaktik*. Frederiksberg: Biofolia.

## Abstract

*This qualitative study seeks to investigate how pedagogical methods from Science & Technology specialization make sense to four experienced teachers in relation to their teaching practice. It was revealed by analysis based on a PCK model: "model for teacher learning". Especially Content Representation (CoRe) and Pedagogical and Professional experience Repertoire (PaP-eR) are appreciated, and the questions derived from CoRe's challenge the teachers to recall and experiment with the pedagogical tools in their teaching practice. The pedagogical tools especially make sense to the teachers if they are presented in relation to specific science subject matter, but it depends on the student teachers' and colleagues' beliefs about teaching and learning. The teachers' possibility to experiment and evaluate the pedagogical tools relatively shortly after introduction has great importance. Looking forward, these results should influence approaches taken in teacher education.*

# 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).

# Matematikken i PISA – i didaktisk perspektiv



Lena Lindenskov, DPU-  
Aarhus Universitet



Peter Weng, DPU-  
Aarhus Universitet

**Abstract.** Denne artikel fokuserer på matematik i PISA. Den præsenterer nogle af de arbejdsprocesser der går forud for at resultaterne kan offentliggøres, og som har særlig fagdidaktisk interesse, så artiklen handler om FØR PISA. Den præsenterer også vores bud på hvordan specifikke resultater fra undersøgelsen kan inspirere og anvendes af matematiklærere i skolen, og derved handler artiklen også om EFTER PISA.

De arbejdsprocesser FØR PISA-resultaterne som vi anser for særlig fagdidaktisk relevante, angår:

- hvilke spørgsmål undersøgelseerne er iværksat for at afdække, politisk og fagligt
- hvordan matematikdomænet beskrives: matematiske situationer, kontekster, idéområder, discipliner og kompetencer
- hvordan elevopgaverne kategoriseres.

Nogle resultater er både politisk og didaktisk interessante. Det gælder fx resultater om marginalgrupper, hvor politikere vil fokusere på antallet, og didaktikere vil fokusere på hvilken faglighed marginalgrupperne indikeres at have. Som resultater der kan anvendes i skolens undervisning EFTERFØLGENDE, men som ikke er interessante resultater på det politiske niveau, præsenterer vi et eksempel på detaljeret viden om danske elevers besvarelser af en af matematikopgaverne i PISA. På [www.dpu.dk/PISA](http://www.dpu.dk/PISA) findes yderligere materialer om danske elevers besvarelser af 15 matematikopgaver i PISA.

Artiklen er et supplement til de to artikler i sidste nummer af Eva Davidsson om naturfag i PISA og Niels Egelund om generelle forhold ved PISA-undersøgelsen (Davidsson, 2011; Egelund, 2011).

## Hvilke tankesæt om matematik ligger til grund for undersøgelsen?

PISA-undersøgelseerne har politisk til hensigt at bedømme hvor godt forberedte 15-årige er på fremtidens udfordringer, og hvilke rammer der giver en god forberedelse, her-



under hvordan uddannelsespolitik kan give en mere lige fordeling af læringsmuligheder og stærkere incitamenter for større effektivitet (PISA 2009, International, bind 1, s. 3). Som fagdidaktisk interesseret er det vigtigt at erkende undersøgelsens generelle uddannelsespolitiske sigte om effektivitet og lighed og at det er dette generelle sigte der gør at undersøgelsen er interessant på det politiske niveau. Matematik er i politisk forstand et af flere undersøgelsesdomæner som et middel til at opnå målet, og spørgsmålet melder sig om resultaterne så kun kan bruges politisk? For at svare på det er det afgørende at se på hvorfor matematik er udvalgt som et af undersøgelsesområderne i PISA.

Hvis matematik på grundskoleniveau var et tilvalgsfag kun for de elever der sigter mod teknisk-naturvidenskabelig uddannelse, så ville matematik nok slet ikke være blevet udvalgt i et OECD-initieret projekt som et af domænerne – og så ville der ikke have været nogen resultater på det matematiske område der kunne udnyttes politisk eller didaktisk. Matematik er imidlertid udvalgt i sin egenskab af at være et fagområde der har betydning for alle unge menneskers gennemførelse af uddannelse efter den obligatoriske skolegang og for deltagelse i hverdags- og samfundsliv. I PISA formuleres det brede sigte således:

*Matematisk kompetence* er det enkelte individs evne til at identificere og forstå den rolle, matematik spiller i verden, til at give velfunderede bedømmelser, og bruge og engagere sig ved hjælp af matematik på måder, der lever op til de behov der er, for at individet kan fungere som en konstruktiv, engageret og reflekterende borger. (Lindenskov & Weng, 2010a, s. 84)

Formuleringen om at “bruge og engagere sig” som borger ved hjælp af matematik viser at det er brugsaspektet der gælder for alle og ikke kun for specialisten, som man i PISA søger efter indikationer på når det gælder om hvor godt de unge er forberedt til livet efter grundskolen. Formuleringen er i overensstemmelse med det brede sigte der er i dansk matematikundervisning som det formuleres i *Fælles Mål 2009 – Matematik*, stk. 3.

Undervisningen skal medvirke til, at eleverne oplever og erkender matematikkens rolle i en kulturel og samfundsmæssig sammenhæng, og at eleverne kan forholde sig vurderende til matematikkens anvendelse med henblik på at tage ansvar og øve indflydelse i et demokratisk fællesskab.

Det er udvælgelsen af matematik med det anvendelsesorienterede sigte for alle der giver de grundlæggende betingelser for at udnytte PISA-resultater i et didaktisk perspektiv i dansk sammenhæng.

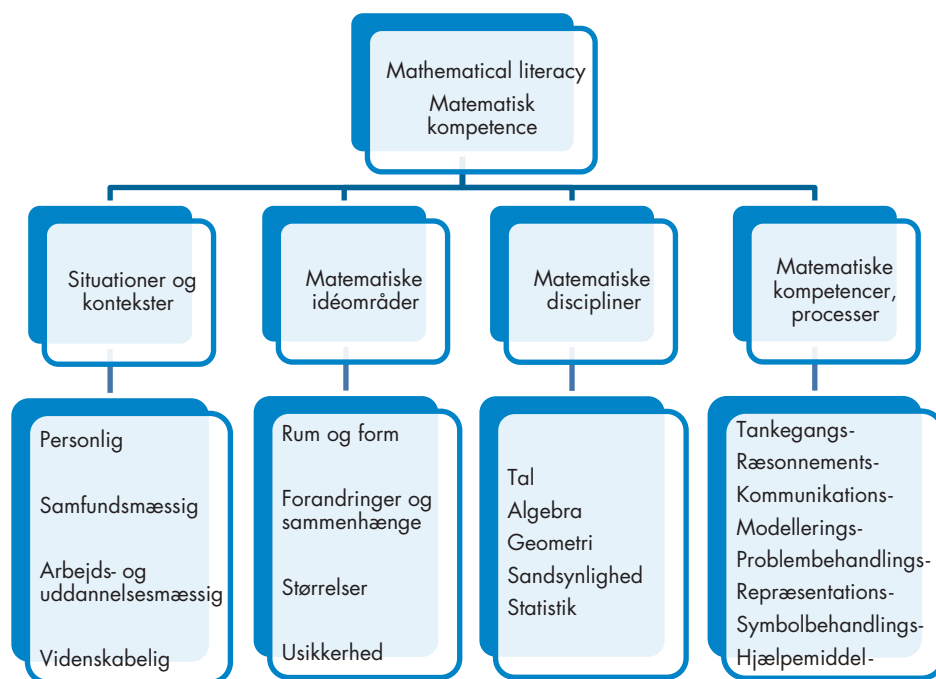
I PISA vurderes – som nævnt i Egelunds artikel i sidste nummer af *MONA* – kompetencerne ikke ud fra specifikke læseplaners indhold, men i stedet sigtes der på hvor godt de unge kan bruge deres viden og kunnen i forhold til udfordringer i det virkelige liv, således som det kan måles med de bedste test der på undersøgelsestidspunktet er til rådighed. Ud over nogle udvalgte rammefaktorer til politisk brug som indikatorer på uddannelsespolitikens mulige virkemidler med henblik på ligelig fordeling af læringsmuligheder og incitament for effektivitet, så indsamles der også informationer af særlig didaktisk interesse: I 2003 – og igen i 2012 – indsamles der via spørgeskema informationer om elevernes matematikfaglige interesser, opfattelser og læringsmåder.

### *Hvordan beskrives matematikdomænet: matematiske situationer, kontekster, idéområder, discipliner og kompetencer?*

Der udvikles nogle begreber med henblik på at operationalisere den ovenstående brede beskrivelse af at være forberedt og parat til at bruge matematik i situationer uden for matematikundervisningen og til at sætte sig ind i og vurdere andres brug af matematik. Disse begreber er af didaktisk interesse idet de omhandler matematiske delområder, matematiske kompetencer og matematikholdige situationer og kontekster hvor mennesker tænker og agerer matematisk med det de ved og kan og vil. Der er sket en løbende udvikling af begreberne siden 1998 med den matematiske ekspertgruppe som rorgænger, hvor alle involverede fra de forskellige lande har kunnet kommentere og foreslå ændringer. (Den internationale ekspertgruppe for PISA 2009 består af Jan de Lange (formand), Holland, Werner Blum, Tyskland, John Dossey, USA, Zbigniew Marciniak, Polen, Mogens Niss, Danmark, samt Yoshinori Shimizu, Japan). Fx har den operationelle beskrivelse af begrebet kontekst udviklet sig, hvilket vi nøje beskrev i forbindelse med PISA 2003 (Lindenskov & Weng, 2004). Senest har der gennem 2010 været debat om det operationelle kompetencebegreb og om hvordan faglige delområder skulle prioriteres.

Af særlig dansk interesse er det at begreberne gennem hele forløbet har været inspireret af matematikopfattelser der for danske matematikundervisere kan associeres til den hollandske realistiske matematikundervisning, den danske modellerings- og kompetencetænkning og den amerikanske faglige helhedstænkning i NCTM's standards (NCTM, 2006). Desuden er det på linje med sociokulturelle sprogstudier, hvor der refereres til James Gee (1998), at der ikke søges testet i forhold til "matematik i sig selv", fx alene i forhold til skift imellem forskellige matematiske repræsentationer. Der er således ingen elevopgaver i PISA der svarer til færdighedsdelen af folkeskolens afgangsprøve, idet der alene søges indikationer på meningsfuld brug af matematik i sammenhænge hvor også sammenhængen er meningsfuld.

I den tekniske 2009-rapport har vi valgt at præsentere en oversigt over begreberne i følgende figur 1:



Figur 1. Oversigt over framework for matematik i PISA 2009.

### Situationer i fire livssfærer

Et vigtigt aspekt ved matematisk kompetence er at involvere sig matematisk: Dette er afgørende for elevens tilgang til at behandle problemer i matematikholdige situationer eller kontekster. Hvilken strategi eleven vælger til at behandle en problemstilling, vil ofte være afhængig af beskrivelsen af situationen eller konteksten eleven skal behandle problemet i. De situationer og kontekster problemerne stilles i i PISA-undersøgelserne, er forsøgt kategoriseret i hvad der betegnes som sfærer af liv, som det formodes de 15-åriges liv kan vedrøre. Der er i PISA defineret fire typer livssfærer hvori man beskriver de situationer og kontekster som undersøgelsens opgaver relaterer sig til: det personlige liv, samfundsliv, uddannelses- og arbejdsliv samt videnskabelige sammenhænge.

De problemstillinger der indgår i opgaverne, er stillet således at de er tilgængelige for matematisk behandling i en "real-world-kontekst" der som mål har en aktivering af eleven til at undersøge hvilke matematiske begreber der kan indgå i anvendelsen af en matematisk løsning på det stillede problem. Det grundlæggende begreb i denne proces er "matematisering".

## Matematiske idéområder og discipliner

Det matematikfaglige stofindhold beskrives både som fire overordnede idéområder og i discipliner. Udgangspunktet er at matematiske udfordringer ikke fremtræder uden for skolen som "algebra" eller som "geometri". Derfor er det matematiske stof i første omgang organiseret i PISA efter fænomenområder. Med reference til Freudenthals begrundelse er "*our mathematical concepts, structures, ideas (...) invented as tools to organise the phenomena of the physical, social and mental world*" (Freudenthal, 1983, s. ix). En opdeling af matematisk stof efter fænomenområder kan etableres på forskellige måder som det ses hos Devlin (1997) og Steen (1990, 1997), og i PISA sker der en opdeling i fire såkaldte overordnede idéområder (på engelsk: *overarching ideas*), som er rum og form, forandringer og sammenhænge, størrelser samt usikkerhed. De traditionelle matematiske discipliner indgår så med begreber og tankemåder som midler til at behandle de overordnede idéområder. Se mere om hvordan på side 177 i den tekniske rapport for PISA 2009.

## Matematiske kompetencer

I Fælles Mål 2009 indgår de otte matematiske kompetencer for første gang som slutmål for folkeskolens matematikundervisning. I den foregående Fælles Mål blev de otte alene beskrevet i undervisningsvejledningen. For PISA's vedkommende har de otte været en del af beskrivelsen gennem hele forløbet. Især tankegangskompetencen kan det være vanskeligt at evaluere med skriftlige individuelle opgaver, og til brug ved opgørelsen af PISA-resultaterne er de otte kompetencer indtil videre reduceret til tre

Matematisk kompetence		
Reproduktionskompetence	Sammenhængskompetence	Refleksionskompetence
Standardrepræsentationer og standarddefinitioner	Udformning	Kompleks problemløsning og problemfremstilling
Rutineberegninger	Standardproblemløsning, omdannelse og fortolkning	Refleksion og indsigt
Rutineprocedurer	Flere veldefinerede metoder	Oprindelig matematisk indfaldsvinkel
Rutinepræget problemløsning		Flere komplekse metoder
		Generalisering

Figur 2. Tre kompetenceklasser.

kompetenceklasser: reproduktions-, sammenhængs- og refleksionskompetence. Kategorierne er delvist udtryk for stigende sværhedsgrad, og de adskiller sig med hensyn til arten og graden af fortolkning og refleksion, arten og antallet af repræsentationer, kompleksitet samt typer og niveauer af ræsonnement (OECD, 2009, s.120 ff.). Den stigende sværhedsgrad ses i figur 3:

### *Hvordan kategoriseres elevopgaverne?*

Opgaverne udvælges således at de 15-årige kan trække på og demonstrere deres matematiske kompetence som anses for at være relevant for fremtiden.

Der anvendes en kombination af opgaveformater. Enten skal eleverne selv konstruere et svar, eller også skal de vælge et svar. I de tilfælde hvor eleverne selv skal konstruere et svar, skelner man mellem:

- et udvidet svar, hvor eleven fx skal vise en beregning, give en forklaring eller give en begrundelse for sin løsning (dette kaldes også åben-konstrueret-svar, fra engelsk 'open-constructed response item')
- et kort svar, hvor eleven skal give et tal eller flere tal som svar (dette kaldes også lukket-konstrueret-svar).

I de tilfælde hvor eleverne skal vælge et svar, skelner man mellem:

- komplekse flervalgsopgaver (multiple-choice), hvor eleven præsenteres for et antal udsagn og skal angive om de fx er sande eller falske
- simple flervalgsopgaver (multiple-choice), hvor eleven skal vælge ét svar ud af flere muligheder.

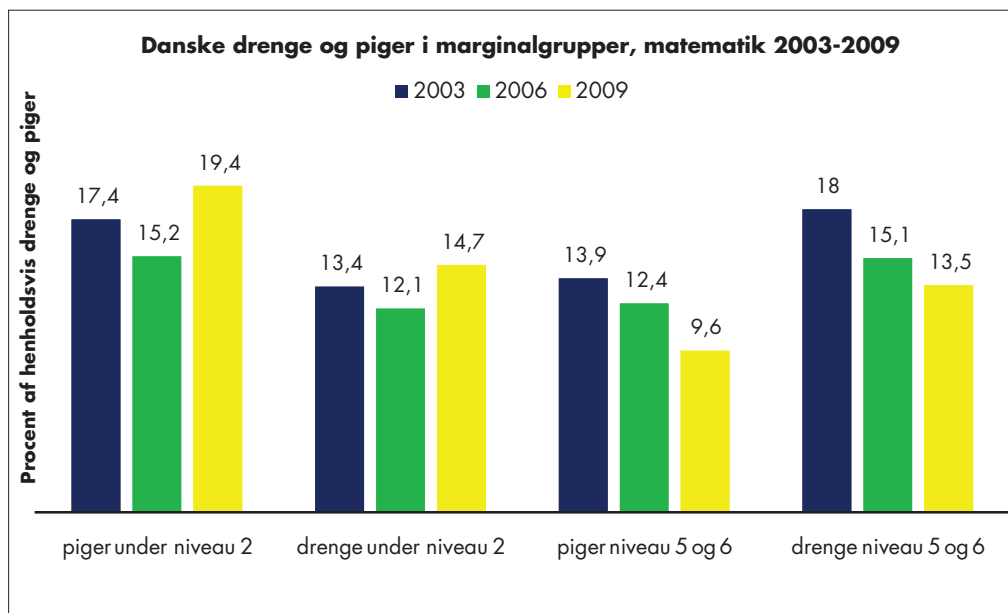
Hver opgave kategoriseres efter matematisk idéområde, kompetenceniveau og opgaveformat, som alle har indflydelse på den sidste kategorisering, "sværhedsgraden" af opgaven.

De PISA-opgaver hvor eleverne selv skal angive et svar, altså de opgaver hvor eleven ikke skal vælge et svar, vil for langt de flestes vedkommende blive "rettet" manuelt af en gruppe specielt trænede mennesker der kan tildele hvert enkelt svar en bestemt et- eller tocifret kode. Denne kode gør det muligt dels at angive "korrektheden" af en besvarelse ved at det første ciffer kan antage værdierne 2, 1 eller 0 som angiver point i relation til "korrekthed", dels at angive en "svartype" af en besvarelse ved at det andet ciffer informerer om den tænkning der kan formodes at ligge til grund for elevens besvarelse.

## Brug af PISA-resultater

### *Et eksempel på resultat: elever der præsterer marginalt*

Som eksempel på hvordan PISA-resultater kan vurderes politisk og didaktisk, vil vi se på elevpræstationer der indikerer en særlig god mathematical literacy, og elevpræstationer der indikerer en særlig ringe mathematical literacy. Det har vi betegnet som problemet om marginalgrupper. Politisk ligger hovedinteressen på hvor store marginalgrupperne er, og om marginalgrupperne bliver større eller mindre imellem undersøgelserne. Politisk er det således interessant at der er en større andel lavtpræsterende elever i Danmark i 2009 end i 2003. Ændringen er dog ikke signifikant. Det er desuden politisk interessant at der er en mindre andel højtpræsterende elever i Danmark i 2009 end i 2003. Denne ændring er signifikant. Det er også politisk interessant at der er flere lavtpræsterende piger end drenge, og at der er flere højtpræsterende drenge end piger. Det fremgår af figur 3:



Figur 3. Marginalgruppernes størrelse i 2003, 2006 og 2009, piger og drenge.

Mens den politiske interesse drejer sig om andele og udvikling i andele, så knytter den didaktiske interesse sig til hvad undersøgelsen indikerer om præstationernes karakter:

Hvad er det som de lavtpræsterende elever tilsyneladende kan og vil og ikke kan og vil, og hvad er det som de højtpræsterende elever tilsyneladende kan og vil og ikke kan og vil?

Didaktisk er det interessant at fx det højeste niveau, niveau 6, kræver at eleven gennem sine besvarelser har vist indikationer på kompetencer der kan karakteriseres som avancerede inden for matematisk tænkning og anvendelse af matematiske ræsonnementer. Det vil sige at eleven kan anvende sin matematiske indsigt og forståelse gennem anvendelse af det matematiske symbolsprog og de matematiske operationer til at beskrive sammenhænge på en kreativ måde ved at kunne udtænke strategier og gennemføre disse i problembehandling af matematikholdige situationer. Endvidere er eleverne på dette niveau karakteriseret ved præcist at kunne kommunikere deres begrundelser for og gennemførelse af en strategi samt reflektere over hvad denne har ført til.

På det laveste niveau, niveau 1, kan eleverne besvare opgaver der er "lige til at gå til" med hensyn til informationer og procedurer til besvarelsen af opgaven. Eleverne klarer standardopgaver der direkte signaler proceduren der skal anvendes for at finde svaret. De elever der præsterer på dette niveau, behøver dog ikke at være uden matematisk viden og kunnen, men der er grund til at være opmærksom på at deres præstationer på opgaverne i PISA kan være en indikation på at de vil få svært ved at anvende matematik som et redskab i deres fremtidige liv både på det personlige, uddannelsesmæssige og samfundsmæssige område. (Se mere om niveauerne på side 89-92 i Resultatrapporten for PISA 2009).

### *Et eksempel på resultat: opgaven "Røverier"*

Mens resultater om marginalgrupper er både politisk og didaktisk interessante, så er der detaljerede resultater om elevernes opgavebesvarelser som kun er didaktisk interessante. Vi har i en efterfølgende analyse af elevbesvarelser på 15 frigivne opgaver sammenlignet ikke blot rigtighedsprocenter, men også originale elevbesvarelser der kan give en indikation på elevens måde at tænke matematik på ud fra givne stimuli der er matematikholdige. Det samlede materiale er tilgængeligt på [www.dpu.dk/PISA](http://www.dpu.dk/PISA) og kan være en inspirationskilde for en matematiklærer der fx ønsker at vurdere hvordan hendes elever besvarer matematikspørgsmål stillet i en kontekst. Alle de 15 opgaver der er tilgængelige på nettet, er beskrevet efter samme struktur:

- Præsentationen af opgaven
- Hvordan tillægges opgaven point?
- Hvilke informationer kan opgaven give?
- Hvordan besvarede danske elever opgaven sammenlignet med elever i andre lande?
- Hvordan besvarede danske elever opgaven?

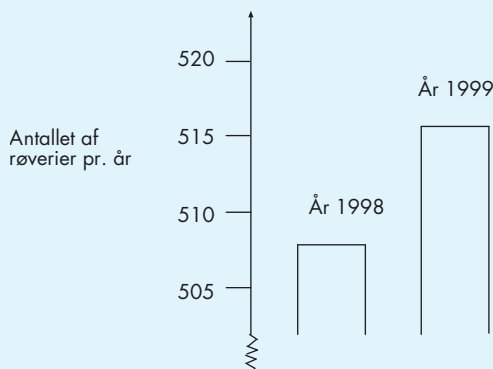
Der findes ikke mange matematiklærere der ikke er interesserede i at holde deres egne elevers resultater op mod andre elevers besvarelser. For hver af de 15 PISA-opgaver har vi derfor angivet hvordan rigtighedsprocenterne er for danske elever generelt og for elever i udvalgte lande som en perspektivering. Desuden er der angivet hvordan henholdsvis danske piger og drenge besvarer opgaven. De sidste, men ikke mindre relevante informationer i relation til en opgave som vi har gjort tilgængelige, er originale elevbesvarelser der kan give et unikt indblik i mulige forståelser, korrekte eller ikke-korrekte, som eleverne præsenterer. Dette kan give matematiklærere baggrundsinformation som kan styrke deres mulighed for at støtte en elev ud fra dennes besvarelse af opgaven hvad enten den er korrekt eller ikke.

### PISA-opgave "Røverier"

En tv-journalist viste dette diagram og sagde:

"Diagrammet viser, at der har været en voldsom stigning i antallet af røverier fra 1998 til 1999."

Er journalistens påstand en rimelig fortolkning af diagrammet?



Gør rede for, om fortolkningen er rimelig eller urimelig.

Opgaven "Røveri" (se tekstboks) er et af de problemer i PISA som uanset hvordan man definerer "autentisk problemstilling", med rimelighed kan siges at omhandle et relevant problem knyttet til manipulation i en argumentation hvor matematik misbruges som redskab til at frembringe en sammenhæng som ønskes fra manipulatorens side. Opgavens primære mål for læreren er at indhente informationer om hvorvidt en elev har så megen matematisk forståelse at hun kan gennemskue en ikke-matematisk argumentation som ikke er holdbar.



### *Hvordan tillægges opgaven point?*

Kode 21 gives til korrekte elevsvar af typen:

Nej, ikke rimelig. Fokuserer på det faktum at der kun er vist en LILLE DEL af grafen.

Fx til svarene:

Ikke rimelig. Hele grafen skulle være vist.

Jeg synes ikke at det er en rimelig fortolkning af grafen, for hvis de havde vist hele grafen, ville man have kunnet se at der kun er en lille stigning i røverierne.

Kode 22 gives til korrekte elevsvar af typen:

Nej, ikke rimelig. Indeholder korrekte argumenter hvor termer for FORHOLD mellem tal eller PROCENTVIS STIGNING indgår.

Fx til svarene:

Nej, ikke rimelig. 10 er ikke nogen stor stigning sammenlignet med det samlede tal på 500.

Nej, ikke rimelig. Ifølge procentdelen er stigningen kun på 2 %.

Kode 23 gives til korrekte elevsvar af typen:

Data for udvikling er nødvendige før man kan dømme.

Fx til svarene:

Vi kan ikke sige om stigningen er voldsom eller ej. Hvis antallet af røverier i 1997 var det samme som i 1998, så kunne vi sige at der var tale om en voldsom stigning i 1999.

Der er ingen der ved hvad "voldsom" dækker, fordi der mindst må være tale om to ændringer for at kunne tænke på stor og lille.

Kode 11 gives til delvist korrekte elevsvar af typen:

Nej, ikke rimelig, men forklaring er ikke detaljeret. Fokuserer KUN på en stigning angivet ved det nøjagtige antal røverier, men sammenligner ikke med det totale antal.

Fx til svarene:

Ikke rimelig. Det steg med ca. 10 røverier. Ordet "voldsom" forklarer ikke hvad det forøgede antal røverier var i virkeligheden. Stigningen var kun 10, og det vil jeg ikke kalde en "voldsom" stigning.

Fra 508 til 515 er ikke nogen stor stigning.

Kode 12 gives til delvist korrekte elevsvar af typen:

Nej, ikke rimelig. Enten med rigtig metode og mindre regnefejl eller rigtig metode og konklusion, men den beregnede procentdel er 0,03 %.

Kode 01 gives til svar der ikke gives point, af typen:

Det korrekte svar "nej", men med utilstrækkelig eller urigtig forklaring.

Fx til svarene:

Nej, jeg er ikke enig.

Journalisten skulle ikke have brugt ordet "voldsom".

Kode 02 gives til svar der ikke gives point, af typen:

Ja, og fokuserer på grafens udseende og nævner at antallet af røverier er fordoblet.

Fx til svarene:

Ja, grafens højde er dobbelt så stor.

Ja, antallet af røverier er næsten fordoblet.

Kode 03 gives til svar der ikke gives point, af typen:

Ja, men ingen eller andre typer forklaringer end nævnt i kode 02.

Kode 04 gives til andre typer svar der ikke gives point.

Kode 09 gives når eleven ikke angiver noget svar.

### Hvilke informationer kan opgaven give?

PISA 2003-kategoribeskrivelser	
IDÉOMRÅDE	Usikkerhed
KONTEKST	Samfundsliv
KOMPETENCEKLASSE	Sammenhængskompetence
FORMAT	Redegørelsessvar (udvidet svar)
SVÆRHEDSGRAD	577 niveau 4 ved delvist korrekt, 694 niveau 6 ved fuldt korrekt

#### Figur 4. Karakteristika ved opgaven:

Idéområdet er usikkerhed. Konteksten er samfundsliv, da opgaven går ud på at vurdere en påstand der fremsættes på baggrund af en statistisk afbildning som man dagligt kan møde i medierne. Da vurderingen skal ske ud fra en tolkning af et diagram, kræves der sammenhængskompetence. Opgavetypen er åben, og besvarelsen skal indeholde en argumentation for den konklusion der angives, så opgavens format er redegørelsessvar. Opgaven kan besvares på to niveauer. Et delvist korrekt svar hvor der er en svag argumentation for at forkaste påstanden, gives 1 point. Sværhedsgraden er 577, der placerer besvarelsen på niveau 4. En korrekt besvarelse med ræsonnementer med brug af relative forhold gives 2 point og er placeret på niveau 6 med en sværhedsgrad på 694, hvilket gør spørgsmålet til et af de vanskeligste at besvare i undersøgelsen. Formatet er udvidet svar, og det giver god mulighed for at vurdere korrektheden af et svar både som fuldt og som delvist korrekt.

Eleven skal tolke og vurdere hvilke informationer der med rimelighed kan indhentes ud fra en given grafisk fremstilling af to på hinanden følgende statistiske undersøgelser

vedrørende røverier. Informationerne er gengivet grafisk ved to søjlediagrammer hvor en del af de to søjler er gengivet. Opgaven går ud på at se og forstå en forandring/vækst og se denne i sammenhæng med den samlede størrelse, altså antallet af røverier.

Konteksten formodes at tilhøre den sfære omkring elevens dagligliv der omhandler samfundet, som indeholder situationer der tilhører en sfære eleven kun indirekte er i kontakt med. Korrekt besvarelse af opgaven kræver sammenhængskompetence. En korrekt besvarelse skal indeholde en vurdering der påpeger det urimelige i journalistens fortolkning og begrundet det med den afkortede y-akse i den grafiske fremstilling.

### Hvordan besvarede danske elever opgaven sammenlignet med elever i andre lande?

En kvantitativ sammenligning mellem besvarelser fra elever i Danmark og en række andre lande kan man få ved at se på den procentvise fordeling mellem de forskellige point og intet svar. Der beregnes en rigtighedsprocent ved at addere den procentandel der får 2 point, med halvdelen af den procentandel, der får 1 procent, fx  $19 + 15$  for danske elever.

Land	0 point	1 point	2 point	Ingen svar	Rigtigheds-% for piger	Rigtigheds-% for drenge	Rigtigheds-% alle
Danmark	33	30	19	19	32	36	34
Finland	31	38	27	4	44	47	46
Island	45	24	16	15	29	27	28
Norge	26	26	29	19	41	42	42
Sverige	29	26	33	13	47	43	45
Tyskland	42	28	15	15	26	31	29
Holland	45	31	22	2	35	40	38
USA	43	33	17	8	31	35	33
Japan	39	35	11	14	27	31	29
Tyrkiet	60	13	6	20	11	14	13
Mexico	60	14	6	20	13	12	13
OECD	41	28	15	15	28	31	30

**Figur 5.** Svarprocenternes fordeling i Danmark og i udvalgte andre lande.

Som det fremgår af figur 5, har mange elever i alle de deltagende lande haft svært ved at besvare denne type opgave som må siges at være meget relevant set ud fra en målsætning om dannelse af samfundsborgere der er i stand til på et sagligt grundlag at kunne deltage i den demokratiske debat.

De angivne rigtighedsprocenter for drenge, piger og alle dækker som nævnt både over korrekte og delvist korrekte besvarelser. Således dækker de 34 % som er den danske rigtighedsprocent, over at 19 % af besvarelserne var korrekte, og 30 % delvist korrekte. Et tilsvarende tal for finske elever – de internationale topscorere i denne opgave – var henholdsvis 38 % og 27 %. Elever i Finland, Norge og Sverige præsterer relativt godt.

## Afsluttende bemærkninger

Det er ikke altid let at gennemskue hvad en opgavekonstruktør i fx en lærebog har tænkt med en foreliggende opgave, modsat opgaverne der er med i PISA. Her er alle opgaver beskrevet med en række kategorier. Arbejdet med disse kategorier er en didaktisk interessant del af arbejdet FØR der kan tilvejebringes resultater. Det er også beskrivelsen af opgaverne med kategorier der er afgørende for at der er didaktisk interessante resultater. Indtil nu har der overvejende været politisk brug af undersøgelsens resultater fra organisationer og politikerside. Men med den detaljerede EFTER-analyse af danske elevsvar til 15 frivillige opgaver indvarsler vi en ny æra for hvordan resultater fra internationale undersøgelser – taget i bred forstand – kan indgå i den samfundsmæssige skolediskurs og nyttiggøres i skolens hverdag som baggrundsinformation og inspiration for matematiklæreres videre støtte til deres elever, hvad enten elevernes ytringer må anses som korrekte eller ikke.

## Referencer

- Davidsson, E. (2011) PISA naturfag 2009. *MONA*, 2011(1), s. 66-72.
- Devlin, K. (1997). *Mathematics, The Science of Patterns*. Scientific American Library. New York, NY.
- Egelund, N. (2011). PISA (Programme for International Student Assessment) – 2009. *MONA*, 2011(1), s. 58-65.
- Freudenthal, H. (1983). *Didactical Phenomenology of Mathematical Structures*. Dordrecht: D. Reidel.
- Gee, J.P. (1998). *Preamble to a Literacy Program*. Madison: University of Wisconsin-Madison, Department of Curriculum and Instruction.
- Lindenskov, L. & Weng, P. (2004). Matematisk kompetence. I: J. Mejding (red.), *PISA 2003*. s. 35-96 København: DPU, AKF, SFI.

- Lindenskov, L. & Weng, P. (2010a). Matematik. I: N. Egelund (red.), *PISA 2009. Danske unge i international sammenligning. Bind 1 – Resultatrapport* (s. 83-104). København: DPU, AKF, SFI.
- Lindenskov, L. & Weng, P. (2010b). Matematik. I: N. Egelund (red.), *PISA 2009. Danske unge i international sammenligning. Bind 2 – Teknisk rapport* (s. 109-134). København: DPU, AKF, SFI.
- NCTM. (2006). *Curriculum Focal Points for Prekindergarten Through Grade 8 Mathematics: A Quest for Coherence*. Reston: NCTM.
- Niss, M. & Jensen, T. (red.). (2002). *Kompetencer og matematiklæring. Ideer og inspiration til udvikling af matematikundervisning i Danmark*. Uddannelsesstyrelsens temahæfte nr. 18.
- Niss, M. (1999). Kompetencer og uddannelsesbeskrivelse. *Uddannelse, 9*, s. 21-29.
- Steen, L.A. (1990). *On the Shoulders of Giants: New Approaches to Numeracy*. National Academy Press, Washington, D.C.
- Steen, L.A. (red.). (1997). *Why Numbers Count: Quantitative Literacy for Tomorrow's America*. New York: The College Board.
- Undervisningsministeriet. (2009). *Fælles Mål 2009 – Matematik. Faghæfte 12*. København.
- PISA FRAMEWORKS:
- OECD. (1998). *The PISA Assessment Frameworks – and Overview. September 1998 Draft*.
- OECD. (2003). *The PISA 2003 Assessment Framework – Mathematics, Reading, Science and Problem Solving Knowledge and Skill*.
- OECD. (2006). *Assessing Scientific, Reading and Mathematical Literacy. A Framework for PISA 2006*.
- OECD. (2009). *PISA 2009 Assessment Framework. Key Competencies in Reading, Mathematics and Science*.

# 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.

# Skal museets udstillinger være læringsoptimerede?



Line Stald, *Science Museerne,*  
*Aarhus Universitet*

*Kommentar til to artikler om museumsdidaktik i MONA, 2010(4) og 2011(1)*

I Madsens (2010) kommentar til Mortensens (2010) artikel "Museumsmekanismer: optimering af forholdet mellem udstillingsdesign og udbytte" berører han et interessant emne som alle museumsmedarbejdere nok med jævne mellemrum reflekterer over, nemlig skal museumsudstillinger være lærings- eller oplevelsesoptimerede?

Jeg mener ikke at det skal være et enten-eller, men snarere et både-og. Undersøgelser har da også vist at gæster besøger museer for både at få læring og oplevelser (Falk & Dierking, 2000). For mig at se udelukker oplevelser heller ikke et læringsaspekt. Det er snarere et spørgsmål om hvilken form for læringsmål museerne ønsker at opsætte.

## Hvad er museernes opgave i det moderne samfund?

En af museernes primære opgaver er at formidle, men der er behov for fornyelse så formen bliver tilpasset det moderne videnssamfund. Tidligere var naturvidenskabelige museers formidlingsrolle at vise genstande frem som videnskabsmænd havde indsamlet i fjerne dele af verden, og som gæsterne ikke havde mulighed for at se andre steder end på museet. Det handlede altså i høj grad om at belære og fylde viden på gæsterne/eleverne – et læringssyn som både skole og måske også specielt de naturvidenskabelige museer har svært ved at komme væk fra. Men i dag mener jeg at der bør arbejdes hårdt på at lægge afstand til denne strategi. Skiftet fra industri-samfundet til videnssamfundet sætter nye krav til formidlingen på museer. Jeg kan derfor godt forstå at Statens Naturhistoriske Museum (jf. Madsen, 2010) ikke ønsker en plancheudstilling, men i stedet ønsker at give gæsterne oplevelser. Men hvis vi ønsker kun at give gæsterne oplevelser, kan de så ikke lige så godt tage i forlystelsesparker, shoppingcentre og cirkus? Jeg tror at museerne skal finde en ny niche. En niche hvor

læringen stadigvæk spiller en vigtig rolle, men hvor udstillingerne også er præget af oplevelser og tager fat i aktuelle emner som bliver debatteret i samfundet. De skal adskille sig fra forlystelsesparker og skolen, og sidst, men ikke mindst skal man kunne noget andet end det man kan derhjemme ved computeren eller foran fjernsynet. For os på Science Museerne (Steno Museet, Væksthusene og Ole Rømer Observatoriet) er det vigtigt at den viden vi formidler, skal være med til at ruste vores gæster til at forstå verden omkring dem og at tage del i de debatter der foregår i videnssamfundet. For at opnå dette kræver det læringsmål, men oplevelserne er på ingen måde udelukket og kan endda være en meget vigtig bestanddel.

## Mennesket i videnssamfundet

For at finde museets niche er det efter min vurdering vigtigt at se på de moderne museumsgæster og hvilke behov de har, så vi i fremtiden også får de unge til at besøge museerne. For mig at se er der i hvert tilfælde to vigtige elementer.

For det første ligger det til menneskets natur at lære (Paludan, 2004). Denne stræben efter ny viden og søgen efter at skabe sammenhænge ses måske endnu tydeligere i et samfund hvor forandring er blevet en del af dagligdagen, og hvor livslang læring er et "must" for at følge med tiden. Men det er vigtigt at holde sig for øje at det er en anden form for viden/læring der er brug for i det moderne videnssamfund end i industrisamfundet.

For det andet må man også konkludere at vi i dag har flere muligheder end tidligere. Verden er et stort tagselvbord med frit valg fra alle hylder. Vi kan gøre som vi vil, men det betyder også at vores identitet ikke er givet ud fra vores forældre, som det i langt højere grad har været tilfældet tidligere. Vi skal som individer derfor hele tiden være med til at skabe og opretholde vores identitet. Som Hildebrandt & Laurson (2009) skriver: "I en idé- eller vidensøkonomi er du, hvad du deler med andre. Du er hvem du er forbundet med, hvem du netværker med, og hvilke idéer, billeder, videoer eller kommentarer du deler med andre." Hvorvidt vi vælger at bruge søndag eftermiddag på at dyrke motion, tage i forlystelsespark eller gå på museum, afhænger altså også af hvad vi søndag aften ønsker at skrive på Facebook, eller hvad vi vil snakke med kollegerne om over frokost om mandagen. Sagt med andre ord, hvilken identitet vi ønsker at skabe. Det betyder også at den læring/viden museerne formidler til gæsterne, skal være identitetsskabende for den enkelte gæst og igen adskille sig fra hvad man kan andre steder. Væksthusene (en del af Science Museerne) står over for en stor renovation hvor også den formidlingsmæssige strategi skal genovervejes. I Væksthusene ønsker vi at udstille landskaber fra fire af jordens klimazoner, hvor både den naturlige vegetation og menneskers præg på de enkelte områder kan ses. Vores ønske er blandt andet at gæsterne skal reflektere over hvad naturen betyder



for dem. Ved at opstille læringsmål der giver gæsten mulighed for at reflektere over sin egen person i forhold til samfundet, kan Væksthusene være med til at udvikle gæstens identitet.

## Læringsoptimering af udstillinger

Som uddybet ovenfor er der for mig at se flere grunde til at opstille læringsmål for en udstilling. For det første skal museerne finde deres egen niche der adskiller dem fra de øvrige oplevelsestilbud. For det andet er menneskets natur at lære, hvor museerne med alle deres genstande og viden er et ideelt sted for refleksion og læring. Sidst, men ikke mindst kan museerne være identitetsskabende og refleksionsstimulerende, hvilket vil få det moderne menneske til at se relevansen af at besøge museer.

Når vi på Science Museerne har besluttet at vi ønsker at opsætte læringsmål, er det interessante ikke så meget at det er det vi vil, men snarere hvordan vi vil gøre det. For jeg er meget enig med Madsen (2010) i at udstillingen ikke må minde om en lærebog. Jeg er godt klar over at det er en udfordring. I første omgang tror jeg ikke at det er læringsmålene i sig selv der er problemet, men ofte snarere formen og indholdet af dem. Som jeg har nævnt tidligere, er der stor forskel på den viden industrisamfundets borger havde brug for, og den viden det moderne menneske har brug for.

Som et output af den danske folkeskole har vi nok en tendens til at se læring som meget faktuel, hvor specielt de matematiske/logiske og sproglige færdigheder bliver vurderet. I mit museumsarbejde har jeg valgt at benytte mig af Hermansen (2005) i en mere bred forståelse af læring. Han definerer læring på følgende måde: "Det er læring, hvis man kan identificere en forskel ved tilegnelse af færdigheder og kundskaber, erhvervelse af motoriske færdigheder, adfærd ændringer, holdningsændringer og følelsesreaktioner i tilknytning til visse foreteelser." Det betyder også at udstillinger kan rumme mere end faktuelle læringsmål.

Steno Museets (en del af Science Museerne) nye udstilling, der åbner i efteråret og går under titlen "Kend din kropspolitik", tager udgangspunkt i det faktum at tre ud af ti unge er utilfreds med sin krop. Vores formål med udstillingen er at gæsterne skal reflektere over kropsidealer og over hvorvidt de selv bestemmer over deres krop, eller hvorvidt de bliver påvirket af deres omgivelser. Et af læringsmålene er at gæsterne skal reflektere over hvorvidt/hvordan de bliver påvirket af reklamer. Læringsmålene i udstillingen skal lægge op til diskussion og refleksion og tager udgangspunkt i gæsten selv.

I artiklen af Mortensen (2010) skriver hun at det er anerkendt at naturvidenskabelige museer er bidragsydere til befolkningens generelle naturvidenskabelige vidensniveau. Som museumsmedarbejder synes jeg til tider, at det kan være svært at sikre, at gæsterne også lærer noget når de interagerer med en udstilling. Mortensen (2010)

opstiller en model, der systematisk skaber en sammenhæng mellem læringsmålene for en opstilling og de handlinger og refleksioner, der foregår hos gæsten. Modellen kan både bruges til at evaluere allerede eksisterende og til udviklingen af nye opstillinger. Modellen består af fire niveauer: 1) en opgave, 2) en teknik hvormed opgaven skal løses, 3) en fortolkning af hvad får gæsten ud af opstillingen og 4) den overordnede teori som gæsten derudfra danner sig. Jeg mener, at modellen er et godt input til de værktøjer vi som museumsmedarbejdere har brug for for at kvalificere vores formidling.

Hvis vi som museum ønsker at leve op til det moderne samfunds krav til læring, mener jeg at vi skal udvide vores læringssyn og se læring som mere end kun de matematiske/logiske færdigheder som ofte præger læringssystemet, men det betyder ikke at læringsmålene skal forkastes. Sagt med andre ord skal der ske et skift fra den læring industrisamfundets borger skulle have for at kunne begå sig, til den læring som det moderne menneske i dagens Danmark har brug for.

## Referencer

- Paludan, K. (2004). *Skole, natur og fantasi*. Aarhus Universitetsforlag.
- Falk, J.H. & Dierking, L.H. (2000). *Learning from Museums. Visitor Experiences and the Making of Meaning*. AltaMira Press.
- Hermansen, M. (2005). *Læringens Univers*. Århus, Klim.
- Hildebrandt, S. & Laursen, P.F. (2009). *Når klokken ringer ud. Opgør med industrisamfundets skole*. København, Gyldendalske Boghandel, Nordisk Forlag A/S
- Mortensen, M.F. (2010). Museumsmekanismer: optimering af forholdet mellem udstillingsdesign og -udbytte. *MONA*, 2010(4), s. 44-55.
- Madsen, J. (2011). Er en god udstilling læringsoptimeret eller oplevelsesoptimeret?. *MONA*, 2011(1), s. 91-94.

# Udfordringer for forskning i it i undervisningen



Jeppe Bundsgaard, lektor, Danmarks Pædagogiske Universitet, Aarhus Universitet

*Kommentar til artiklen "Udfordringer og muligheder i netbaseret undervisning" i MONA 2011-1.*

Mette Beier Jensen formidler i "Udfordringer og muligheder i netbaseret undervisning" en empirisk undersøgelse af læreres oplevelse af websiden Virtuel Galathea 3. Jeg vil fokusere på tre problemstillinger som artiklen aktualiserer: generalisering, didaktisk udvikling og evaluering af læremidler.

Artiklen består bl.a. af en gennemgang af en række temaer i lærernes udsagn. Fx citeres en lærer for at sige: "Tid er en mangelvare og hvis man er tidsbegrænset, er det nemmere at sige, men okay vi har nogle lærebøger, så prøver vi at tage nogle artikler ind hist og her" (s. 31). Det er en væsentlig erfaringspointe som jeg har hørt og fornemmet komme til udtryk hos mange lærere, og som der måske kunne være brug for at få undersøgt yderligere. Denne pointe glemmes ofte i visioner om den lærebogsfri skole hvor tanken er at lærerne selv skal vælge og sammenstykke læremidler i stedet for at bruge det der foragtende opfattes som "køgebogsopskrifter". Men flere ting, herunder tidspresset, gør at lærere ikke kan forberede hver undervisningstime fra bunden, men må have noget at støtte sig til – også for at deres elever får adgang til relevant viden og udfordringer.

Problemet med det nævnte citat er, som med de øvrige citater i artiklen, at det er anekdotisk. Der er ikke nogen sikkerhed for at den næste lærer vil sige det samme, og der er fx ikke sikkerhed for at der er tale om en generel opfattelse når en lærer på spørgsmålet om hvad det betyder for eleverne at arbejde med websider, citeres for at "de svage elever mister fokus" (s. 33). Det er et problem når udsagn som dette i overskriftsform gøres til et nagelfast resultat: "Fagligt svagere elever tabes". Og det er et problem som er meget udbredt i forskningen inden for feltet it og undervisning i det hele taget. Et af de grellere og indflydelsesrige eksempler på dette er EVA's rapport *It i undervisningen* (EVA, 2010) der er fyldt med anekdotisk evidens som sidenhen citeres som om det var klippefast viden.

Jensen har med sin artikel et legitimt og i mine øjne helt centralt sigte om at bidrage med viden der kan udvikle didaktikken i gymnasieskolen gennem inddragelse af digitale læremidler. Til det formål tager hun udgangspunkt i Damberg, Dolin og Ingerslevs videreudvikling af den didaktiske trekant i form af udpegning af hhv. en elevcentreret/læringsorienteret position mellem elev og stof, en lærercentreret/indholdsorienteret position mellem lærer og stof og en elev-lærer-samspilsposition mellem elev og lærer. Den didaktiske trekant er – med god grund – blevet kritiseret fra mange sider (fx Hetmar, 2004; Bundsgaard, 2005, s. 85 ff.; Kaspersen, 2009, s. 165 f.). For selvom den kan give anledning til gode pointer som Damberg, Dolin og Ingerslevs, så skjuler den meget let helt centrale aspekter ved og perspektiver for undervisning. Fx er det ifølge denne model ikke centralt at der i undervisningssituationen er læremidler eller objekter som eleverne håndterer. Den didaktiske trekant har således ikke øje for selve artiklens emnefelt og objekt, nemlig it i undervisningen og et webbaseret læremiddel.

Andre, og i dette tilfælde mere alvorlige, mangler ved den didaktiske trekant er for det første at der kun er én elev i modellen, og derfor ser man ikke med den mulighederne for at eleverne arbejder sammen, og for det andet opdager man ikke at undervisningen foregår i et rum – som er “inde” i en institution og kan komme i forbindelse med andre rum. Det giver sig konkret udtryk i at Jensen kun har fokus på den enkelte elevs “arbejde med stoffet” (fx s. 30), men ikke på hvordan eleverne kunne være deltagere i en fælles praksis hvor de kommunikerede eller samarbejdede med personer uden for skolen. Og derved er anvendelsen af den didaktiske trekant med til at konsolidere undervisningsmaterialets yderst traditionelle konception af undervisning som noget der består i formidling af viden og træning af færdigheder. Man har kaldt denne undervisningsform for instruktivisme og påpeget at denne didaktiske position alene hviler på en lægmandsforestilling om hvad der skal læres (tilegnelse af viden og færdigheder), og hvordan denne tilegnelse skal foregå (formidling af stof og træning af færdigheder) (Sawyer, 2006, s. 1 ff.). Men der er gjort mange didaktiske landvindinger siden instruktivismen som kunne have nuanceret blikket såvel på vg3.dk som på lærernes udsagn om samme.

Således kunne en opmærksomhed på at der findes forskellige typer af digitale læremidler og forskellige didaktiske og dermed faglige, undervisningsmetodiske og læringsteoretiske grundpositioner (jf. Bundsgaard, 2010a), have givet et blik for hvilke potentialer vg3.dk ikke udfolder. I den helt anden ende af spektret ville man fx finde det jeg har kaldt praksisstilladserende interaktive platforme (mundret forkortet PracSIP, Bundsgaard, 2009, 2008), som er digitale læremidler som stilladserer eleverne i deres arbejdsproces, samarbejde og faglige læring i projektorienterede forløb. Et eksempel på en sådan platform er futurecity.dk hvor eleverne arbejder som rådgivende ingeniører for den fiktive by Future City.

Et andet almindeligt problem i tekster om it i undervisningen er manglen på kendskab til den efterhånden lange forskningstradition der findes på området. Når Jensen således efterspørger en “webdidaktik”<sup>1</sup>, slår hun åbne døre ind idet hun langt fra er den første der opfordrer til at der udvikles den slags “nye” didaktikker (jf. “Web 2.0-skrivepædagogik”, Christensen & Hansen, 2010 og “IWB-didaktik” (IWB: Interaktiv Whiteboard), Fibiger & Bonde, 2011). Men jeg vil advare mod denne tilgang. Når en teknologi på den måde kommer i centrum for opmærksomheden, sker der meget let det at det vurderes som godt i sig selv at teknologien bruges. Det er i mine ører også det der er den underliggende præmis i den her omtalte artikel. Men teknologi må ikke blive det centrale. Det centrale i en didaktik må være at spørge hvilke kompetencer eleverne skal udvikle, og hvorfor, og herefter at give bud på hvordan undervisningen kan tilrettelægges så eleverne udvikler disse kompetencer og ikke har oplevelser der forhindrer fremtidig udvikling. Herefter kan man overveje hvordan læremidler kan udvikles og inddrages<sup>2</sup>.

Den tredje og sidste kommentar jeg vil fremhæve, er spørgsmålet om hvordan et læremiddel undersøges. I dette tilfælde tages der udgangspunkt i at materialet kan bruges, og lærere spørges hvordan de ser det anvendt. Men en undersøgelse af et læremiddel må vel også forholde sig til en analyse af det didaktiske grundlag for materialet. I dette tilfælde ville undersøgelsen nok have ført til en ganske kritisk diskussion. Jeg vil give et kort eksempel på en sådan kritisk analyse. Vg3.dk har på sine undervisningssider en række “projekter” som er tilknyttet fag. Fx er der udviklet et projekt kaldet Galathea og GPS, som ifølge beskrivelsen er egnet til undervisningen i fysik og naturgeografi i gymnasier og hf. Projektet består af fire artikler under “læsestof”: “Påvirkning af GPS-signaler i atmosfæren”, “Standard GPS-positionering”, “Differential GPS-positionering” og “GPS og Galileo”. Ingen af de fire artikler fortæller om de grundlæggende principper for GPS-systemets funktionsmåde, og ingen af dem handler om Galathea. Der er tilsyneladende ikke læst korrektur på artiklerne så der er meningsforstyrende fejl. Til disse artikler er knyttet en side med øvelser der består i en række regneopgaver hvortil man skal finde relevante oplysninger og konstanter i de fire artikler. Opgaverne giver tilsyneladende heller ikke yderligere indsigt i GPS-systemets funktionsmåde. Der er således tilsyneladende hverken tænkt over faglige

1 “... kræver det en afdækning af hvilke elementer der kan underbygge en ny form for didaktik som sætter webmediet i centrum, en webdidaktik” (s. 37). Jensen hævder endvidere at der mangler viden om “på hvilken måde websider kan produceres, så de er optimale i forhold til undervisning, og hvordan de kan inddrages aktivt i undervisning, så de udnyttes bedst muligt” (s. 33).

2 Jeg har selv tidligere skrevet en artikel (Bundsgaard, 2010b), en bog (Bundsgaard & Kühn, 2007) og en afhandling (Bundsgaard, 2005) med forskellige variationer af titlen “Danskfagets it-didaktik”, og man kunne således betragte ovenstående som en selvkritik, hvad det da også til dels er. I bogen som jeg skrev sammen med Lisbet Kühn, skriver vi at vi håber at en bog med det navn bliver overflødig så man fremover blot kan sige danskfagets didaktik – og så underforstå at der naturligvis også er tænkt over hvad it betyder for indhold og metode. Har man den pointe med, kan det godt give mening at overveje hvordan en given teknologi kan bidrage til udviklingen af undervisningens metode eller andre dele af det didaktiske problemfelt.

mål eller overvejet relevante elevaktiviteter der kunne udvikle kompetencer hos eleverne eller give indsigt i GPS-systemet og Galatheas afhængighed af systemet.

## Referencer

- Bundsgaard, J. (2010a). Faglighed og digitale læremidler i undervisningen. *Dansk pædagogisk tidsskrift*, 4(10), s. 15-23.
- Bundsgaard, J. (2010). Danskfagets it-didaktik. I: J. Asmussen & L.H. Clausen (red.), *Mosaikker til danskstudiet: en grundbog*. 2. udgave. S. 271-288. København: Systime Academic.
- Bundsgaard, J. (2009). A Practice Scaffolding Interactive Platform. I: C. O'Malley, D. Suthers, P. Reimann & A. Dimitracopoulou (red.), *Computer Supported Collaborative Learning Practices: CSCL2009 Conference Proceedings*. S. 522-526. New Brunswick.
- Bundsgaard, J. (2008). PracSIP: at bygge praksisfællesskaber i skolen. I: *Designværkstedet*. Online tidsskrift. <http://design.emu.dk/artikler/0825-pracsip.html>
- Bundsgaard, J. (2005). *Bidrag til danskfagets it-didaktik: Med særlig henblik på kommunikative kompetencer og på metodiske forandringer af undervisningen*. Odense: Forlaget Ark.
- Bundsgaard, J. & Kühn, L. (2007). *Danskfagets it-didaktik*. København: Gyldendal.
- Christensen, V.L. & Hansen, J.J. (2010). "Vi gider ikke mere papir" – Web 2.0-skrivepædagogik. I: K. Gynther (red.), *Didaktik 2.0. Læremiddelkultur mellem tradition og innovation*. S. 119-144. København: Akademisk Forlag.
- Fibiger, J. & Bonde, A. (2011). *Digital literacy – Afrapportering af udviklingsarbejde*. Lokaliseret den 8. april 2011 på: [www.viauc.dk/udvikling/e-laering/Documents/Udgivelser%202011/digital-literacy\\_samlet\\_web.pdf](http://www.viauc.dk/udvikling/e-laering/Documents/Udgivelser%202011/digital-literacy_samlet_web.pdf).
- Hetmar, V. (2004). Kulturformer som didaktisk kategori – litteraturpædagogisk konkretiseret. I: K. Schnack (red.), *Didaktik på kryds og tværs*. S. 97-120. København: Danmarks Pædagogiske Universitetsforlag.
- Kaspersen, P. (2009). *Litteraturredidaktik på kognitivt grundlag*. Gymnasiepædagogik 74. Odense: Institut for Filosofi, Pædagogik og Religionsstudier, Syddansk Universitet.
- Sawyer, R.K. (2006). Introduction: The New Science of Learning. I: R.K. Sawyer (red.), *The Cambridge Handbook of The Learning Sciences*. S. 1-16. New York: Cambridge University Press.

# Internett i naturfagundervisningen



Sonja M. Mork, Norwegian Centre for Science Education,  
University of Oslo

*Kommentar til artikkelen "Udfordringer og muligheter i nettbaseret undervisning", MONA 2011 (1)*

I MONA 2011-1 har Mette Beier Jensen en interessant artikkel om utfordringer og muligheter ved nettbasert undervisning. Hun har gjennomført en undersøkelse om læreres holdninger til, og bruk av, Internett med utgangspunkt i nettstedet virtuelgalathea3.dk (Vg3.dk). Beier Jensen konkluderer blant annet at lærere bruker Internett nettdistribuert fremfor nettbasert, dvs. som en stor database for å søke etter informasjon, men ikke for direkte bruk i undervisningen med elevene. Hun sier videre at nettbaserte arbeidsmåter krever en endring i lærernes måte å jobbe på, og at produsenter av nettsteder for elever trenger didaktiske retningslinjer for å utnytte de mulighetene nettmediet gir til å lage gode elevressurser. Dette er spørsmål som jeg i flere år har vært opptatt av og har jobbet med som lærer, forsker og innholdsutvikler.

I denne kommentaren velger jeg å ikke gå inn på metodiske spørsmål som for eksempel utvalgsstørrelse, forskningsspørsmål og hvorvidt disse besvares, men heller rette oppmerksomheten mot en del av de utfordringene Beier Jensen løfter frem. Hun tar tak i viktige problemstillinger som jeg ønsker å utdype og understreke. I det følgende vil jeg derfor komme inn på informasjonssøk på Internett, fagnettsteder for elever og lærere, samt utvikling av fagnettsteder for elever.

## Frie informasjonssøk på Internett

Når lærerne i Beier Jensens undersøkelse lar elevene bruke Internett, ber de meget sjelden elevene jobbe med konkrete nettsider. De lar stort sett elevene søke fritt etter informasjon. Dette er noe mange lærere kjenner seg igjen i, og flere studier viser at dette er kanskje den vanligste måten å bruke IKT på i skolesammenheng (Brandt, Gadegaard og Johansen, 2009; Hatlevik, Ottestad, Skaug, Kløvstad og Berge, 2009).

Fra andre studier kjenner vi til at lærere ofte får følelsen av å miste kontrollen over elevenes læring og oppfatter elevenes Internettferdigheter som bedre enn sine egne. Elever er ofte flinkere til å navigere på Internett enn lærerne sine, men når det kommer

til informasjonssøk, vurdering og bearbeiding av informasjon, er bildet annerledes. Det finnes en del forskning som viser at selv om elever er selvsikre Internettbrukere, så mangler de ferdigheter i effektivt søk og kritisk vurdering av informasjon (for eksempel Kuiper, Volman og Terwel, 2008; Lorenzen, 2001; Pritchard og Cartwright, 2004). Som et resultat av dette fører informasjonssøk i skolesammenheng ofte til mangelfull kunnskap og innsikt. At innholdsdimensjonen svekkes ved slike frie informasjonssøk påpekes også av lærere i Beier Jensens studie.

Men hva kan så lærere gjøre for å bistå elevene med informasjonssøk på Internett? En gjennomgang av forskningslitteratur om informasjonssøk og kildevurdering viser blant annet at følgende kriterier er viktige for et godt søkeresultat (Mork, Kluge og Sørborg, 2009):

- undervisning om informasjonssøk må integreres i arbeid med faglige emner
- forkunnskaper om emnet
- meningsfylte oppgaver
- avgrensede og fokuserte problemstillinger
- nok tid til å fullføre oppgaven

I tillegg til å ta hensyn til disse kriteriene finnes det en del grep som kan hjelpe i prosessen. Læreren kan for eksempel på forhånd finne fram til, og kvalitetssikre, et begrenset antall nettsider som elevene kan bruke i arbeidet sitt. Når man så har en troverdig kilde, er det stadig flere lærere som krever at elevene bruker skjemaer for vurdering av innholdet på nettstedet (Harboe, 2010). Et annet nyttig verktøy som kan brukes ved innholdsvurdering av nettekster er det avanserte bokmerkeverktøyet diigo.com. Når elevene er innlogget på diigo.com og har lastet ned en enkel verktøylinje, kan de markere viktig tekst på websider, legge til kommentarer og dele med andre elever i gruppen sin. I prosjektet *Elevprodukt* (Mork m.fl., 2009) studerte vi blant annet bruken av dette verktøyet. Basert på erfaringene fra *Elevprodukt* anbefaler vi at læreren er med i elevenes grupper. Det gir oversikt over elevenes arbeid og en unik mulighet til å vurdere elevenes kompetanse i kildevurdering. Oppsummert kan man si at læreren bør ta kontrollen ved å skape struktur og rammer for elevenes arbeid, hvilket i følge Hattie (2009) kan ha positiv effekt på elevenes læring.

## Fagnettsteder for elever og lærere

Beier Jensen problematiserer at fagnettsteder som Vg3.dk skal engasjere to målgrupper, både elever og lærere. Dette er et dilemma som jeg vil komme tilbake til senere i kommentaren. Beier Jensen sier at når nettstedet henvender seg til lærere må det synliggjøre koblingen til læreplanene og hva man kan forvente at elevene skal lære,



gi forslag til hvordan materialet kan integreres i undervisningen og hvordan elevene kan testes. Når nettstedet henvender seg til elevene må innholdet være motiverende, det må være lett å finne fram i materialet, elevene må føle at de har styring med læringsprosessen og at de blir aktivisert på ulike måter. Jeg er helt enig med Beier Jensen i at disse punktene er viktig å adressere for nettsteder som henvender seg til lærere og elever. I 2005 skrev Doris Jorde og jeg en artikkel om hva som må til for at lærere skal bruke digitale læremidler (Mork og Jorde, 2005). Vi identifiserte fire sentrale kriterier som lærere legger vekt på. For det første må innholdet være direkte relatert til hovedemner i læreplanen. For det andre må nettstedet være brukervennlig både for elever og lærere. Lærere vil ikke bruke tid på veiledning i bruk av verktøyet, de vil fokusere på det faglige innholdet og elevene. Disse to første kriteriene er altså helt i tråd med Beier Jensen. For det tredje ønsker lærere at det skal være lett å følge med på, og følge opp, elevenes arbeider. Dette korresponderer med følelsen lærerne i Beier Jensens studie har av å miste kontrollen over elevenes læring ved frie søk på Internett. Sist, men ikke minst, må det faglige innholdet være av god kvalitet, hvilket Beier Jensen også påpeker i sin artikkel. Det er interessant at danske og norske lærere har såpass sammenfallende synspunkter på disse spørsmålene.

Jeg kjenner ikke Vg3.dk særlig godt, men førsteinntrykket er at nettstedet inneholder mye interessant stoff for biologilærere. I og med at nettstedet ble etablert i 2007, er det litt overraskende at Beier Jensen hadde problemer med å finne lærere som har benyttet materialet på nettstedet. Betyr det at danske biologilærere ikke kjenner til at Vg3.dk eksisterer? Eller betyr det at lærerne har vurdert nettstedet og ikke ønsker å bruke det i undervisningen? Besøkstallene som oppgis for 2009 er gode, men en gjennomsnittlig tidsbruk på 2 min og 39 sek er så lavt at man kan lure på hva en besøkende får gjort av faglig aktivitet.

Lærerne i Beier Jensens studie uttaler om Vg3.dk at det er opp til læreren hvordan nettstedet brukes og at det ikke gis noen veiledning til elevene. Jeg får noe av det samme inntrykket. Men det er jo slik det er med frie søk på Internett og andre mer tilpassede undervisningsressurser: til sjuende og sist er det hvordan læreren bruker ressursene i undervisningen det kommer an på. Wenche Erlien og jeg har flere steder omtalt en rekke forslag til hvordan lærere kan jobbe med ulike typer nettressurser (Erlien og Mork, 2009; Mork og Erlien, 2010).

Det er tydelig at det er brukt mye ressurser på å bygge opp Vg3.dk. Nettstedet har en stor samling med videoer, tekster og et stort nettverk av involverte forskere. Her er det unike muligheter til å lage spennende aktiviteter og opplegg for elever i ulike aldersgrupper. Det jeg har sett av aktiviteter og oppgaver virker dessverre litt kjedelig. Som Beier Jensen påpeker, her trengs det noen didaktiske grep. Hun etterlyser flere nettsider som utnytter de mulighetene som ligger i nettmediet, for eksempel lydfiler, animasjoner, videoer, tekster, linker og særlig interaktive elementer som bidrar til at

elevene jobber aktivt med det faglige innholdet. Jeg vil komme tilbake til utvikling av fagnettsteder for elever på slutten av denne kommentaren.

Så tilbake til dilemmaet med skolefaglige nettsteder og to målgrupper. Jeg tror det er vanskelig for ett nettsted å henvende seg til både elever og lærere på en optimal måte. Ved Naturfagsenteret, som er et nasjonalt ressurscenter for lærere, har vi god erfaring med separate nettsteder for elever og lærere. Vi har et eget ressursnettsted for naturfaglærere som heter naturfag.no. Her er det egne innganger for barnetrinn, ungdomstrinn og de ulike naturfagene i videregående skole. I tillegg til nyheter og kalender om arrangementer rundt om i landet, finnes det egne sider med tips om ulike metoder, oversikt over aktuelle nettsteder og bøker, utstyr og sikkerhet. Men nettstedets mest brukte funksjon er der læreren kan gå inn på de ulike læreplanmålene og søke opp aktuelle læringsressurser. I tilknytning til de ulike læreplanmålene kan læreren velge å søke etter undervisningsopplegg, forsøk, interaktive oppgaver, animasjoner, fagartikler, spill, video etc. Alle læringsressursene som kommer opp gjennom et slikt søk er kvalitetssikret av Naturfagsenteret. Statistikken fra 2010 med 545.540 besøkende og 6.536.532 sidevisninger (tallene er hentet ut med Urchin Web Analytics) tyder på at naturfaglærere setter pris på nettstedet naturfag.no.

Naturfagsenteret tilbyr flere nettsteder for elever, men viten.no er det eldste og mest brukte elevnettstedet. viten.no tilbyr undervisningsprogrammer i naturfag, hovedsakelig for elever på ungdomstrinn og i videregående skole. Det er så langt utviklet 17 Viten-programmer, hvorav de tre programmene: *Fotosyntese*, *Nordlys* og *Radioaktivitet* også er oversatt til dansk. Statistikken fra 2010 viser 471.998 besøkende og 15.233.586 sidevisninger på viten.no.

## Utvikling av fagnettsteder for elever

Beier Jensen etterlyser retningslinjer for utvikling av fagnettsteder for elever. Viten-programmer fra nettstedet viten.no har mange av de karakteristikkene Beier Jensen etterlyser. I og med at jeg har vært involvert i utvikling av viten.no (som testlærer, forsker og innholdsutvikler), vil jeg avslutte med å dele noen erfaringer fra dette arbeidet.

viten.no ble lansert i 2002 og er et nettsted som er godt etablert og mye brukt i naturfagundervisningen. Nettstedet er et resultat av at forskning og utvikling har gått hånd i hånd. De fleste som har jobbet med viten.no har en bakgrunn bestående av alle kompetansene: realfagutdanning, lærerutdanning, undervisningserfaring, teknisk kompetanse og forskning. Vi tror det har bidratt sterkt til å gjøre viten.no til det det er i dag.

Å utvikle gode nettsteder for elever er en omfattende prosess som tar tid og det er utrolig mye man skal ta hensyn til. De faglige temaene man presenterer må som nevnt være knyttet til læreplanen, man må tenke grundig gjennom hvilken kontekst

de skal presenteres i, og sørge for høy faglig kvalitet på innholdet. Lærere ønsker at nettstedet skal være brukervennlig og at det skal være lett å ha oversikt over elevenes arbeidsprosess. I Viten-programmene følger elevene en meny på venstre side, som i de fleste programmer skal følges kronologisk. Dette er forutsigbart og hjelper både elever og lærere å holde oversikten over hvor de er i programmet. Alle elevbesvarelser i programmene blir lagret, og de åpne oppgavene samles i en elektronisk arbeidsbok som læreren kan kommentere i. Her er det enkelt for læreren å følge med på elevenes arbeid og gi vurdering.

Hvordan kan man så best utnytte de mulighetene som ligger i nettmediet? På viten.no er en del programmer designet som en case eller et oppdrag som elevene skal løse. Sammen med en del multimodale effekter skaper dette ekstra motivasjon hos mange elever. Et av de viktigste prinsippene for å utvikle gode nettressurser for elever er *variasjon*. Det må være variasjon i aktiviteter og oppgavetyper, noe nettmediet gir en rekke muligheter for. Strømme (2004) påviste i sin masteroppgave tilknyttet viten.no at elever lettere lærer fagstoff presentert som animasjoner, sammenlignet med det samme fagstoffet presentert som ren tekst. Forskingen vår har også vist at elevene lærer best det fagstoffet som er relatert til skriftlige oppgaver (Mork, 2006). I mange naturvitenskapelige tema finnes det faktastoff som bare *må* læres. Vi har gode erfaringer med å putte slikt stoff inn i for eksempel en quiz, "drag and drop"-oppgaver eller enkle spill, der elevene får direkte feedback på antall riktige svar. Vi ser at elevene, også i videregående skole, holder på helt til alle svar blir riktige.

Leservennlighet og presentasjon av tekster er noe vi har jobbet mye med i Viten-programmer. Vi erfarte tidlig at elever blir demotivert av mye tekst på nettsider. Det er derfor viktig å ikke ha mer tekst enn nødvendig for å formidle stoffet på en god måte. I Viten-programmene benytter vi en hel rekke måter å dele opp tekster på og presentere bit for bit. For eksempel ved å lage animasjoner av faginnholdet og på den måten redusere tekstmengden. Etter hvert har vi også blitt mer bevisste på lesestrategier og har blant annet inkludert interaktive oppgaver med modifiserte tekster. Fagbegreper er sentrale i tekstene, og vi har fokusert mye på å finne gode måter å utheve og forklare nye begreper på.

Visuell design er også viktig. Farger og layout skal utformes på en slik måte at elevene blir engasjert og får lyst til å jobbe med stoffet. Samtidig må man holde fokus på det faglige og unngå unødvendige eller forstyrrende elementer. Detaljer som fonter og fontstørrelser har gjerne større betydning enn man tror. Et eksempel på det er Viten-programmet *Skadedyr i museer* som er utviklet for barnetrinnet. Her ble tekster opprinnelig skrevet med fonten *arial*. Endring til fonten *comic sans* var et enkelt grep som bidro til å understreke den litt lekne layouten og treffer målgruppen bedre.

Et annet prinsipp som har vært viktig i utviklingen av Viten-programmer, er å avslutte med en større oppgave der elevene på en eller annen måte må anvende

den kunnskapen de har tilegnet seg. For eksempel avsluttes *Radioaktivitet* med at elevene skal skrive en avisartikkel, *Genteknologi* og *Ulv* avsluttes med at elevene skal gjennomføre en offline debatt, mens *Planter i rommet* avsluttes med at elevene skal bygge et drivhus for å dyrke planter i et romskip på vei til Mars. Vi har observert at elevene i arbeidet med disse aktivitetene diskuterer faglige problemstillinger, bruker nye begreper, går tilbake i Viten-programmet for å dobbeltsjekke opplysninger etc. De bearbeider og bruker kunnskapen sin og dette er en svært viktig del av læringsprosessen.

Avslutningsvis vil jeg understreke at når elevene jobber med nettsider er lærerens rolle er minst like viktig som når elevene jobber med andre undervisningsressurser. Dette gjelder uavhengig av om elevene gjør frie søk på Internett eller jobber med tilrettelagte skolesider. Læreren må lage faste rammer rundt arbeidet ved å avgrense oppgaver, gi tydelig informasjon om mål og vurderingskriterier, samt følge elevene tett i arbeidsprosessen.

## Referencer

- Brandt, H., Gadegaard, F., & Johansen, B. L. (2009). *It i grundskolens naturfagsundervisning – En spørgekemaundersøgelse*. Aarhus: CAND – Center for Anvendt Naturfagsdidaktik.
- Erlie, W., & Mork, S. M. (2009). Grunnleggende ferdigheter og bruk av digitale verktøy i naturfag. I H. Traavik, O. Hallås & A. Ørving (Eds.), *Grunnleggende ferdigheter i alle fag*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Harboe, L. (2010). *norskboke.no* (2. opplag ed.). Oslo: Universitetsforlaget.
- Hatlevik, O. E., Ottestad, G., Skaug, J. H., Kløvstad, V., & Berge, O. (2009). *ITU Monitor 2009. Skolens digitale tilstand 2009*. Oslo: Gazette.
- Hattie, J. (2009). *Visible learning. A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*. New York: Routledge.
- Kuiper, E., Volman, M., & Terwel, J. (2008). Integrating critical Web skills and content knowledge: Development and evaluation of a 5th grade educational program. *Computers in Human Behavior*, 24, 666-692.
- Lorenzen, M. (2001). The land of confusion? High school students and their use of the World Wide Web for research. *Research Strategies*, 18, 151-163.
- Mayer, R. E., & Gallini, J. K. (1990). When Is an Illustration Worth Ten Thousand Words? *Journal of Educational Psychology*, 82(4), 715-726.
- Mayer, R. E., & Moreno, R. (2002). Animation as an Aid to Multimedia Learning. *Educational Psychology Review*, 14(1), 87-99.
- Mork, S. M. (2006). *ICT in Science Education. Exploring the Digital Learning Materials at viten.no*. Dr.scient, University of Oslo, Oslo.
- Mork, S. M., & Erlie, W. (2010). *Språk og digitale verktøy i naturfag*. Oslo: Universitetsforlaget.

- Mork, S. M., & Jorde, D. (2005). Hva må til for at lærere skal bruke digitale læremidler? Erfaringer fra Vitenprosjektet. *Norsk Pedagogisk Tidsskrift*, 89(1), 135-145.
- Mork, S. M., Kluge, A., & Sørborg, Ø. (2009). *Elevprodukt. Fra informasjonssøk på Internett til kunnskapsintegrasjon. Sluttrapport*. Oslo: University of Oslo.
- Pritchard, A., & Cartwright, V. (2004). Transforming what they read: helping eleven-year-olds engage with Internet information. *Literacy*, 38(1), 26-31.
- Strømme, T. A. (2004). *Genteknologi – usynlige forklaringer blir "synlige" gjennom digital teknologi. En undersøkelse av hvordan animasjoner i digitale læringsprogrammer påvirker elevers læring i naturfag i ungdomskolen* Master Degree in Science Education, University of Oslo, Oslo.

# Litteratur

I denne sektion bringes anmeldelser af og notitser om nye bøger, rapporter og andre væsentlige ressourcer inden for det matematik- og naturfagsdidaktiske felt. Læsere opfordres til at kontakte redaktionen med henblik på at få bragt anmeldelser og notitser. Indlæg er ikke genstand for peer-review.

# Evaluering i naturfagene



Lisbeth Bering, UCC  
Læreruddannelsen Zahle

*Anmeldelse af Evaluering i naturfagene. Niels-Erik Hybholt, Helge Kastrup, Hans Henrik Knoop og Poul Kristensen. Akademisk Forlag. København, 2011.*

Jeg åbnede bogen *Evaluering i naturfagene* med stor forventning. Vi har brug for en bog der handler om evaluering i naturfagene. Når jeg læser forordet og bogens bagsidetekst, bliver jeg dog en smule forvirret.

I forordet får jeg at vide at det er evaluering i den daglige undervisning der er i fokus, og at bogen falder i fire kapitler som omhandler evaluering generelt samt gennemgange af den aktuelle situation i fagene fysik/kemi, geografi og biologi. Jeg forventer på denne baggrund at læse om evaluering i den daglige undervisning aktuelt – generelt og i de enkelte fag.

På bogens bagside står at begrebet evaluering bliver gennemgået, og at evaluering i de tre naturfag er beskrevet ud fra:

1. En kort historisk gennemgang om evaluering i faget
2. Den nuværende prøveform



3. Analyse og vurdering af den gældende afgangsprøve
4. Vejledninger og gode råd til den daglige undervisning.

Det ser her ikke ud til at der er særligt fokus på evaluering i den daglige undervisning. Og hvad er mon forskellen på punkterne 2 og 3?

Bogen bliver beskrevet som et debatoplæg. Det fornemmes ret tydeligt

at forfatterne har en kritisk holdning til afgangsprøverne i biologi og geografi. Allerede i forordet kan man læse at "Kritikken af de første prøver har været massiv", og der spørges: "Hvad er der galt med prøverne?"

Bogens målgruppe er ikke angivet, men jeg gætter på at den kan være skrevet til lærerstuderende og folkeskolelærere i naturfagene – altså lige med undtagelse af studerende og lærere i natur/teknik da faget ikke er behandlet i bogen.

I bogens første kapitel behandles begrebet evaluering under kapiteloverskriften "God evaluering er en lettelse og en berigelse". Der bliver argumenteret for evidensbaseret læring som værn mod uvidenhed, og forfatteren tager udgangspunkt i to grundlæggende kvalitetskriterier for evaluering, nemlig at den i sig selv opleves som en god proces, og at den i sig selv bidrager til bedre resultater. Disse grundlæggende kriterier ses i kapitlet i forhold til tre perspektiver: et biopsykologisk, et kulturelt-pædagogisk og et politisk-administrativt. Begrebet bliver ikke, som der står på bogens bagside, "gennemgået" – i hvert fald ikke særlig dybtgående. Man finder seks linjer hvor begrebet forklares og underinddeles i formerne *formativ* og *summativ*. I det hele taget synes jeg kapitlet handler mest om god undervisning.

I kapitlet "Fysik/kemi" opstilles der i starten argumenter for summative evalueringer og for at eksamen (som der står) bør afspejle den daglige undervisning. Der argumenteres for mundtlig gruppeeksamen, og i afsnittet "Verdens bedste

mundtlige eksamen" gives to eksempler på opgaver til en sådan eksamen som de kunne se ud indtil 2007 hvor gruppeeksamen blev afskaffet.

I afsnittet "Et hus i splid med sig selv" får vi en udmærket gennemgang af afgangsprøverne i folkeskolens naturfag i perioden 2003-2007 og hvordan der hele tiden kom ændringer som lærerne havde svært ved at forberede eleverne på.

To opgaver fra den skriftlige multiple-choice-prøve i fysik/kemi (december 2005) vurderes, og bedømmelser på syvtrinsskalaen ved folkeskolens afgangsprøver ses i relations til Blooms taksonomi. Til slut beskrives problemerne ved den (nuværende) mundtlige prøve i fysik/kemi uden gruppeprøve. Kapitlet berører næsten ikke gode råd til den løbende evaluering i den daglige undervisning.

I kapitlet "Biologi" får vi først en gennemgang af fagets historie fra 1800-tallet til nu (2007) på 12 af kapitlets 20 sider. Herefter behandles den nuværende prøveform ud fra overskriften "Analyse af den monofaglige skriftlige afgangsprøve fra 2006". Det er en meget overordnet analyse der er tale om, og der omtales nogle undersøgelser (om chimpanser og 7.-klasser-elever) af denne prøve som der ikke er litteraturhenvisninger til. Det undrer mig i øvrigt at forfatteren tager udgangspunkt i eksempler fra 2006 når bogen udgives i 2011. Til sidst i kapitlet får vi under overskriften "Vejledning og gode råd til den daglige undervisning" ét råd: Undervisningen må gerne tværfagligt bygges op omkring projektarbejds-



formen. Kapitlet berører ikke gode råd til den løbende evaluering i den daglige undervisning.

Kapitlet "Geografi" starter med et tilbageblik med fokus på eksamen/prøve i folkeskolefaget fra 1961 til i dag. I de næste ca. 20 af kapitlets 27 sider analyseres den nuværende prøveform meget grundigt ud fra en af prøveudgaverne fra 2007. Det undrer mig også her at forfatteren ikke tager udgangspunkt i en nyere prøveudgave når bogen er udgivet i 2011. Forfatteren er kritisk over for fagets nuværende prøveform. I sidste del af kapitlet kommer der kort nogle forslag til løbende evaluering i den daglige undervisning.

## Konklusion

Bogen kan bruges som debatoplæg i forhold til diskussioner om afgangsprøveformer i naturfagene i folkeskolen af lærerstuderende og lærere der underviser i naturfagene biologi, fysik/kemi og geografi.

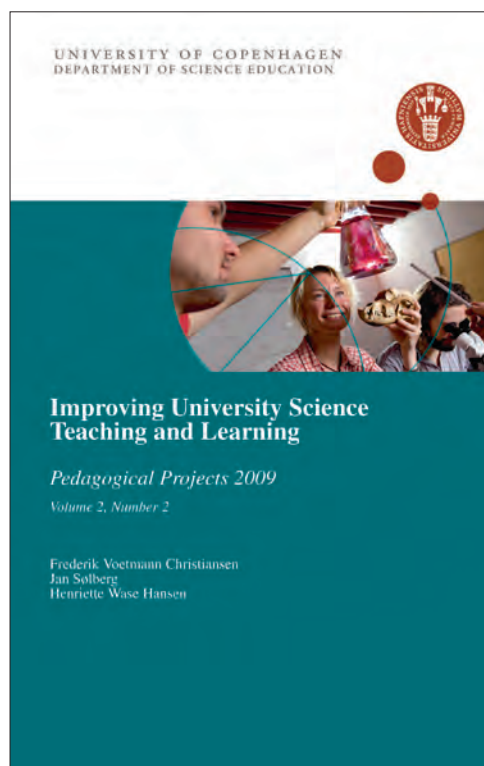
# At udvikle universitetsundervisning



Rie Troelsen, IFPR, SDU

*Anmeldelse af Improving University Science Teaching and Learning. Pedagogical Projects 2009, vol. 2, Frederik V. Christiansen, Jan Sølberg og Henriette Wase Hansen (red.)*

Bogen er en antologi med bidrag fra 18 deltagere på Adjunktpædagogikum 2009 ved Institut for Naturfagenes Didaktik, Københavns Universitet (IND). Deltagerne skal i løbet af deres adjunktpædagogikum udføre to projekter: et om de studerendes læring og et om udvikling af deres egen undervisning. Det er adjunkternes sidstnævnte projekt om udviklingen af deres undervisning som de i denne bog beskriver, reflekterer over og dokumenterer. Adjunkterne kommer fra forskellige institutter fra de tre fakulteter som Adjunktpædagogikum ved IND servicerer – Det Naturvidenskabelige, Det Biovidenskabelige og Det Farmaceutiske Fakultet – og beskriver derfor også mange forskellige slags universitetsundervisning der dog alle har en større eller mindre grad af naturvidenskabeligt islæt. Vi bliver således både indviet i overvejelser om faget “Kropsbasis” på idrætsuddannelsen, “Almen husdyravl”



for naturressourcestuderende, “Spektralteori” for kandidatstuderende i matematik og meget indimellem.

Bogen er den anden i hvad man vel med to bøger nu kan kalde en serie om forskellige problemer som undervisere på naturvidenskabelige (og lignende) universitetsuddannelser møder, og

hvordan man kan løse disse. Som sådan er der intet nyt under solen i forhold til seriens første bog; underviserne oplever stadig problemer med usammenhængende kursusbeskrivelser, med at aktivere studerende på store hold samt med at få større læringsmæssigt udbytte af laboratorieøvelser. Men bidragene i denne anden bog virker alligevel mere gennemarbejdede – måske fordi bidragsyderne har haft den første bog at støtte sig til. Langt de fleste bidrag er velreflekterede, velrefererede og velstrukturerede bidrag som kommer tættere og tættere på de videnskabelige bidrag som forordet i øvrigt understreger at de ikke er. Vel er der problemer med bidrag på engelsk hvor forfatterens danske sprogbaggrund skinner vel meget igennem, men generelt er der tale om bidrag af høj kvalitet om større og mindre udfordringer i en undervisningshverdag og mulige mere eller mindre vidtgående løsningsforslag.

Bogen giver (sammen med sin forgænger) ligeledes indsigt i hvilke problemer adjunkter (og andre deltagere på Adjunktpædagogikum) oplever, og mindst lige så interessant hvilke problemer de har mod på at gå i gang med at løse selv, og hvilke problemer der ikke kommer udviklingsprojekter ud af. Eksamen, som overvejelser om hensigtsmæssige eksamensformer, -afvikling eller -spørgsmål, er fx påfaldende fraværende som omdrejningspunkt for adjunkternes projekter. Vejledning i laboratoriet er også et emne som er underrepræsenteret i de to bøger. Er der her ingen problemer, eller er det for kompliceret at ændre på? I førstnævnte

tilfælde ville det være interessant med en udgivelse som beskrev den måde man på de forskellige institutter bedrev eksamen eller vejledning på, og som man øjensynligt var rigtig godt tilfreds med. For ligesom vi kan lære meget af de nærværende beskrivelser af situationer som er blevet udviklet til det bedre, kan man også lære af situationer hvor det bare går godt fra starten. Bliver eksamen og vejledning derimod ikke taget op som emne for adjunkternes udviklingsprojekter fordi det er for kompliceret at udvikle på for den enkelte, så kunne det være et emne for universitetspædagoger at tage op på et højere organisatorisk niveau end hos den enkelte adjunkt.

Afslutningsvis skal det fremhæves at bogen er mere end en publikation – den er også et refleksionsrum for adjunkterne og et led i deres selvudvikling som undervisere. Og hvor man som underviser kan hente meget inspiration alene i beskrivelserne af de udviklede og forbedrede forløb, så er bogen også i de både direkte og indirekte beskrivelser af processerne hvormed et undervisningsforløb bliver udviklet, god at spejle sig i for alle andre undervisere på naturvidenskabelige universitetsuddannelser.

# Nyheder

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

## *MONA-konference 4. okt. 2011 om IBSME*

Temaet for årets MONA konference er Inquiry Based Science and Mathematics Education (IBSME), og den afholdes tirsdag den 4. oktober 2011 et sted i Trekantområdet. IBSME – som med god vilje kan oversættes til “undersøgende og problembaseret matematik- og naturvidenskabsundervisning” – er en trend, der er ved at udbredes inden for matematik- og naturfagsdidaktikken, og som ganske mange undervisere, udviklere og forskere arbejder med i danske og udenlandske sammenhænge.

Men hvad er IBSME egentlig, hvordan “gør” man, og “virker” det? Er det ikke bare gammel vin på nye flasker? Motiverer det eleverne, og lærer de overhovedet noget på den måde? Disse spørgsmål bliver belyst af internationale kendere af IBSME, både indenfor naturfag og matematik, og der vil blive rig lejlighed til at stille opklarende og kritiske spørgsmål. Disse oplæg efterfølges af en række workshops med eksempler på hvordan IBSME fortolkes og igangsættes – både indenfor forskellige uddannelsesniveauer og indenfor de to fagområder.

Programmet er under planlægning og vil blive offentliggjort på MONA’s hjemmeside, [www.science.ku.dk/mona](http://www.science.ku.dk/mona), hvor også tilmelding vil kunne finde sted.

I forlængelse af MONA-konferencen arrangeres den 5. oktober et arbejdsseminar (samme sted), der er åbent for alle interesserede. Dagen vil afspejle en mere praksisorienteret tilgang til det at

arbejde med IBSME, med mulighed for at gå i dybden og diskutere forskellige projekter – nationale såvel som internationale – samt udveksle erfaringer og etablere netværk med undervisere, udviklere eller forskere inden for rammerne af folkeskolen, ungdomsuddannelserne, de videregående uddannelser samt på forskningsniveau. Dagen vil forløbe med plenumoplæg og gruppesessioner. Tilmelding til arbejdsseminaret foregår ligeledes på [www.science.ku.dk/mona](http://www.science.ku.dk/mona).

### *Ny publikation om forskningsbaseret undervisning i naturvidenskab*

“Forskningsbaseret undervisning” bruges ofte som nøglebegreb for kvalitet i universitetsuddannelser. Tilsvarende er der i professionsuddannelserne et krav om at uddannelserne er baseret på ny viden fra forskningsfelter der er relevante for den enkelte uddannelse. Men hvad ligger der dybest set i disse begreber om “forskningsbaseret undervisning” og “forskningsrelateret undervisning”, hvad er forskellen på begreberne, og hvilken betydning har disse krav egentligt for de studerendes læring?

Majkonferencen i naturvidenskabsdidaktik i 2010 havde dette som tema og på baggrund heraf er der nu udgivet en bog med konferencebidrag som nr. 21 i IND’s skriftserie. Download teksten som pdf eller køb som print on demand på [www.ind.ku.dk/publikationer/inds\\_skriftserie/](http://www.ind.ku.dk/publikationer/inds_skriftserie/).





