

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

2008-1

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 Universitetscenter, 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, samt med økonomisk støtte fra Undervisningsministeriet.

Redaktion

Henrik Busch, prodekan, Det Naturvidenskabelige Fakultet, Københavns Universitet (ansvarshavende)

Sebastian Horst, konsulent, Institut for Naturfagernes Didaktik (IND), Københavns Universitet

Ellen Berg Jensen, redaktionssekretær, IND, Københavns Universitet

Kjeld Bagger Laursen, ekstern lektor, Institut for Matematiske Fag, Københavns Universitet

Redaktionskomité

Jens Dolin, institutleder, Institut for Naturfagernes Didaktik, Københavns Universitet

Karsten Enggaard, centerleder, Center for Anvendt Naturfagsdidaktik

Nina Troelsgaard Jensen, lektor, Frederiksberg Seminarium

Hanne Møller Andersen, post.doc., Steno Institut, Aarhus Universitet

Mogens Niss, professor, Institut for Natur, Systemer og Modeller, Roskilde Universitetscenter

Jan Sølberg, adjunkt, Institut for Curriculumforskning, DPU, Aarhus Universitet

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

Paola Valero, lektor, Institut for Uddannelse, Læring og Filosofi, Aalborg Universitet

MONA's kritikerpanel, som sammen med redaktionskomitéen varetager vurderingen af indsendte manuskripter, fremgår af www.nat.ku.dk/mona.

Manuskripter

Manuskripter indsendes elektronisk, se www.nat.ku.dk/mona. Medmindre andet aftales med redaktionen, skal der anvendes den artikelskabelon i Word som findes på www.nat.ku.dk/mona. Her findes også forfattervejledning. Artikler i MONA publiceres efter peer-reviewing (dobbelt blindt).

Abonnement

Abonnement kan tegnes via www.nat.ku.dk/mona. Meddelelser vedr. abonnement, adresseændring, mv., se denne hjemmeside.

Produktionsplan

MONA 2008-2 udkommer juni 2008.

Deadline for indsendelse af artikler hertil: 19. februar 2008.

Deadline for kommentarer, litteraturanmeldelser og nyheder hertil: 1. april 2008.

MONA 2008-3 udkommer september 2008.

Deadline for indsendelse af artikler hertil: 6. maj 2008.

Deadline for kommentarer, litteraturanmeldelser og nyheder hertil: 1. juli 2008.

Grafik og layout: Lars Allan Haugaard/PitneyBowes Management Services-DPU

Tryk: Narayana Press

ISSN: 1604-8628

© MONA 2008. Citat kun med tydelig kildeangivelse.

Indhold

- 4 Fra redaktionen
- 6 Artikler**
- 7 Klimaforskelle – gør evalueringsmetoden en forskel?
Ellen Berg Jensen
- 24 Den matematikhistoriske dimension i undervisning – gymnasialt set
Uffe Thomas Jankvist
- 46 Kan opgaveark bygge bro mellem museum og skole?
Marianne Foss Mortensen
- 61 Naturvidenskab som stofområde og som metode
John Dewey
- 70 Kommentarer**
- 71 Sprog er afgørende for matematikforståelse
Michael Wahl Andersen
- 77 Når læreren er turist
Ophelia Achton
- 80 Lommeregneren – elevens ven eller lærerens?
Mette Andresen
- 86 Litteratur**
- 87 Ph.d.-afhandlinger
- 89 ERGO: Naturvidenskabens betydning
Frederik Voetmann Christiansen
- 92 Nyheder**

Fra redaktionen

Tidsskriftet MONA har til formål at formidle forsknings- og udviklingsbaseret viden om uddannelse og undervisning på matematik- og naturfagsområdet. Tidsskriftet skal være en fælles platform for vidensdeling mellem undervisere, forskere og formidlere.

Derfor er vi glade for at kunne fortælle at vi fra 2008 har opbygget en organiserings- og finansieringsmodel hvor MONA udgives i samarbejde mellem og med støtte af danske naturvidenskabelige og tekniske universitetsmiljøer, kaldet *MONA-partnere*. P.t. deltager følgende som MONA-partnere:

- Danmarks Tekniske Universitet
- Det Biovidenskabelige Fakultet for Fødevarer, Veterinærmedicin og Naturressourcer, Københavns Universitet
- Det Farmaceutiske Fakultet, Københavns Universitet
- Det Naturvidenskabelige Fakultet, Københavns Universitet
- Det naturvidenskabelige område ved Roskilde Universitetscenter
- Det Tekniske Fakultet, Syddansk Universitet
- Det Naturvidenskabelige Fakultet, Syddansk Universitet
- Det Ingeniør-, Natur- og Sundhedsvidenskabelige Fakultet, Aalborg Universitet
- Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet, Aarhus Universitet
- Det Naturvidenskabelige Fakultet, Aarhus Universitet

Alle uddannelsesinstitutioner med lange eller mellemlange videregående uddannelser kan optages som MONA-partnere efter beslutning i redaktionskomiteen. Kontakt venligst redaktionen på mona@ind.ku.dk for mere information herom. MONA-partnere har mulighed for i MONA at bringe meddelelser og annoncer med relevans for målgruppen – dette aftales med redaktionen. Samtidig kan ansatte på institutioner der er MONA-partnere, gratis tilmelde sig abonnement på MONA gennem en særlig tilmeldingsformular som findes på hjemmesiden www.nat.ku.dk/mona.

Vi planlægger flere nye initiativer i dette år. Det har været efterlyst at kunne få en mere aktuel og livlig debat af problemstillinger, hvilket jo er svært med et tidsskrift der kun udkommer hver tredje måned. Derfor er det nu muligt at bruge vores hjemmeside til den hurtige reaktion på en MONA-tekst. Vi håber mange vil benytte sig af dette – også til at give os på redaktionen mere generel feedback på tidsskriftet og ønsker til kommende indhold.

Vi har også planer om særlige arrangementer for MONA-abonnenter. Det kunne være foredrag om aktuelle problemstillinger eller besøg på spændende institutioner. Forslag modtages gerne – skriv blot til redaktionen.

Dette nummer af MONA begynder med en artikel af Ellen Berg Jensen der beskriver en undersøgelse af 15-åriges viden om klimaforskelle i faget geografi. Undersøgelsen viser at selv om man tester eleverne omhyggeligt med en metode der minder om en mundtlig prøve, ved hovedparten af eleverne kun lidt om klimaforskelle. Det er specielt pigerne som klarer sig dårligt. Undersøgelsen viser endvidere at det som eleverne generelt har svært ved, er at se sammenhænge, at orientere sig på en globus og omsætte denne viden til et plant kort og omvendt.

Den følgende artikel af Uffe Thomas Jankvist fortsætter hvor han i en tidligere artikel i MONA, 2007(3), slap. Den handler om matematikhistorie i gymnasiet med udgangspunkt i bekendtgørelsen af 2007. Forfatteren diskuterer ud fra en analyse af udvalgte lærebogssystemer hvad formålet i bekendtgørelsen er med at involvere matematikhistorie, hvilke tilgange der er til involvering af matematikhistorie i gymnasiet, og hvad underviserens rolle er. Det konkluderes at bekendtgørelsens formål med at inddrage matematikhistorie kan beskrives som "matematikhistorie som mål", men at de tre analyserede lærebogssystemer oftest ikke lever op til dette. Der diskuteres i artiklen mulige løsninger på dette problem.

I den tredje artikel sætter Marianne Mortensen fokus på design og brug af opgaveark på museer. Artiklen undersøger tre udvalgte problemstillinger i forbindelse med design af opgaveark ved hjælp af en analyse af et eksisterende opgaveark og en efterfølgende observation af brugen af det pågældende ark. Resultaterne viser at omhyggeligt designede opgaveark kan imødekomme både skolelæreres behov og museers identiteter.

Den fjerde og sidste artikel repræsenterer en nyskabelse. Didaktik trækker på en lang historie, og for at give indtryk af tidligere tanker og diskussioner har vi besluttet at supplere de almindelige artikler med en række "klassikere". Det kan dreje sig om artikler der har været banebrydende, dagsordensættende eller blot fremragende forskning og formidling, og som stadig har relevans i dag. De kan således tjene som en perspektivering af aktuelle problematikker og vise os at aktuelle problemer ofte har været på banen tidligere i historien. Artiklen af John Dewey er den første, og den tager udgangspunkt i en manglende interesse blandt unge for en naturvidenskabelig uddannelse – et problem som også i dag, 100 år senere, er aktuelt – og diskuterer begrundelserne for at naturvidenskab bør spille en vigtig rolle i det almindelige uddannelsessystem.

Som altid har vi kommentarer til tidligere artikler. Denne gang er det Michael Wahl Andersen der kommenterer Lene Østergaard Johansens artikel om den sproglige bevidsthed i matematikundervisningen, Ophelia Achton der kommenterer Trine Hyllesteds artikel om når skolen tages ud af skolen og Mette Andresen der kommenterer Martin Sonnenborgs artikel om brug af lommeregner i matematik i gymnasiet.

I vores litteratursektion findes to ph.d.-beskrivelser og en anmeldelse af Robin Engelhardts og Hans Siggaard Jensens "ERGO – naturvidenskabens filosofiske historie". God læselyst!



Artikler

I denne sektion bringes artikler der er vurderet i henhold til MONAs 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

Klimaforskelle – gør evalueringsmetoden en forskel?

Ellen Berg Jensen, Institut for Naturfagenes Didaktik, Københavns Universitet

Abstract. *Artiklen beskriver en undersøgelse af 15-åriges viden om klimaforskelle i faget geografi. Undersøgelsen viser at selv om man tester eleverne på en mere omhyggelig måde der minder om en mundtlig eksamen, ved hovedparten af eleverne kun lidt om klimaforskelle. Det er specielt pigerne som klarer sig dårligt – faktisk signifikant dårligere end drengene. Undersøgelsen viser endvidere at det som eleverne generelt har svært ved, er at se sammenhænge, at orientere sig på en globus og omsætte denne viden til et plant kort og omvendt. Herudover er deres viden meget situeret og bundet til situationer uden for skolesammenhæng.*

Hvor ligger Nakskov?

I december 2007 blev resultaterne fra PISA 2006 offentliggjort. Inden for kategorien “Jordens og universets systemer”, som blandt andet opgaver vedrørende klimaforskelle tilhører, er der i OECD-landene en tendens til at drenge præsterer bedre end piger (Andersen & Sørensen, 2007). I alle de nordiske lande er forskellen mellem drenge og piger signifikant i drengenes favør, størst i Sverige (20 point) og Danmark (26 point). Dermed er Danmark et af de OECD-lande hvor forskellen på drenges og pigers præstation er størst på kategorien “Jordens og universets systemer” – så stor at det giver anledning til en bemærkning i den internationale rapport. Herudover viser resultaterne at i Danmark er “Jordens og universets systemer” det område inden for naturfag hvor eleverne klarer sig dårligst i forhold til den samlede danske naturfagsscore. Det viser sig at disse resultater faktisk stemmer overens med de resultater som min delundersøgelse af projektet Validering af PISA 2006 (VAP) kommer frem til. Det har dog endnu ikke været muligt at lave den direkte sammenligning af de involverede elevers præstationer, men umiddelbart ser det ud til at resultaterne bekræfter hinanden. Jeg vil derfor i artiklen forsøge at uddybe resultaterne fra delundersøgelsen af VAP.

Mange forbinder ordet og faget geografi med ren faktisk paratviden. Det kom specielt til udtryk da dagbladet Politiken (2003) offentliggjorde en undersøgelse med 147 tilfældige elever fra 3. g-klasser om deres paratviden i geografi. Elevernes manglende geografividen om hvor Nakskov lå henne i Danmark, fik pludselig mediernes og ud-

dannelsespolitikken bevågenhed, og opmærksomheden på undervisningsfaget geografi blev øget. I de seneste år har geografi og de øvrige naturfag i stigende grad været genstand for indgående debat – ikke alene blandt fagfolk, men i lige så høj grad i erhvervskredse, i det politiske system, i medierne og sågar også blandt lægfolk. Debatten har været ført ud fra forskellige interesser, men fælles for stort set alle debattører har været et ønske om at styrke elevernes interesse for naturfag og øge deres naturvidenskabelige viden og dannelse og dermed tillige vægte naturfagsundervisningen i folkeskolen i højere grad end det er sket tidligere (Lehmann, 2007). En anden af årsagerne til denne indgående debat har været de danske 15-åriges utilfredsstillende resultat i PISA-undersøgelsen – et komparativt internationalt projekt som har til mål at sammenligne 15-åriges kundskaber og færdigheder samt deres evne til at reflektere over egne kundskaber og erfaringer i læsning, matematik og naturfag (Andersen & Kjærnsli, 2003). Opmærksomheden på test og evaluering er i den forbindelse blevet markant øget.

PISA

PISA (Programme for International Student Assessment) er et komparativt internationalt projekt i OECD-regi¹. Projektet har som mål at sammenligne 15-åriges kundskaber og færdigheder samt deres evne til at reflektere over egne kundskaber og erfaringer i læsning, matematik og naturfag (www.pisa.oecd.org, 2007; Mejding, 2004; Andersen & Kjærnsli, 2003). Til undersøgelsen er der udviklet et sæt rammer hvormed det ønskes at belyse i hvilken grad elever der næsten har fuldført den obligatoriske skolegang, har tilegnet sig færdigheder og kundskaber som regnes for at være nødvendige for at kunne deltage i samfundet.

PISA er en skriftligt test der varer to gange 60 minutter, og hvor opgaverne i forskellige opgavehæfter veksler mellem:

- **Flervalgsopgaver** (multiple-choice): Der er to forskellige typer flervalgsopgaver. I de enkleste skal eleverne vælge det rigtige svar blandt flere alternativer. I de sammensatte flervalgsopgaver skal eleverne svare på en serie af opgaver med ja/nej eller rigtigt/forkert som valgmuligheder.
- **Åbne opgaver**: I de åbne opgaver skal eleverne selv skrive et svar. Svaret kan variere fra bare et tal eller nogle få ord til længere begrundelser, udregninger, forklaringer eller lignende. (www.pisa.oecd.org, www.dpu.dk/pisa).

Da opgaverne i stort omfang bliver brugt igen mellem årene så der eksisterer et sammenligningsgrundlag, er det ikke muligt at vise de implicerede opgaver som omhandler klimaforskelle. Men på www.dpu.dk/pisa er det muligt at se nogle af de offentliggjorte opgaver.

Der er nok flere med geografifaglig baggrund der ligesom jeg har stillet spørgsmålet hvilken geografifaglig viden sådan en test som PISA og den omtalte test fra Politi-

1 OECD: Organisationen for Economic Co-operation and Development

ken demonstrerer. Og kan man overhovedet sige noget om elevernes viden ud fra dette? For hvilken viden er det egentlig som fremkommer ved sådanne test, og er det overhovedet den viden vi bestræber os på at danske elever skal have? Det har ikke tidligere været kutyme i folkeskolen at have denne type af test hvor man får stillet en masse spørgsmål skriftligt, ikke har nogen at snakke med undervejs og heller ikke får feedback bagefter på det man har lavet. Det betyder at eleverne ud over det faglige stof og de faglige spørgsmål skal forholde sig til en ukendt testform hvilket kan være svært under tidspres.

Så hvordan klarer eleverne sig egentlig hvis man tester dem på en måde der minder om den de bliver undervist efter og evalueret på i folkeskolen? Kan det være evalueringsmetoden som er forklaring på at Danmark klarer sig mindre godt i den naturfaglige del af PISA?

Validering af PISA 2006

I forbindelse med PISA 2006 med fokus på naturfag har en gruppe danske forskere² valgt at lave en Validering af PISA 2006 (VAP). Målet med VAP er både at finde ud af i hvor høj grad PISA lever op til sine egne præmisser, og i hvor høj grad PISA måler på den danske folkeskoles Fælles Mål for naturfagene (Dolin et al., 2006). Det gøres blandt andet ved at stille 120 af de 15-årige danske PISA-deltagere de samme opgaver i en anden form end i PISA 2006 der er en skriftlig test. En del af disse opgaver omhandler geografi, nærmere bestemt klimaforskelle, i form af mundtlig, videooptaget samtale mellem en lærerstuderende og en elev. Videomaterialet herfra er oplagt til at belyse elevernes geografiske viden vedrørende klimaforskelle. Det giver yderligere et mere nuanceret billede af elevernes viden end karakterer ville give.

Eleverne som testes i VAP, er tilfældigt udvalgt blandt de elever der deltog i PISA 2006-testen med det samme opgavehæfte. Der er tale om 120 elever fordelt på 32 sjællandske skoler med mellem én og syv elever på hver skole.

VAP-testens geografidel bygger på en samtale der i form minder om en almindelig mundtlig eksamen i den danske grundskole. Der er dog ingen forberedelsestid og ej heller en kendt lærer fra undervisningen der foretager samtalen. Dette kan selvfølgelig have betydning for resultatet, men det gør det samtidig muligt at ensarte samtalerne på de forskellige skoler. Samtalerne omhandlende klimaforskelle er estimeret til at vare et kvarter og foretages af seks lærerstuderende med biologi og ikke geografi som linjefag. Til samtalen er der kun en lærerstuderende og en elev til stede.

Jeg har ikke haft indflydelse på selve udarbejdelsen af undersøgelsen og derfor heller ikke på de valg og fravalg der er foretaget undervejs. Det kan selvfølgelig diskuteres

2 Lars Brian Krogh, videnskabelig medarbejder, Steno Institut, Aarhus Universitet, Jens Dolin, institutleder, Institut for Naturfagenes Didaktik, og Henrik Busch, prodekan, Det Naturvidenskabelige Fakultet, Københavns Universitet.

hvilke fordele eleverne har ved at have set opgaverne tidligere, men umiddelbart viser videomaterialet at de har svært ved at genkalde sig opgaverne. At de lærerstuderende ikke har geografi som linjefag, er også problematisk for denne del af undersøgelsen, men de er udvalgt efter at de også skulle kunne håndtere de andre delundersøgelser af VAP som beskæftiger sig med biologi, fysik og kemi.

Det har i geografidelen af VAP ud fra videomaterialet været muligt at vurdere 114 elever, heraf 54 drenge og 60 piger (Jensen, 2007). På grund af de lærerstuderendes manglende linjefag i geografi har de inden testforløbet haft en forelæsning i klimaforskelle om de forskellige emner der skal gennemgås i samtalen med eleverne. Herudover er de blevet samlet hver anden uge igennem testforløbet for at ensarte samtalerne så meget som muligt, udrede de uklarheder der har været undervejs, og rette eventuelle misforståelser.

Opgaverne i testen vedrørende klimaforskelle beskrives nedenfor. De lærerstuderendes drejebog var bygget op således at det både blev forsøgt at indfange de spørgsmål der blev stillet i PISA 2006, og de krav der er beskrevet i Fælles Mål for den danske folkeskole med hensyn til viden om klimaforskelle når folkeskolen afsluttes. For at verificere om VAP's projektledelses tolkning af kravene i Fælles Mål er korrekte, er tre erfarne fagfolk³ blevet bedt om at komme med beskrivelser af hvad man kan forvente at danske elever ved om klimaforskelle når de forlader folkeskolen. Under samtalen med eleven er følgende fysiske artefakter til rådighed: en globus, et fysisk verdenskort, et tematisk kort der viser vejr og tryk, og et tematisk kort med Vahls klimainddeling, hvilket skal ses i forhold til PISA 2006 hvor der ingen artefakter er til rådighed.

Hvem klarer sig mindre godt?

Selv om det bestræbes at finde en evalueringsform der bør være velkendt for danske elever, og hvor de får mulighed for at udfolde deres kunnen, demonstrerer hovedparten af dem en manglende viden om klimaforskelle⁴. Den samlede vurdering af eleverne er foretaget ud fra flere parametre, blandt andet hvor god eleven er til at reproducere viden og til at ræsonnere, og hvilken procesforståelse eleven har i samtalen. En anden forsker har vurderet syv elevers præstationer ud fra den mere detaljerede metode der er beskrevet i Jensen (2007), og der blev nået frem til et resultat der har virkelig god overensstemmelse med mit resultat, hvilket styrker undersøgelsens pålidelighed.

Af tabel 1 ses det at størstedelen af eleverne, 71,1 %, får en samlet vurdering som ligger på et af de tre skalatrin *meget dårligt*, *dårligt* og *middel*.

³ Henrik Nørregaard, fagkonsulent i geografi, Undervisningsministeriet, Henning Lehmann, formand for fagudvalget i Geografforbundet, og Nils Hansen, cand.pæd., redaktionschef, Geografforlaget.

⁴ Geografieksamen blev først genindført i 2007, og derved har de implicerede elever ikke været til eksamen i geografi. Men de kender evalueringsmetoden fra andre sammenhænge.

			Køn		Total
			Dreng	Piger	
Samlet vurdering	Meget dårligt	Antal Procentdel af	2 3,7%	18 30,0%	20 17,5%
	Dårligt	Antal Procentdel af	15 27,8%	22 36,7%	37 32,5%
	Middel	Antal Procentdel af	13 24,1%	11 18,3%	24 21,1%
	God	Antal Procentdel af	12 22,2%	7 11,7%	19 16,7%
	Meget god	Antal Procentdel af	12 22,2%	2 3,3%	14 12,3%
Total	Antal Procentdel af	54 100,0%	60 100,0%	114 100,0%	

Tabel 1: Samlet vurdering fordelt på køn.

Det mest bemærkelsesværdige er kønsfordelingen i de to skalatrin *meget dårligt* og *meget god*. Majoriteten af de elever der scorer *meget dårligt*, er piger – faktisk er det 30 % af pigerne – mens det næsten udelukkende er drenge der scorer *meget god*. Der er tale om 22,2 % af drengene der ender med vurderingen *meget god*. Det kan altså konkluderes at der er signifikant forskel på drenge og piger i drengenes favør. Set i et større perspektiv er det bemærkelsesværdigt hvor stor forskellen er. Det kan skyldes at klimaforskelle er et meget geofysisk område. Flere undersøgelser (bl.a. Sørensen, 1990; Sjøberg & Busch, 2005) viser at pigerne mangler interesse for fysik.

Det er herudover blevet undersøgt hvorvidt skoletype og sproglig kapacitet har betydning for resultatet, men datamaterialet er ikke stort nok til at der kan konkluderes på baggrund af det.

Men hvad betyder det egentligt at eleverne klarer sig dårligt? Jeg vil i de efterfølgende afsnit forsøge at redegøre for nogle af de tendenser jeg har observeret i datamaterialet. Eleverne er jo netop ikke ens og har ikke samme udgangspunkt for samtalen om klimaforskelle. De tendenser som kommer til udtryk i nedenstående, vil dog være af stor didaktisk interesse i forhold til planlægningen af undervisningen i geografi.

Tendenser ud fra klimaspørgsmål

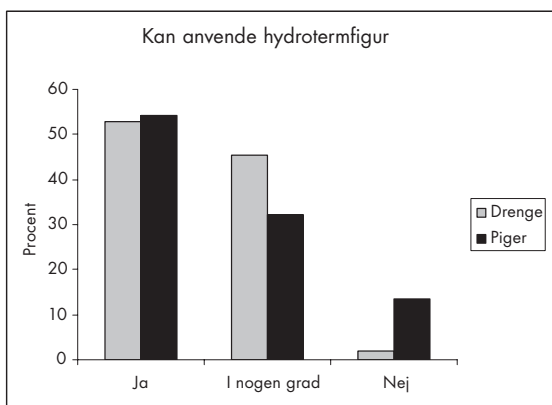
Jeg vil her kort gennemgå de opgaver som blev belyst i samtalen mellem den lærerstuderende og eleven, og nogle af de svar og problemer det affødte. Det er desværre ikke

muligt at gengive den eksakte ordlyd på opgaverne fra PISA 2006. Men nedenstående giver et brugbart billede af hvilket fagligt stof der er gennemgået.

Opgave 1: Anvendelse og aflæsning af hydrotermfigur

Den første opgave omhandler anvendelse af en hydrotermfigur. Eleverne skal her redegøre for om de kender navnet på figuren, hvad der kan aflæses af en hydrotermfigur, og hvordan det gøres. For at undersøge om de kan omsætte den viden de lige har redegjort for, bliver de bedt om at beskrive klimaet på en bestemt destination, hvilket er en åben PISA 2006-opgave. Eleverne bliver i opgaven vurderet både på henholdsvis korrekt nedbør- og temperaturbeskrivelse.

Det viser sig at det kun er fire elever som kender navnet *hydrotermfigur*, og på spørgsmålet om de har set en sådan figur før, giver en stor andel udtryk for at det har de i deres matematikbog. Kun meget få elever omtaler at de har set dem i deres geografitimer, og derved sætter de ikke hydrotermfigurerne ind i en geografisk sammenhæng.



Figur 1: Om eleverne kan anvende hydrotermfigur, fordelt på køn.

Vedrørende at anvende en hydrotermfigur viser det sig at cirka halvdelen af pigerne og drengene godt kan finde ud af at aflæse figuren korrekt og ved hvad det er den viser – se figur 1. Den anden halvdel af eleverne har overvejende følgende problemer:

- De aflæser søjlerne som temperatur og kurven som nedbør.
- De aflæser både temperatur og nedbør på temperaturskalaen.
- De “glemmer” nedbøren.
- Kombinationer af ovenstående.

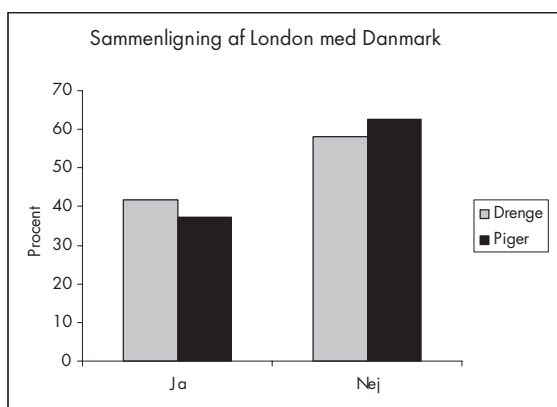
Herudover fremkommer det i løbet af opgave 1 at en virkelig stor del af eleverne har svært ved at aflæse figuren som gennemsnitsvej, hvilket opgave 2 kommer nærmere ind på.

Opgave 2: Hydrotermfigur, London og nedbør

Opgaven omhandler de krav Fælles Mål sætter til elevernes viden inden for kerneområdet klimaforskelle, og eleverne skal igen beskrive en hydrotermfigur, som denne gang er fra London. Det der er meget karakteristisk ved hydrotermfiguren, er at nedbøren er jævnt fordelt over hele året. Eleverne skal nu forklare hvorfor det forholder sig sådan, og hvordan nedbør dannes. Hvis eleverne har problemer med dette, er de lærerstuderende blevet instrueret i at bruge forskellige hverdagseksempler for at lede eleverne på vej. Det drejer sig blandt andet om hvad der sker med spejlet når de er i bad, og det at man kan se ånden når det er koldt udenfor. Eleverne har desuden forskellige kort til rådighed til at forklare hvordan og hvor nedbør dannes.

Forskellen mellem fagbegreberne *vejr* og *klima* som alle tre fagfolk mener man bør kunne i 9. klasse, står absolut ikke klart for alle eleverne. Det kommer især til udtryk i denne opgave. Flere elever benytter sig af deres hverdagsviden og sammenligner Londons hydrotermfigur med deres kendskab til vejret i Danmark – se figur 2. Det udmønter sig i flere tilfælde i kommentarer som *“Men i Danmark har vi det varmere om sommeren, helt op til 30 grader, og her er det kun 20”* eller *“Det regner jo ikke hele tiden i Danmark”*. Dette indikerer at de pågældende elever ikke har en viden om at der er tale om gennemsnitstemperatur og -nedbør på figuren.

Som det fremgår af figur 2, er der i forhold til brugen af hverdagsviden i dette tilfælde ikke den store kønsforskel.



Figur 2: Om eleverne sammenligner Londons gennemsnitstemperatur og -nedbør med vejret i Danmark, fordelt på drenge og piger.

Til den lærerstuderendes spørgsmål om hvorfor det regner så konstant i London, og hvordan nedbør dannes, bliver mange elever forundrede eller overraskede. Det kommer til udtryk enten nonverbalt eller verbalt som *“Det ved jeg egentligt ikke”* eller til hvordan nedbør dannes, *“Det har jeg aldrig tænkt over”*. En stor procentdel af eleverne mener at det har noget at gøre med Londons placering i forhold til ækvator. En pige uddyber det med denne forklaring:

“Det er noget med koldt og varmt der mødes. Altså, det er varmt i Afrika, og det er koldt heroppe ved Grønland, og London ligger sådan nogenlunde lige midt imellem (*peger på kortet*), så det må være hér det kolde og det varme mødes, og så regner det.”

Selve idéen i hendes ræsonnement er ikke forkert, bortset fra at det intet har med den reelle årsagsforklaring på nedbør at gøre. Men det giver et billede af hvordan en elev tænker og ræsonnerer ud fra en forklaring på nedbør som noget koldt og varmt der mødes. Der er her tale om en blandingsforestilling hvor eleven kobler sin viden fra undervisningen om at regn opstår når koldt og varmt mødes, med sin hverdagsviden om at det er varmt i Afrika og koldt i Grønland. Dette er ikke et enestående tilfælde. For mange af eleverne er varme forbundet med Afrika, og kulde med Island og Grønland.

Størstedelen af eleverne kommer dog frem til at vandet fra havet fordamper og kommer op og bliver til skyer hvorefter det falder ned igen. Hvordan vanddampen bliver til skyer, forklares oftest rimeligt godt, og hverdageksemplet med ånden når det er koldt, og vand der koger, bliver flittigt brugt. Men når der bliver spurgt ind til hvordan det så bliver til regn, kommer de mere kreative forklaringer i brug:

- Den mest udbredte er at skyen bliver for tung, og så regner det.
- Når skyen eksploderer.
- Når to skyer formerer sig.

Ud af 114 elever kommer syv elever med den korrekte forklaring på hvorfor det regner.

Nedenstående er nogle citater fra netop denne del af samtalerne med elever på forskellige niveauer:

Elev: “Det ligger ud til alt det der hav, og der fordamper det meget, og så falder det ned igen når det ikke kan bære mere.”

Lærerstuderende: “Hvorfor er der jævn regn i London?”

Elev: “Det har noget med dens placering at gøre. Det påvirkes af at det ligger så tæt på, det ligger i havet. Det gør jo det at når det ligger tæt på havet, så er det jo det med at når

solen skinner ned på havet, så fordamper vandet og kommer ind over jorden, og så regner det (*tegner cirkel i luften*). Der er en eller anden cyklus den vej, kan jeg huske. Jo tættere det er på havet, jo mere regner det også.”

Lærerstuderende: “Hvad er nedbør?”

Elev: “Det er regn som er skyer som er vanddamp som rammer ind i noget kulde, altså der skal jo noget varme til at, øh, vandet kan fordampe, og så skal denne her vanddamp ramme noget kulde som får det til at trække sig sammen.”

Lærerstuderende: “Hvad kalder man det at det gør ... hvad?”

Elev: “At det væsker?! ... Altså at det fra at være en væske, altså vand, når det så fordamper, bliver det til en gasart – luftart – og så bliver det til det der med at man varmer op, og når man så gør det koldt igen, trækker det sig sammen.”

Der er flere elever som gør rede for at London har normalt klima, europæisk klima eller nordisk klima i stedet for tempereret klima. Her benytter de sig igen af deres hverdagsviden og relaterer til de udtryk de kender, som *normalt*, *europæisk* og *nordisk*.

Elevernes mangel på rumlig forståelse, som i denne sammenhæng er omsætningen af et plant kort til en tredimensional globus, kommer til udtryk på flere forskellige måder i opgaven. Der er ingen tvivl om at eleverne godt kender til repræsentation af jorden som en globus, men at benytte sig af denne viden i forbindelse med aflæsning af et kort falder dem svært. Det mest tankevækkende er den gentagne forklaring fra flere forskellige elever at London ligger “midt i det hele” eller “centralt”, i forbindelse med klimaet i London og nedbørs dannelse. Her henvises til placeringen på kortet som virkelig afslører at de ikke har den rumlige forståelse af jorden. Flere har problemer med at benytte globussen, hvilket nedenstående ordveksling mellem en lærerstuderende og en dreng også viser:

Lærerstuderende: “Kan du finde London på globussen?”

Elev: (*drejer den rundt*) “Jeg tror jeg har lidt svært ved at finde, jeg er ikke vant til at bruge sådan en.”

(*De finder verdenskortet frem, har stadig lidt problemer med at finde London, finder det og begynder at tale om hvorfor regnen er så jævnt fordelt*)

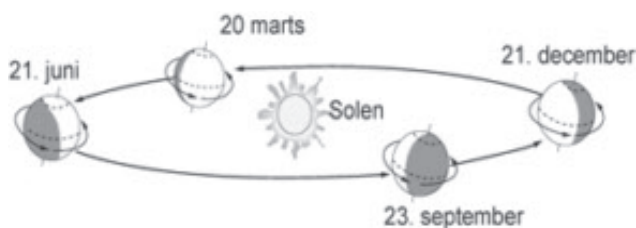
Lærerstuderende: “Hvor ligger London?”

Elev: “Hvis man tager en firkant af verden, så ligger det ligesom inde i midten på en måde. Men jeg har ikke sådan nogen forklaring.”

Det overrasker også at der er nogle der ikke ved hvor eller hvad ækvator er, og som er i tvivl om om den går hele vejen rundt om Jorden, og én spørger endda om den ligger på Sydpolen.

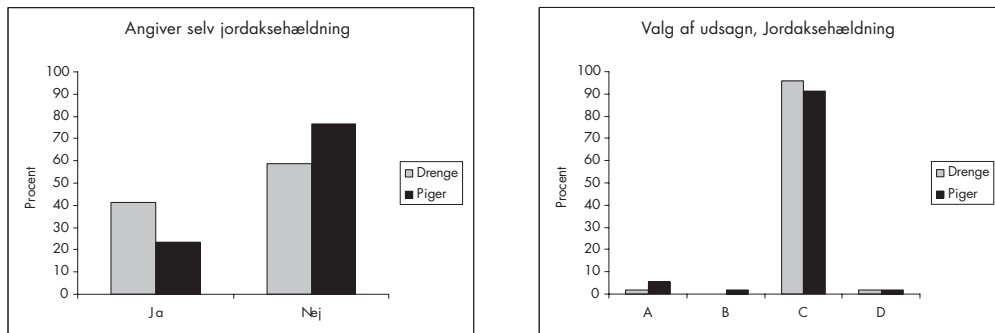
Opgave 3: Jordaksehældning og årstider

Herefter bliver de præsenteret for endnu en hydrotermfigur, denne gang fra den sydlige halvkugle, som de bliver bedt om at sammenligne med figuren fra London. Dette er en PISA 2006-opgave, og detaljer er derfor udeladt. Det der ønskes, er at eleverne skal forklare årstidsvariationen de to steder, og hvorfor det forholder sig sådan, jf. figur 3. PISA 2006-opgaven kommer med fire forklaringsmuligheder, og eleverne bliver i samtale med den lærerstuderende bedt om at forholde sig til de skriftlige udsagn og udpege det de mener forklarer årstidsvariationen bedst. Eleverne har mulighed for at inddrage globussen. De lærerstuderende kan desuden inddrage globussen i denne del af opgaven hvis eleverne har problemer, men også for at få uddybet om eleverne virkelig forstår betydningen af jordaksehældningen.



Figur 3: Figuren viser jordaksehældningen i forhold til solen på et år (EMU, 2007). Figuren er ikke tilgængelig for eleven under samtalen.

I PISA 2006's flervalgsopgave om jordaksehældningens betydning for årstiderne er det overordnede indtryk at hovedparten af eleverne ender med at vælge det rigtige udsagn, hvilket ses i figur 4B. Af de elever der får mulighed for at svare på spørgsmålene inden de ser udsagnene, er det dog kun 31,8 % der svarer korrekt, heraf er majoriteten drenge – se figur 4A. De resterende elever der svarer korrekt, bliver enten sporet ind på svaret igennem samtalen med den lærerstuderende eller ved at benytte sig af udelukkelsesmetoden når de får de fire udsagn.

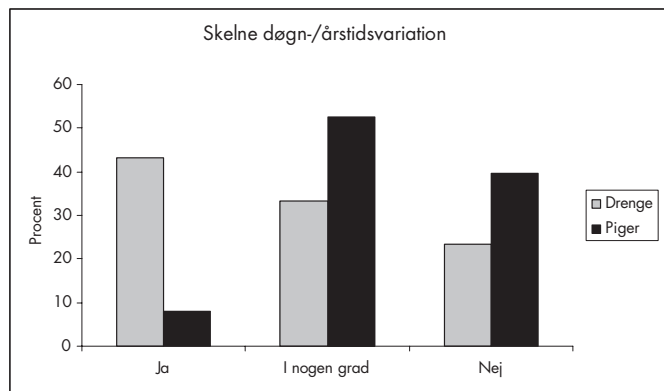


A

B

Figur 4: A) Antal drenge og piger i procent der af sig selv angiver jordaksehældning som begrundelse. B) Drenge og pigers valg af udsagn vedrørende flervalgsopgave om jordaksehældning. C er det rigtige svar.

Derudover kommer en generel manglende viden om solsystemet tydeligt til udtryk i opgaven. Størstedelen af eleverne er i tvivl om om det enten er solen eller jorden der drejer rundt om den anden, også selvom de er kommet med en nogenlunde rigtig forklaring på årstidsvariationer forskellige steder i verden. Af figur 5 fremgår det at der er betydeligt flere drenge som kan skelne mellem døgn- og årstidsvariationen, men at de fleste elever enten ikke kan eller kun i nogen grad kan. At jordens akse hælder, kommer også som en overraskelse for mange af eleverne. For nogle bliver det nærmest en åbenbaring da de lige pludselig kan se sammenhængen og begynder at forklare. For andre vækker det undren, og de efterlades endnu mere forvirrede. Nogle tror sågar ikke rigtigt på det og fravælger meget bevidst de udsagn der har med jordaksehældningen at gøre.



Figur 5: Drenge og pigers evne til at skelne mellem døgn-/årstidsvariation.

Forklaringen på at det er sommer og vinter, er oftest den meget typiske misforståelse at vinteren kommer når vi er langt væk fra solen, og sommeren kommer når vi er tættere på. Nedenstående citater er eksempler på dette:

Elev: "Er det ikke noget med at det tager et helt år for solen dreje rundt ... eller er det jorden eller sådan noget, og så når solen er på den modsatte side, så er det jo meget koldt heroppe (*Danmark*), og så får vi vinter, og når vi så har det varmt herhjemme, så er det fordi solen er oppe ved os."

Elev: "Når vi har sommer, er solen tættere på den nordlige halvkugle"

Den lærerstuderende illustrerer med globus og hånd.

Elev: "Der ville vi så få vinter, for den (*solen*) er jo meget længere væk fra os."

Elev: "Den (*jorden*) drejer rundt om ækvator ... Nej, øh, om solen.

Om vinteren er solen længst fra os, og om sommeren er solen tættere på os."

Paludan (2004) beskriver næsten nøjagtig samme blandingsforestilling fra en anden undersøgelse. Ifølge Paludans beskrivelser er årstiderne koblet til en skoleviden om planeternes ellipseformede baner om solen, men på en måde der stammer fra en hverdagsforestilling der siger at det er varmere jo tættere man er på en varmekilde, som vi kender det fra en pejls. I citaterne bliver der dog ikke henvist til ellipseformede baner, men at den nordlige halvkugle hælder ind mod solen i juni/juli, og den sydlige halvkugle hælder ind mod solen i december/januar.

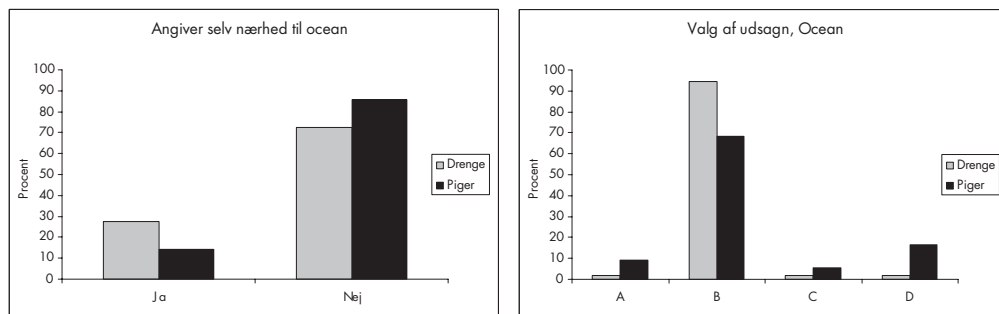
Opgave 4: Kyst- og fastlandsklima

Denne opgave er også en PISA 2006-opgave. Her bliver eleverne præsenteret for to hydrotermfigurer hvis destinationer ligger på samme breddegrad, men hvor den ene har kystklima, og den anden har fastlandsklima. Det ønskes at teste om eleverne kender til havets betydning for klimaet – altså nærmere betegnet det fysiske begreb varmekapacitet, men også om de kender de to betegnelser *fastlandsklima* og *kystklima* samt betydningen af disse. Her får eleverne igen fire skriftlige udsagn som de skal forholde sig til, hvoraf ét af dem forklarer havets betydning for klimaet. De lærerstuderende kan for at hjælpe eleverne på vej spørge om hvornår eleverne henholdsvis går i vandet og går i shorts i løbet af året. Dette gøres for at komme nærmere ind på at der er forskel på jords og vands varmekapacitet.

I denne PISA 2006-flervalgsopgave angiver 20,4 % af de elever der havde mulighed for det af sig selv, nærheden til ocean som årsagsforklaring hvilket er det rigtige svar. Af dem var hovedparten drenge – se figur 6A. Lidt færre elever end i opgave 3 ender med at vælge det rigtige udsagn – se figur 6B.

Flervalgsopgaven med oceanets betydning for klimaet og derved forskellen på kyst- og fastlandsklima havde flere elever det sværere med end opgaven om jordak-

sehældning. Det kom ofte til udtryk verbalt – ved at eleverne direkte påpegede det, og specielt ved at der var betydelig større usikkerhed at spore i deres valg af udsagn – og der blev ofte gættet, eller udelukkelsesmetoden blev benyttet. Selv om mange endte med det korrekte svar, var det kun i meget få tilfælde deres geografifaglige viden der gav udslaget.



A

B

Figur 6: A) Antal drenge og piger i procent der selv angiver nærhed til ocean som begrundelse. B) Drenge og pigers valg af udsagn vedrørende flervalgsopgave om nærhed til ocean. B er det rigtige svar.

I opgaven kom elevernes manglende viden om solsystemet yderligere til udtryk. Da begge destinationer for hydrotermfigurene lå på samme breddegrad, men på hver sin side af jorden, var forklaringen på forskellen af temperaturkurven ofte at den ene lå mere i skygge end den anden i forhold til solen. Det vil sige at en stor del af eleverne manglede en forståelse af hvilken rotation der skaber henholdsvis et døgn og et år. Denne observation er yderligere med til at forklare resultatet i figur 5. Herudover betyder det at eleverne har svært ved at bruge det resultat de kom frem til i opgave 3 – det vil sige at eleverne har meget svært ved at se sammenhænge på trods af at der er en glidende overgang mellem opgaverne igennem samtalen.

Artefakter

Det er interessant at bemærke hvorledes eleverne benytter sig af de tilstedeværende fysiske hjælpemidler som globus og kort. Ud af de 112 elever hvor det har været muligt at observere brugen af artefakter, benytter 58 elever sig af sig selv af de tilstedeværende fysiske artefakter, 52 elever benytter sig i nogen grad af dem, dvs. primært på opfordring fra den lærerstuderende, mens 2 elever slet ikke benytter sig af dem.

Af tabel 2 fremgår det at der er en tendens til at de elever der benytter sig aktivt af artefakter, klarer sig bedre. Resultatet er ydermere bemærkelsesværdigt da de lærer-

studerende overordnet set ikke brugte de pågældende artefakter særligt professionelt og derved skabte mere forvirring end gavn for de fleste.

			Samlet score					Total
			Meget dårligt	Dårligt	Middel	God	Meget god	
Brug af artefakter	Ja	Antal	4	16	12	15	11	58
		i procent	6,9%	27,6%	20,7%	25,9%	19,0%	100,0%
	Nej	Antal	14	21	10	4	3	52
		i procent	26,9%	40,4%	19,2%	7,7%	5,8%	100,0%
	Nej	Antal	2	0	0	0	0	2
		i procent	100,0%	,0%	,0%	,0%	,0%	100,0%
Total		Antal	20	37	22	19	14	112
		i procent	17,9%	33,0%	19,6%	17,0%	12,5%	100,0%

Tabel 2: Brug af artefakter fordelt på samlet vurdering af elevens præstation.

Det kan diskuteres hvad årsagen er dertil. Om de elever som i forvejen har viden inden for området, kan omsætte det via artefakter, om kendskabet til artefakterne påvirker elevernes viden om klimaforskelle, eller om begge processer gør sig gældende, er svært at afgøre. Tendensen kan tolkes på flere måder. Det kan formodes at de elever der benytter sig aktivt af artefakterne, derigennem kommer frem til en forståelse af det pågældende emne, hvilket følgende citat kunne være et eksempel på:

En pige har forklaret om jordaksen og årstiderne, og den lærerstuderende har taget globussen frem og spørger lidt ind samtidig med at der illustreres. Pigen forklarer videre og viser. Den lærerstuderende siger: *“Så det har du meget godt styr på?”*, hvorefter pigen svarer: *“Ja, nu har jeg.”*

Det er hendes egen opfattelse at gennem samtalen og brugen af artefakter er hendes reproduktion af viden blevet til en forståelse via artefakterne.

Jeg formoder dog at elevernes forhåndskendskab til artefakterne er af stor betydning. Majoriteten af eleverne viser i høj grad at de intet kendskab har til de pågældende artefakter, og de har derfor svært ved at benytte sig af dem. Deres geografiske referenceramme er lille, og at se verden som rund i stedet for firkantet i omsætningen fra en globus til et plant kort falder som tidligere nævnt mange svært. Dét både at skulle forholde sig til et spørgsmål og en forholdsvis ukendt genstand samtidig med at de lærerstuderende ikke formår at bruge genstanden professionelt, skaber i de fleste tilfælde betydeligt mere forvirring end gavn. Til gengæld opfører en stor del af eleverne med kendskab til artefakterne sig ofte hjemmevant og ser det som en selvfølge at benytte sig af dem. Der er ingen af eleverne som kan finde ud af at bruge tryk og vejrsystem-kortet hvilket nok ud over manglende kendskab og viden hos eleverne i lige så høj grad skyldes uvidenhed hos de lærerstuderende.

Hvad har de svært ved?

Det er svært at give et entydigt svar på hvad eleverne kan. De fleste kan finde ud af at aflæse en hydrotermfigur. Mange elever har dog set den i matematikbogen, og ifølge dem selv er det der de kender den fra. Derved sætter de den ikke ind i en geografisk sammenhæng. Det er derimod lettere at svare på hvad det er eleverne ikke kan, og hvor man som underviser skal være opmærksom ud over det meget konkrete faglige stof som er gennemgået i forbindelse med opgaverne.

Sammenhænge

Eleverne har generelt set svært ved at se sammenhænge. De er meget styrede af den opgave de er i gang med, og tager ikke den opnåede viden med til den næste opgave. Det er specielt tilfældet vedrørende opgave 3 og 4. Eleverne fik ikke direkte at vide at her kom en ny opgave, men samtalen blev ledt hen til den næste opgave. Selv om der var en del der havde givet det rigtige svar i opgave 3, og selv om der i stort set alle samtaler blev talt om den korrekte døgn- og årsrotation, havde eleverne utroligt svært ved jordens henholdsvis døgn- og årsrotation i opgave 4. Det tyder på at man som underviser skal være opmærksom på elevernes evne til at benytte det lærte på tværs af emner.

Herudover har eleverne også meget svært ved at bruge kort og globus og specielt ved at se hvordan det er to repræsentationer af den samme ting. Det er især dét at omsætte det plane kort til en tredimensional globus som volder eleverne problemer. Det plane kort har de et vist kendskab til mens det ud fra de fleste elevers kropssprog og verbale udtryk er tydeligt at globussen er uvant.

En stor del af eleverne har svært ved at forstå og forklare de geofysiske processer. Det kommer specielt til udtryk i opgave 4 omhandlende varmekapacitet som af mange bliver opfattet som svær, og hvor der er størst usikkerhed omkring valg af udsagn fra PISA 2006-testen. Selv om hovedparten af drengene ender med det rigtige svar, er de meget usikre omkring det. Man kunne her godt forestille sig et større samarbejde med fysik/kemi-undervisningen så man kørte forløbene parallelt og brugte den samme sprogbrug.

Situeret viden

Geografi er et fag som man lærer om i mange sammenhænge uden for skolen. Det er ikke tæt knyttet til undervisningssituationen, som eksempelvis undervisningsfaget fysik/kemi. Mange af eleverne har deres viden fra for eksempel vejrudsigten eller sommerferierejser og refererer dertil. Den lærerstuderende var ikke blevet instrueret i at spørge hvor eleven havde sin viden fra. Det fremkom dog alligevel i flere tilfælde eksplicit i løbet af samtalen. Flere elever giver udtryk for at de ikke har haft undervisning i geografi, eller at det er lang tid siden. Det skal selvfølgelig tages med forbehold, men yderligere angiver mange elever eksplicit at de har deres geografiske viden fra

andre steder end undervisningen, fx fjernsyn og rejsemål. Det vil sige at elever ofte blander deres geografifaglige skoleviden med hverdagsviden. Nedenstående citater er to eksempler derpå.

Om en svarmulighed der påpeger at det altid er varmt ved ækvator.

Elev: "Det er altid varmt her" (*peger på Afrika på kortet*)

Lærerstuderende: "Har de det?"

Elev: "Næsten da. Altså hvis man ser de der programmer fra Afrika, altså så synes jeg da næsten at de aldrig har noget tøj på, og så må de jo have det varmt."

Om en svarmulighed der påpeger at der aldrig er høje temperaturer steder langt fra ækvator.

Elev: "Det er ikke rigtigt. Fordi oppe i Danmark har vi det jo også varmt om sommeren, der har vi op til 30 graders varme, og det synes jeg da er okay varmt. Folk render rundt i shorts. Den er ikke rigtig."

Specielt hos de elever der har fået bedømmelsen *meget god* i den samlede vurdering, er der ofte forklaringer derpå som ikke er fra den geografiundervisning der er blevet modtaget i skolen. En elev fortalte at han havde været på Science Camp i sommer; en anden refererede til at han havde været i praktik på Danmarks Meteorologiske Institut. Det antyder til dels at de elever der ved noget om klimaforskelle, har deres viden fra andre steder end undervisningen.

Lærerens rolle

Det fremgår dog også af undersøgelsen at det ikke kun er eleverne som har svært ved stoffet. Det er tankevækkende hvor lille en viden om geografi de seminariestuderende med linjefag i biologi havde selvom de havde fået undervisning og var mødtes undervæjs. Det er specielt opsigtsvækkende i forhold til de tal som undersøgelsen GeoSpørg '98 (Jensen et al., 2000) har vist. Selv om der er nok uddannede folkeskolelærere med linjefag i geografi, er det under 40 % af dem der underviser i faget, der har linjefag i geografi. Det kunne derfor være interessant at se nærmere på lærerens faglige baggrund i forhold til elevernes resultat. Jeg forsøgte i forbindelse med VAP at få oplysninger om om lærerne til de pågældende elever havde haft linjefag i geografi. Der blev desværre ikke indhentet nok data til at der kunne siges noget med sikkerhed, men oplysningerne viste en klar tendens til at de elever som havde fået vurderingen *meget god* i den samlede vurdering, alle havde haft en lærer med linjefag i geografi! Det vil derfor være spændende at lave en mere tilbundsående undersøgelse af dette.

Det bør endvidere undersøges nærmere hvorfor pigerne klarer sig signifikant dårligere end drengene. Hvilke årsager ligger der bag, og hvordan kan undervisningen

målrettes mere mod pigerne? En mulig årsag er den fysiske orienterede vinkel som er på klimaforskelle, men der kan også ligge andre årsager til grund. Undervisningsfaget geografi indeholder mange af de elementer som pigerne interesserer sig for, såsom sundhed og omsorg (Sjøberg & Busch, 2005). Det kunne være interessant at se nærmere på om en sundheds- eller omsorgsorienteret vinkel på geografiundervisningen ville give pigerne et større udbytte.

Referenceliste

- Andersen, A.M. & Kjærnsli, M. (2003). PISA og andre internationale komparative undersøgelser. I: N. Andersen, H. Busch, S. Horst & R. Troelsen (red.), *Fremtidens naturfaglige uddannelse. Naturfag for alle – vision og oplæg til strategi* (s. 143-180). København: Undervisningsministeriet, Uddannelsesstyrelsen.
- Andersen, A.M. & Sørensen, H. (2007). Naturvidenskabelige kompetencer – en profil over elevpræstationer. I: N. Egelund (red.), *PISA 2006 – Danske unge i en international sammenligning* (s. 25-98). Danmarks Pædagogiske Universitetsforlag.
- Dolin, J., Busch, H. & Krogh, L.B. (2006). *En sammenlignende analyse af PISA2006 science testens grundlag og de danske målkategorier i naturfagene*. Center for Naturvidenskabernes og Matematikkens Didaktik, Syddansk Universitet. Skrift nr. 1.
- EMU: www.emu.dk/gsk/fag/fys/ckf/fase1/1fokv/aarstider/index.html (lokaliseret 27. februar 2007)
- Jensen, E.B. (2007). *15-åriges viden om klimaforskelle*. Speciale ved Københavns Universitet. www.ind.ku.dk under "Publikationer", "Studenterserien". Lokaliseret 4. januar 2008.
- Jensen, M.L., Møller, J.P., Nielsen, K. & Laigaard, B. (2000). *GeoSpørg '98*. Brenderup: Geograf-forlaget.
- Lehmann, H. (2007). Hvor er geografien i folkeskolen på vej hen? *Geografisk Orientering*, 2007(1), s. 4-9.
- Mejding, J. (2004). *PISA 2003 – Danske unge i en international sammenligning*. København: Danmarks Pædagogiske Universitets Forlag.
- Paludan, K. (2004). *Skole, natur og fantasi*. Århus: Aarhus Universitetsforlag.
- PISAa: www.pisa.oecd.org/ (lokaliseret 6. januar 2008)
- PISAb: www.dpu.dk/pisa (lokaliseret 6. januar 2008)
- Politiken. (2003, 22. september). Iraks hovedstad hedder Budapest. *Politiken*, 2. sektion, s. 1.
- Sjøberg, S. & Busch, H. (2005). Ungdomskulturen: elevernes erfaringer, holdninger og interesser. I: S. Sjøberg, *Naturfag som almindelse. En kritisk fagdidaktik* (s. 379-426). Klim.
- Sørensen, H. (1990). *Fysik- og kemiundervisningen i folkeskolen – set i et pigeperspektiv*. København: Danmarks Lærerhøjskole.

Den matematikhistoriske dimension i undervisning – gymnasialt set

Uffe Thomas Jankvist, IMFUFA, Institut for Natur, Systemer og Modeller, Roskilde Universitetscenter

Abstract. *Nærværende artikel omhandler inddragelsen af matematikhistorie i gymnasiet (stx) med udgangspunkt i bekendtgørelsen af 2007. Det diskuteres (1) hvad formålet i bekendtgørelsen er med at involvere matematikhistorie, (2) hvilke tilgange der er til involvering af matematikhistorie i gymnasiet, samt (3) hvad underviserens rolle er i forhold til bekendtgørelsens krav om involvering af matematikhistorie. Første spørgsmål besvares gennem en analyse af den nye bekendtgørelse for matematik i gymnasiet samt en relatering af denne til KOM-rapporten. Andet spørgsmål omhandlende tilgangene belyses gennem en analyse af behandlingen af matematikhistorie i tre af de nye lærebogssystemer til gymnasiet. I besvarelsen af tredje spørgsmål diskuteres i forhold til den danske situation de i nogen grad lignende situationer i så forskellige lande som Norge og Hong Kong. Det konkluderes at bekendtgørelsens formål med at inddrage matematikhistorie kan beskrives som "matematikhistorie som mål", men at de tre analyserede lærebogssystemer oftest ikke lever op til dette hvorfor opfyldelsen heraf bliver op til de enkelte undervisere. Der diskuteres i artiklen mulige løsninger på dette problem.*

Introduktion

Den matematikhistoriske dimension i gymnasiet så første gang dagens lys i 1953. Det hedder således i § 12 af *Anordning og bekendtgørelse af 1953* om faget matematik:

Det vil for forståelsen af kultursammenhængen være af betydning, om der af matematikens historie medtages træk, der har almenmenneskelig interesse, samt at der gennemgås illustrerede eksempler fra epoker inden for den matematiske tænkningens historie, tjenende til at vise, hvorledes fundamentale problemer er opstået og løst. (Undervisningsministeriet, 1953, § 12)

Otte år senere, i bekendtgørelsen af 1961, er bemærkningen om at medtage elementer af matematikkens historie imidlertid forsvundet.¹ Heller ikke i bekendtgørelserne af 1971 og 1984 optræder bemærkninger herom.² I 1987 genindføres den historiske dimension, denne gang som ét af tre aspekter³ som matematikundervisningen skal tilstræbe at belyse. Det hedder således:

Eleverne skal opnå kendskab til elementer af matematikkens historie og matematik i kulturel og samfundsmæssig sammenhæng. (Undervisningsministeriet, 1987, § 20)

I læreplanen for den gældende bekendtgørelse af 2007 hedder det under punkt 2.3 om “supplerende stof”:⁴

For at eleverne kan leve op til de faglige mål, skal det supplerende stof, der udfylder ca. 1/3 af undervisningen, bl.a. omfatte [...] matematik-historiske forløb. (Undervisningsministeriet, 2007, bilag 35, punkt 2.3)

Det “faglige mål” som matematikhistoriske forløb retter sig mod, lyder:

Eleverne skal kunne [...] demonstrere viden om matematikkens udvikling i samspil med den historiske, videnskabelige og kulturelle udvikling. (Undervisningsministeriet, 2007, bilag 35, punkt 2.1)

Sammenlagt er der altså tale om at den matematikhistoriske dimension snart har været en del af de gymnasiale bekendtgørelser i hen ved tre årtier (fra 1953-1961 og fra 1987 og frem).

Et nærliggende spørgsmål er imidlertid hvordan denne matematikhistoriske dimension af den gymnasiale matematikundervisning har udmøntet sig i praksis igennem disse små tredive år – eller om den overhovedet har det. En formodning man kunne have, er at de matematikhistoriske elementer ofte er blevet nedtonet fordi der ikke har været eksplicite evalueringskrav hertil. Endvidere kan man spørge til de tilfælde hvor der har fundet en inddragelse af matematikhistorie sted. Har der her været tale om at matematikhistorien er blevet introduceret således at den har været forankret i den for eleverne bekendte matematik, eller har der i højere grad været tale om en

1 (Undervisningsministeriet, 1961, § 19, § 16)

2 (Undervisningsministeriet, 1971, § 18), (Undervisningsministeriet, 1984, § 20)

3 De to andre aspekter er henholdsvis *modelaspektet* og *matematikens indre strukturer*. Oprindelsen af disse aspekter kan spores tilbage til slutningen af 1970'erne, se eksempelvis (Niss, 1980).

4 I det følgende citeres læreplanen for Matematik A. Formuleringerne i læreplanerne for Matematik B og Matematik C varierer dog ikke stort for de i denne artikel udvalgte citater.

mere løsrevet introduktion i form af anekdoter og “julefortællinger”? Undersøgelser⁵ antyder at undervisere ofte vægrer sig ved at inddrage matematikhistorie i undervisningen. Dette skyldes eksempelvis at underviserne ikke føler sig rustede dertil, og matematikhistorien figurerer måske netop derfor ofte som en form for krydderi til den allerede eksisterende undervisning uden at dette “krydderi” nødvendigvis er matematisk forankret i undervisningen. Dertil kommer at det i bekendtgørelserne ikke er ubetinget klart hvorledes den matematikhistoriske dimension skal udmønte sig i praksis. I bekendtgørelsen af 1987 hedder det eksempelvis:

Behandlingen af de tre aspekter sker i forbindelse med behandlingen af de fem hovedemner og gennem særlige undervisningsforløb tilrettelagt med henblik på et eller flere af aspekterne. (Undervisningsministeriet, 1987, § 20)⁶

Sådanne “særlige undervisningsforløb” kan jo være mange forskellige ting alt afhængig af den enkelte underviser, og historiens forankring i matematikken gives der selvsagt heller ingen garanti for.⁷ Dertil kommer det faktum at planlægning og tilrettelæggelse af sådanne forløb kræver (ekstra) tid af underviserne.

I en artikel i forrige nummer af MONA diskuterede jeg spørgsmålet om den matematikhistoriske dimension i undervisningen *generelt set* (Jankvist, 2007a). Mere præcist blev der i artiklen opstillet to sæt af kategorier: et bestående af to forskellige formål med at involvere matematikhistorie kaldet henholdsvis *matematikhistorie som værktøj* og *matematikhistorie som mål* og et andet bestående af tre forskellige tilgange til involvering kaldet *illustrationstilgange*, *modultilgange* og *historiebaserede tilgange*, hvor mængden af historie inden for hver kunne skaleres. Disse to sæt af kategorier og den samtidigt præsenterede dimension af *i-*, *om-* og *med-matematik* udgør tilsammen et analyseredskab som jeg i denne artikel vil anvende til at diskutere den matematikhistoriske dimension i undervisningen *gymnasialt set*.⁸ Helt præcist skal omdrejningspunktet for denne artikel være følgende tre spørgsmål:

- Hvilket (af de to) formål tjener involveringen af de matematikhistoriske elementer ifølge den nye bekendtgørelse i gymnasiet?
- Hvordan hænger de tre tilgange til at involvere historie i matematikundervisningen sammen med praksis i gymnasiet, specielt de anvendte lærebogssystemer?

5 Se eksempelvis (Smestad, 2002), (Tang, 2004) og ikke mindst (Siu, 2004). Sidstnævnte opremser seksten argumenter imod inddragelsen af matematikhistorie i matematikundervisningen – argumenter fremsat af matematikundervisere selv.

6 De fem hovedemner er her: tal, geometri, funktioner, differentialregning samt statistik og sandsynlighedsregning.

7 For et par eksempler på sådanne særligt tilrettelagte undervisningsforløb i forbindelse med den ny bekendtgørelse se Jankvist (2008a) og Jankvist (2008b).

8 For yderligere et eksempel på hvordan dele af dette analyseredskab kan benyttes se Jankvist (2007b).

- Og hvad er den enkelte undervisers rolle i forhold til involveringen af matematikhistorie?

I det følgende afsnit vil jeg diskutere KOM-rapportens syn på matematikhistorie i matematikundervisningen idet den nye bekendtgørelses retorik i nogen grad synes hentet fra denne. Dette tjener til en besvarelse af første spørgsmål. Andet spørgsmål søges besvaret i de følgende tre afsnit gennem en analyse af tre nye lærebogssystemer til gymnasiet. Det skal bemærkes at denne analyse kan forekomme ganske omfattende og detaljeret, men da den udgør selve grundlaget for besvarelsen af andet spørgsmål, kan den ikke udelades. Læseren kan eventuelt springe delene med gennemgange over og fokusere på diskussionerne i disse tre afsnit. Til sidst diskuteres med henblik på tredje spørgsmål den enkelte undervisers rolle. Der drages i denne diskussion paralleller til den lignende situation, angående ministerielle krav om inddragelse af matematikhistorie i matematikundervisningen, i så forskellige lande som Norge og Hong Kong. Bemærk at muligheden for at inddrage matematikhistorie i den almene studieforberedelse (AT-forløbene) ikke vil blive berørt i denne artikel.

KOM-rapportens syn på matematikhistorie i undervisning

Med hensyn til hvilket formål involveringen af matematikhistorie i den gymnasiale undervisning tjener ifølge den nye bekendtgørelse, så er det mest nærliggende vel nok at se under “formål” i bekendtgørelsen. Det hedder her:

Gennem undervisningen skal eleverne opnå kendskab til vigtige sider af matematikens vekselvirkning med kultur, videnskab og teknologi. Endvidere skal de opnå indsigt i, hvorledes matematik kan bidrage til at forstå, formulere og behandle problemer inden for forskellige fagområder, såvel som indsigt i matematisk ræsonnement. Herved skal eleverne blive i stand til bedre at kunne forholde sig til andres brug af matematik samt opnå tilstrækkelige kompetencer til at kunne gennemføre en videregående uddannelse, hvori matematik indgår. (Undervisningsministeriet, 2007, bilag 35, punkt 1.2)

Med udgangspunkt i den første sætning i dette citat lader det altså til at formålet med inddragelsen af de matematikhistoriske elementer er “matematikhistorie som mål” frem for “matematikhistorie som værktøj”. Den nye bekendtgørelse for matematik og retorikken deri synes i nogen grad at bygge på KOM-rapporten (Niss & Jensen, 2002). For at danne sig en dybere forståelse af hvilke formål involveringen af matematikhistorie i gymnasiet tjener, vil det derfor være relevant at se på hvad denne siger om matematikhistoriens plads i matematikundervisningen.

I KOM-rapporten figurerer de matematikhistoriske elementer som én af tre former for “overblik og dømmekraft”, nærmere bestemt den af disse der hedder “matematik-

kens historiske udvikling, såvel internt som i samfundsmæssig belysning”.⁹ Herom skriver Niss og Jensen:

Genstanden for denne form for overblik og dømmekraft er det forhold, at matematikken har udviklet sig i tid og rum, i kultur og samfund. [...]

Den form for overblik og dømmekraft, der her er tale om, må ikke forveksles med kendskab til “matematikens historie” anskuet som et selvstændigt emne. Fokus er på selve det forhold, at matematikken har udviklet sig, i kulturelle og samfundsmæssigt betingede miljøer, og på de drivkræfter og mekanismer som er ansvarlige for denne udvikling. På den anden side er det oplagt, at hvis overblik og dømmekraft vedrørende denne udvikling skal have soliditet, må de hvile på konkrete matematikhistoriske eksempler. (Niss & Jensen, 2002, s. 68)

Og specifikt med hensyn til matematikundervisningen i gymnasiet fremgår det, mere eller mindre eksplicit, at matematikkens historiske udvikling bør belyses såvel internalistisk som eksternalistisk (Niss & Jensen, 2002, s. 268). Det hedder:

I den almentgymnasiale matematikundervisning skal eleverne erhverve et kendskab til den historiske udvikling inden for udvalgte dele af matematik, der i øvrigt arbejdes med på det pågældende niveau. De centrale drivkræfter i den historiske udvikling skal diskuteres, herunder påvirkningen fra forskellige anvendelsesområder.

Eleverne skal herigennem udvikle en viden om og en forståelse af, at matematikken er menneskeskabt og rent faktisk har gennemgået en historisk udvikling – og ikke blot er noget, der altid har været der eller pludselig er opstået ud af den blå luft. (Niss & Jensen, 2002, s. 268)

Retorikken bag inddragelsen af matematikhistorie i gymnasiet kan føres tilbage i lige linje fra 2007-bekendtgørelsen over KOM-rapporten til det “historiske aspekt” i 1987-bekendtgørelsen og derfra tilbage til en artikel af Mogens Niss i *Normat* i 1980 indeholdende nogle visioner for matematikundervisningen i datidens gymnasium¹⁰ (Niss, 1980). I samtlige fire tilfælde er der tale om at matematikhistorien i undervisningen i langt højere grad tjener som et selvstændigt mål frem for et eksplicit værktøj til at højne indlæringen af matematik. Dermed dog ikke sagt at i-matematikken ikke spiller en rolle i forbindelse med KOM-rapportens udlægning af matematikhistoriens rolle i matematikundervisningen. Tværtimod, vil jeg snarere sige. Selvfølgelig har

9 De to andre former for overblik og dømmekraft er henholdsvis “matematikens faktiske anvendelse i andre fag- og praksisområder” og “matematikens karakter som fagområde”.

10 Mere præcist præsenteres der i artiklen “fire genstande” for matematikundervisningen hvoraf de tre senere blev til de “tre aspekter” i 1987-bekendtgørelsen.

i-matematikken en mere fremtrædende rolle i KOM-rapporten i forbindelse med selve kompetencerne, og om-matematikken spiller sin hovedrolle i forbindelse med de tre former for overblik og dømmekraft. Imidlertid er det meningen at hver af disse tre former for “aktive indsigter vedrørende matematikkens karakter og rolle i verden” skal udmønte sig “på baggrund af viden” (Niss & Jensen, 2002). Med andre ord er der altså tale om at overblik og dømmekraft skal være forankret i de matematiske kompetencer – at om-matematikken skal være forankret i i-matematikken. For matematikhistoriens vedkommende i forbindelse med undervisningen kommer dette eksempelvis til udtryk i det tidligere præsenterede citat fra KOM-rapporten hvor det hedder at overblik og dømmekraft vedrørende matematikkens udvikling og historie for at have soliditet må hvile på konkrete matematikhistoriske eksempler, altså på konkret i-matematik. Interessant er det at med-matematik i KOM-rapporten både spiller rollen som kompetence, i form af “modelleringskompetencen”, og rollen som overblik og dømmekraft, i form af “matematikens faktiske anvendelse i andre fag- og praksisområder”, omend der selvfølgelig er tale om med-matematik på to forskellige planer. I modelleringskompetencen er der tale om at kunne analysere og “udføre aktiv modelbygning”, herunder foretage “matematisering” af foreliggende problemstillinger, såvel som at kunne “afmatematisere” og “validere” allerede eksisterende modeller og så videre (Niss & Jensen, 2002, s. 52-53). I formen for overblik og dømmekraft omhandlende matematikkens faktiske anvendelse er der derimod tale om en mere bred og sammenfattende form for indsigt “af en nærmest sociologisk og videnskabsteoretisk art” (Niss & Jensen, 2002, s. 67). Niss og Jensen påpeger selv at “det er oplagt at en veludviklet modelleringskompetence bidrager til en konkret forankring og konsolidering af overblik og dømmekraft”, men at det selvfølgelig ikke er en automatisk følge heraf (Niss & Jensen, 2002, s. 67). I formen for overblik og dømmekraft omhandlende matematikkens historiske udvikling spiller med-matematikken en ikke mindre vigtig rolle, specielt i forbindelse med den eksternalistiske belysning af matematikkens udvikling, også kaldet de “ydre drivkræfter”, for eksempel i form af de aktører der har været involveret i udviklingen, de samfundsinstitutioner hvori den har fundet sted, og ikke mindst gennem matematikkens samspil med andre felter (Niss & Jensen, 2002, s. 68-69)

Pointen er altså at KOM-rapportens syn på matematikhistorie i undervisningen bygger på såvel om- som i- og med-matematiske elementer.¹¹ Og selv om om-matematikken i involveringen af matematikhistorie måske nok er den dominerende, så er der stadig tale om en form for “treenighed” idet om-matematikken skal være forankret i i-matematikken, og belysningen af de ydre drivkræfter ikke kan finde sted uden at inddrage med-matematikken. Det er min *antagelse* at dette syn i nogen grad

11 Begreberne i-, om- og med-matematik figurerer da også i KOM-rapporten (Niss & Jensen, 2002, s. 45-46).

går igen i 2007-bekendtgørelsen. Eksempelvis hedder det i afsnittet omhandlende “identitet”:

Matematik har ledsaget kulturens udvikling fra de tidligste civilisationer og menneskenes første overvejelser om tal og form. Videnskabsfaget matematik har udviklet sig i en stadig vekselvirkning mellem anvendelser og opbygning af teori. (Undervisningsministeriet, 2007, bilag 35, punkt 1.1)

Altså omtales her først matematikkens kulturhistoriske udvikling (om-matematikken), og i sætningen umiddelbart efter kædes udviklingen af videnskabsfaget matematik sammen med anvendelser (med-matematik) og opbygning af teori (i-matematik).

Bekendtgørelsen og KOM-rapporten har altså samme formål, nemlig “matematik-historie som mål”, med at inddrage matematikkens historie i den gymnasiale undervisning. Imidlertid er kravet om en forankring af om-matematikken i i-matematikken ikke eksplicit udtrykt i bekendtgørelsen på samme måde som det er i KOM-rapporten. Og af denne årsag kan der i princippet argumenteres for at bekendtgørelsens, men ikke KOM-rapportens, krav til inddragelsen af matematikkens historie kan opfyldes gennem “anekdote- og julefortælling”.

For at skabe sig et indblik i hvordan bekendtgørelsens og/eller KOM-rapportens formål og krav honoreres i den gymnasiale undervisning, kan man analysere nogle af de nyligt udkomne lærebogssystemer. Med udgangspunkt i det af Jankvist (2007a) foreslåede analyseredskab (formål, tilgange og i-, om-, og med-matematik) vil jeg i det følgende udsætte de nye systemer fra Systime, Gyldendal og Frydenlund for en grundig analyse. Systemerne fra netop disse forlag er valgt ud fra en formodning om at de er blandt nogle af de mere udbredte i gymnasiet.

MAT fra Systime

Forfatterne bag det nye system, *MAT*, fra Systime er Jens Carstensen, Jesper Frandsen og Jens Studsgaard. Følgende gennemgang baserer sig på bøgerne *MAT C*, *B1*, *B2*, *A1*, *A2* og *A3*.¹² Historien i *MAT*-bøgerne figurerer stort set på tre forskellige måder: 1) i særskilte afsnit under overskriften “historiske bemærkninger”, som typisk forekommer i slutningen af et kapitel, 2) på specielt farvet papir i såkaldte “perspektiverende rammer” sammen med andre former for supplerende (perspektiverende) bemærkninger og 3) i selve teksten, enten i form af navns nævnelse af ophavsmændene bag de præsenterede matematiske resultater, eventuelt suppleret med årstal, eller, omend sjældnere, i introduktionen til et kapitel.

12 Se (Carstensen et al., 2005c), (Carstensen et al., 2005b), (Carstensen et al., 2006b), (Carstensen et al., 2005a), (Carstensen et al., 2006a) og (Carstensen et al., 2007).

Gennemgang af historiske elementer i Systimes system

I bogen til C-niveau findes tre afsnit med overskriften “historiske bemærkninger”: et om tidligere notationer inden for algebra, mere præcist af Viète, Harriot, Hérigone og Descartes, et om trigonometriens historie, hvori matematikere som Thales, Erathostenes, Ptolemæus, Bartholomæus Pitiscus og Euler omtales, og et om statistik, hvori blandt andre de Moivre og Laplace omtales.¹³ Derudover indeholder bogen en række andre spredte bemærkninger; eksempelvis findes der en kort historisk indledning til kapitlet om tal, en mindre omtale af romertal, lidt om Euler-tal og Euler, et par historiske fakta om Pythagoras, og Fibonacci nævnes i forbindelse med Fibonacci-tal.¹⁴ Mere interessant er kapitel C.2 idet dette kapitel omhandler Pythagoras’ sætning som den forefindes i Euklids *Elementer*, og en række forskellige beviser for sætningen, blandt andet Leonardo da Vincis, som der også findes et portræt af. Tilmed præsenteres et digt som H.C. Andersen har skrevet, der indeholder Euklids bevis for Pythagoras’ sætning.¹⁵

De “historiske bemærkninger” i den første bog til B-niveau, B1, indeholder C-bogens afsnit om tidligere notationer inden for algebra, men i en udvidet udgave, samme afsnit om trigonometriens historie, et ultrakort afsnit om funktioner hvori funktionsbegreberne af henholdsvis Leibniz, Euler og Dirichlet gives, og et afsnit om Napier og fremkomsten af logaritmefunktionerne.¹⁶ Af “perspektiverende rammer” byder B1-bogen på en mindre omtale af primtal, herunder en henvisning til Euklid for beviset for primtallenes uendelighed samt henvisninger til Goldbach og Euler i forbindelse med Goldbachs formodning; talsystemer med andre grundtal, herunder babylonierne; den lille historiske omtale af romertal fra C-bogen; en biografi af Pierre de Fermat, en omtale af hans henholdsvis lille og store sætning samt et avisudklip om Wiles’ bevis for sidstnævnte; en biografi af Leonhard Euler; en matematisk anekdote om G.H. Hardys besøg ved Ramanujans sygeleje og Hardy-Ramanujan-tal; en biografi af Carl Friedrich Gauss; en biografi af René Descartes.¹⁷ Derudover findes ligesom i C-bogen en mindre historisk indledning til kapitlet om talbegrebet og ligeledes til kapitlerne om rødder og potenser, trigonometri og logaritmefunktioner.¹⁸ Kapitlet om Pythagoras’ sætning fra C-bogen findes ligeledes i B1-bogen. B2-bogen er noget mere sparsom med de “historiske bemærkninger” – der er kun tre af slagsen: en om statistik hvori blandt andre de Moivre og Laplace omtales, en om udviklingen af differential- og integralregningen og den følgende kontrovers mellem tilhængere af henholdsvis Newton og

13 (Carstensen et al., 2005c, s. 41, 144-145, 180-181)

14 (Carstensen et al., 2005c, s. 8, 25, 112, 132, 239)

15 (Carstensen et al., 2005c, s. 206-226)

16 (Carstensen et al., 2005b, s. 64-66, 131-133, 161, 256-257)

17 (Carstensen et al., 2005b, s. 14-15, 46, 52, 92-95, 118, 180, 222-223, 280)

18 (Carstensen et al., 2005b, s. 8, 40, 80, 108, 234)

Leibniz og en om sandsynlighedsregningens historiske udvikling.¹⁹ Der findes ingen “perspektiverende rammer” omhandlende matematikkens historie. Indledningerne til kapitlerne i B2-bogen gør heller ikke brug af matematikhistorie.

De to første bøger til A-niveau, A1 og A2, indeholder, i omrokeret rækkefølge, de samme “historiske bemærkninger” som vi allerede kender fra bøgerne C, B1 og B2. A1-bogen indeholder således de samme “historiske bemærkninger” som B1-bogen²⁰, de samme “perspektiverende rammer”²¹ og i høj grad de samme historiske bemærkninger som indledninger til kapitlerne.²² De yderligere kapitler der findes til A-niveau i A1-bogen, gør ikke brug af matematikhistorie. A2-bogen indeholder de samme “historiske bemærkninger” som B2-bogen samt den om Napier og udviklingen af logaritmefunktioner fra B1-bogen.²³ Ligesom B2-bogen har A2-bogen ingen “perspektiverende rammer” om matematikkens historie, og brugen af matematikhistorie i indledningerne til kapitlerne forekommer kun i kapitlet om logaritmefunktioner.²⁴ Til gengæld findes der en lille omtale af Archimedes i forbindelse med et kapitel om irrationale tal og p.²⁵ I A3-bogen synes matematikkens historie langt mere nedtonet end i nogle af de foregående bøger; eksempelvis figurerer de få (to) “historiske bemærkninger” som bogen indeholder, ikke længere i bogens indholdsfortegnelse. Begge “historiske bemærkninger” findes i kapitel A.2 om parameterkurver. Den første bemærkning omhandler cykloiden og især Christiaan Huygens arbejde i forbindelse hermed. Derforuden nævnes også Jacob og Johann Bernoulli. Den anden historiske bemærkning omhandler Maria Gaetana Agnesi og hendes arbejde om differentialregning i forbindelse med analytisk geometri, specielt den klokkeformede kurve “Agnesis heks”.²⁶ I denne forbindelse findes også et portræt af Agnesi.²⁷ I indledningen til kapitel A.1 om “infinitesimale modeller” står der: “Opfindelsen af differential- og integralregningen i sidste halvdel af 1600-tallet af *Newton* (England) og *Leibniz* (Tyskland) er et kulturgode, der næppe kan overvurderes, idet de muliggør en mangfoldighed af anvendelser inden for teknik og videnskab” (Carstensen et al., 2007, s. 154). Der gives efterfølgende i kapitlet eksempler på sådanne anvendelser, for eksempel “Newtons afkølingslov”, men en uddybning af bemærkningen om infinitesimalregningen som et “kulturgode” gives der ikke. I kapitel A.4 nævnes “Keplers love” uden yderligere uddybning af hvem Kepler var, og fra hvornår hans love stammer.²⁸

19 (Carstensen et al., 2006b, s. 45-46, 93-94, 226-228)

20 (Carstensen et al., 2005a, s. 74-76, 147-149, 280)

21 (Carstensen et al., 2005a, s. 14-15, 54, 60, 106-109, 134, 300, 344-345)

22 (Carstensen et al., 2005a, s. 8, 48, 94, 124)

23 (Carstensen et al., 2006a, s. 36-37, 77-78, 133-134, 250-252)

24 (Carstensen et al., 2006a, s. 14)

25 (Carstensen et al., 2006a, s. 309)

26 (Carstensen et al., 2007, s. 197-198, 203)

27 (Carstensen et al., 2007, s. 201)

28 (Carstensen et al., 2007, s. 240)

Diskussion af Systemes involvering af matematikhistorie

Jævnfør de tre forskellige tilgange til involvering af matematikhistorie (Jankvist, 2007a, s. 76-80) er der altså i langt overvejende grad tale om illustrationstilgange der med udgangspunkt i den behandlede matematik giver en ultrakort præsentation til visse historiske om-matematiske aspekter forbundet hermed samtidig med at der vises portrætter og præsenteres citater. En egentlig dyb forankring af den behandlede om-matematik i i-matematikken forekommer heller ikke tit. Med hensyn til de med-matematiske aspekter bringes disse igennem hele lærebogssystemet kun sjældent i forbindelse med den historiske om-matematik.

I og med at de "historiske bemærkninger" som regel figurerer i slutningen af et kapitel, kunne man nemt komme til at sammenligne disse med de såkaldte "historiske epiloger" som befinder sig i den højere ende af skalaen inden for illustrationstilgangene.²⁹ Imidlertid er der efter min mening ingen basis for en sådan sammenligning. De historiske bemærkninger i lærebogssystemet fra System er for sparsomme og overfladiske til at der kan være tale om egentlige "historiske epiloger" – et forhold som tilstedeværelsen af de ofte dominerende portrætter i de "historiske bemærkninger" heller ikke hjælper på. "Historiske epiloger" som de for eksempel findes hos Lindstrøm (1995) (se (Jankvist, 2007a, s. 77)), optræder i øvrigt også efter *hvert* kapitel hvorimod Systemes "historiske bemærkninger" kun forekommer tre-fire gange i løbet af hver bog. Forfatterne bag Systemes lærebogssystem synes således ikke at have haft en videre ambitiøs tilgang til inddragelsen af matematikkens historie i systemet. Spørgsmålet er dog i hvilken grad de "historiske bemærkninger" og de "perspektiverende rammer" omhandlende matematikhistorie opfylder bekendtgørelsens formål om "matematikhistorie som et mål", og i hvilken grad om-matematikken er forankret i i-matematikken. Strengt taget kan der måske nok argumenteres for at formålet opfyldes da dette jo ikke forudsætter en eksplicit forankring. Der er i højere grad tale om at de "historiske bemærkninger" og "rammer" kan gøre det ud for et krydderi i matematikundervisningen eller måske snarere en form for dessert til udvalgte kapitler – en dessert som kan vælges til eller fra alt afhængig af hvor (lækker)sulten den pågældende elev måtte være. Således bliver den motiverende faktor i form af "matematikhistorie som et værktøj" som disse afsnit i øvrigt kunne have, også tvivlsom. For spørgsmålet er nemlig i hvilket omfang disse ofte lidt påklistede bemærkninger og rammer omhandlende historien overhovedet vil blive læst af eleverne eller, for den sags skyld, kommenteret af underviserne i undervisningen.

²⁹ For eksemplificering af "historiske epiloger" i den højere ende af skalaen for illustrationstilgangene se (Jankvist, 2007a, s. 77).

Et mere omfattende tiltag end de “historiske bemærkninger” og “perspektiverende rammer” er kapitel C.2 i C-bogen (det samme som kapitel B.2 i B1-bogen). Dette kapitel med tilhørende opgaver (og de metafaglige refleksioner omhandlende matematikkens historie som man kunne forestille sig gjort i forbindelse hermed) kunne godt gøre det ud for et lille historisk modul da der jo her tages udgangspunkt i den pensumbundne matematik. Imidlertid er kapitel C.2/B.2 det eneste af slagsen i Systimes lærebogssystem. Og er man elev på A-niveau, udsættes man derfor ikke for en sådan tilgang til matematikhistorien.

Gyldendals gymnasimatematik

Gyldendals gymnasimatematik er udarbejdet af Flemming Clausen, Gert Schomacker og Jesper Tolnø. Følgende gennemgang baserer sig på bøgerne C, B1, B2 og A.³⁰ Gyldendals lærebogssystem indeholder ikke på samme måde som Systimes særskilte afsnit med historiske bemærkninger. I stedet synes historien en gang imellem forsøgt integreret i den almindelige gennemgang af stoffet eller i forbindelse med andre aspekter af faget matematik såsom anvendelses- eller “modelaspektet” eller “matematikens indre strukturer” (se fodnote 3 i introduktionen).

Gennemgang af historiske elementer i Gyldendals system

Et eksempel på en sådan integration er kapitel 5 i C-bogen (og i B1-bogen) hvor “matematikens deduktive væsen” illustreres ved at se på Euklids *Elementer* og resultaterne heri der fører til Pythagoras’ sætning³¹ (også her får vi H.C. Andersens digt om denne). Matematikkens indre strukturer bringes derefter på banen gennem en diskussion af de forskellige bevistyper i matematik. Kapitlet slutter med et afsnit om “modeksemplet” hvori man møder såvel Fermat som Euler, førstnævntes store sætning samt Wiles’ arbejde med og bevis for denne. Et andet eksempel er gæstebidraget fra matematikhistoriker Tinne Hoff Kjeldsen om “landmåling og korttegning”.³² Her beskrives historien om en konkret anvendelse af noget af den trigonometri som eleverne har lært, nemlig historien om den første systematiske landopmåling og korttegning af Danmark som blev igangsat i 1761. Til Kjeldsens bidrag er knyttet et oplæg til projekt- og emneforløb med tilhørende forslag til problemformulering og diverse opgaver.³³ Kun sjældent gøres der i C-bogen, og i øvrigt i lærebogssystemet generelt, brug af portrætter og biografier; en undtagelse er dog portrættet af Galileo Galilei.³⁴ De førømtalte oplæg til projekt- og emneforløb byder med titler som “Fibonacci, det gyldne snit, naturen,

30 Se (Clausen et al., 2005b), (Clausen et al., 2005a), (Clausen et al., 2006) og (Clausen et al., 2007).

31 (Clausen et al., 2005b, s. 123-147), (Clausen et al., 2005a, s. 153-183)

32 (Clausen et al., 2005b, s. 25-31), (Clausen et al., 2005a, s. 40-46)

33 (Clausen et al., 2005b, s. 168-169), (Clausen et al., 2005a, s. 210-212)

34 (Clausen et al., 2005b, s. 33)

arkitekturen og kunsten”, “Den græske bystat og pythagoræernes verdensbillede” og “Argumentation” i høj grad også på muligheden for at inddrage elementer af matematikkens historie (såvel som dens filosofi og videnskabsteori).³⁵

På B-niveau anvendes bøgerne B1 og B2. Inddragelsen af matematikhistorie i B1-bogen er, som ovenfor antydnet, identisk med den i C-bogen (nogle af afsnittene er dog lidt længere end i C-bogen, men dette skyldes en udvidelse af matematikken). I B2-bogen er matematikhistorien derimod næsten ikke til stede. Der findes kun portrætter af Archimedes, d’Alembert og Laplace med et par tilknyttede småkommentarer i teksten.³⁶ I det i øvrigt ellers noget flyvske og ikke særligt fokuserede engelske gæstebidrag af John D. Donaldson om “Science, Mathematics and Mathematical Models” er der en smule historie, et citat af Galileo samt en ultrakort omtale af Newton og Einstein, og det tilhørende projekt- og emneoplæg lægger ikke op til en behandling af matematikhistoriske elementer.³⁷ Af uforklarlige årsager er matematikhistorien i B2-bogen henlagt til et niende kapitel som kun findes på bogens hjemmeside³⁸, og som kun kan tilgås af underviserne (tilgangen kræver et password). Titlen på dette kapitel 9 er “Historisk matematik: Den matematiske begejstring”. Kapitlet er en 13 sider lang beskrivelse af differential- og integralregningens udvikling og anvendelse startende med Keplers overtagelse af Tycho Brahes astronomiske optegnelser, Newtons fødsel, hans to produktive år fra 1665 til 1667, hans inspirationskilder, Leibniz’ udvikling af differential- og integralregningen, Bernoulli-brødrenes videreudvikling heraf og så videre op igennem oplysningstiden og frem til romantikken. Kapitlet er suppleret med opgaver hvor det forventes at man henter informationer andetstedsfra.

A-bogen indeholder i forhold til de tidligere bøger så godt som intet matematikhistorie. Ikke engang portrætter, biografier eller faksimiler er med i bogen. Et par gange nævnes matematikere i forbindelse med love eller sætninger opkaldt efter dem, eksempelvis Newtons love, specielt afkølingsloven, Pythagoras’ sætning og Fibonacci-tal.³⁹ Bogens oplæg til projekt- og emneforløb giver dog mulighed for at diskutere aspekter af matematikkens historie, omend dette skal gøres med udgangspunkt i supplerende litteratur. Bogen indeholder et oplæg om Edwin A. Abbots bog “Flatland”, et oplæg om “Kommunikation og sikkerhed” og et oplæg ved navn “Renæssancen: Perspektivet”.⁴⁰ Specielt oplægget om kommunikation og sikkerhed synes interessant idet det omhandler kryptering – et emne som i vid udstrækning besidder muligheden for at diskutere såvel i- som om- og med-matematik.

35 (Clausen et al., 2005b, s. 170-173, 174, 176), (Clausen et al., 2005a, s. 213-217, 218, 220)

36 (Clausen et al., 2006, s. 73, 150)

37 (Clausen et al., 2006, s. 81-89, 230-241)

38 www.gg.gyldendal.dk (10. juli 2007)

39 (Clausen et al., 2007, s. 65, 68, 215, 137, 221)

40 (Clausen et al., 2007, s. 223-227)

Diskussion af Gyldendals involvering af matematikhistorie

Såvel kapitel 5 i C- og B1-bogen (med tilhørende opgaver og diverse refleksioner gjort i forbindelse hermed) som Kjeldsens afsnit med tilhørende oplæg til projekt- og emneforløb kan gøre det ud for små historiske moduler i matematikundervisningen. Dette er selvfølgelig forudsat at de tænkes på og behandles som sådanne og ikke blot som frivillig læsning til adspredelse for eleverne – et forhold der specielt gør sig gældende for Kjeldsens bidrag, idet dette har form af at være et ekstra indlæg i kapitlet om trigonometri. Kjeldsens bidrag opfylder tilmed KOM-rapportens krav om en forankring i i-matematikken idet problemstillingerne omhandlende såvel om- som med-matematikken i Kjeldsens eksempel med landmåling og korttegning er solidt forankret i den i kapitlet behandlede matematik. Noget lignende synes ikke at være tilfældet med det "skjulte" web-kapitel, kapitel 9, til B2-bogen. I dette kapitel behandles udelukkende om-matematiske, og i nogen grad med-matematiske, aspekter af Newtons og Leibniz' indførelse af infinitesimalregningen. Selvfølgelig er den tilhørende i-matematik behandlet i kapitel 1 og 2 i bogen, men fremstillingen i kapitel 9 forekommer alligevel i høj grad løsrevet fra denne. Det eneste stykke i-matematik i kapitel 9 findes i forbindelse med beretningen om striden mellem tilhængerne af Newton henholdsvis Leibniz hvor der på side 5 står: "Leibniz lagde stor vægt på at bruge hensigtsmæssige betegnelser og skrivemåder – fra ham stammer således betegnelsen $\delta y/\delta x$, der stadig er i brug. Newton interesserede sig kun for resultaterne og brugte besværlige og uigennemskuelige symboler og betegnelser." Det havde været oplagt med et par eksempler på sidstnævnte, men sådanne gives ikke. Ligeledes på side 5 citeres den hollandske matematikhistoriker Henk Bos for at sige at Newtons og Leibniz' "opfindelser var meget forskellige i form og synsmåde", men heller ikke dette eksemplificeres. Newtons fascination af infinitesimalregningens anvendelsesmuligheder omtales også, specielt med hensyn til astronomien, men heller ikke denne mulighed for at bringe med-matematikken i spil med konkrete i-matematiske eksempler udnyttes. Dertil kommer at der ud af de til kapitlet hørende sytten opgaver højst er et par der kræver i-matematiske forudsætninger af eleverne (opgave 9007 og 9017). En forankring af om-matematikken i den i bogen behandlede i-matematik, i termer af KOM-rapportens krav, er der altså ikke tale om i B2-bogen. Bekendtgørelsens formål med at inddrage matematikkens historie kan der derimod godt argumenteres for en opfyldelse af, idet kapitel 9 jo er en idehistorisk redegørelse. Blot knytter redegørelsen sig ikke til matematikken, forstået på den måde at en læsning af kapitlet ikke forudsætter nogen matematiske kundskaber og færdigheder. Der kræves således et større arbejde af den enkelte underviser for at kapitel 9 skal kunne gøre det ud for et historisk modul. Der er som det foreligger nu, i højere grad tale om en illustrationstilgang i form af en meget stor bøtte krydderi. Selvfølgelig afhænger en sådan klassificering også af i hvilket omfang de tilhørende opgaver til kapitlet, og eventuelt underviserens

egne, inddrages. Det faktum at kapitlet er henlagt til nettet, ydermere med begrænset tilgængelighed, og dermed ikke er en del af den fysiske bog som eleverne har i hånden, synes også at have nogle konsekvenser. Eksempelvis afskærer man jo helt oplagt eleverne fra selv at gå på opdagelse i kapitlet og lade sig fange ind af det utal af portrætter, faksimiler og andre billeder som det indeholder – ting der måske tilmed kunne tjene som en motiverende faktor i termer af “matematikhistorie som værktøj”. Igennem hele Gyldendals system er der oplæg til projekt- og emneforløb – oplæg som lægger, eller kan lægge, op til inddragelse af matematikkens historie i varierende omfang. Imidlertid er det vigtigt at pointere at realiseringen af sådanne oplæg i form af tilrettelæggelse af disse såvel som fremskaffelse af den fornødne litteratur er helt og holdent op til de enkelte undervisere – bøgerne kommer kun med forslagene.

Bøgerne i Gyldendals system bugner ikke som sådan med matematikhistorie, men når elementer af matematikkens historie inddrages, sker det, på nær i B2-bogen(!), på en måde som bringer de om-matematiske såvel som de med-matematiske aspekter af den pensumbundne i-matematik i spil. Inddragelsen af matematikhistorie i Gyldendals system forekommer langt mere fokuseret og velovervejet, omend også mere begrænset, end i tilfældet med systemet fra Systime.

Matema10k fra Frydenlund

Frydenlunds *Matema10k* er forfattet af Thomas Jensen, Claus Jessen og Morten Overgård Nielsen og består af tre bind til henholdsvis C-, B- og A-niveau.⁴¹ Inddragelsen af matematikkens historie i lærebogssystemet fra Frydenlund forekommer fortrinsvist i “perspektiverende rammer” som nogle af bøgerne i Systimes system også gjorde brug af.

Gennemgang af historiske elementer i Frydenlunds system

I C-bogen berører eller omhandler tolv ud af de i alt tyve “perspektiverende rammer” matematikkens historie. Disse omhandler: nullets opdagelse; anekdoten med Gauss der som 8-årig summerede tallene fra 1 til 100; G.H. Hardys syn på ren og anvendt matematik; Napier og logaritmernes udvikling; en diskussion af hvorvidt universet er matematisk, præsenterende blandt andet Pythagoras, Platon, Euklid og Galilei; Zenons paradoks; Hilbert og hans “hotel”; Viète og indførelsen af bogstavregningen; Leibniz’ introduktion af begrebet “variabel”; Thales og “det første bevis”; Hume; G.H. Hardys udtalelse om at det indirekte bevis er “et af en matematikers fineste våben”. I forordet findes endnu en ramme som omtaler historien om Hardy-Ramanujan-tallet 1729 samt giver et citat af Galilei.⁴² I kapitlet “Beviser” bliver matematikhistorien en smule mere

41 Se (Jensen & Nielsen, 2005), (Jensen et al., 2006) og (Jensen et al., 2007). Bemærk, at Claus Jessen ikke er medforfatter af C-bogen.

42 (Jensen & Nielsen, 2005, s. 19, 33, 40, 60, 94-95, 132, 147, 197, 198, 206, 208, 215, 13)

integreret i teksten omend der stadig figurerer “perspektiverende rammer” hist og her. Eksempelvis diskuteres her Fermats store sætning og pythagoræernes problemer med $\sqrt{2}$.⁴³ Løbende igennem bogen bringes også portrætter af matematikere, både i forbindelse med de “perspektiverende rammer” såvel som andre steder. Disse omfatter: Napier, Pythagoras, Galilei, Zenon, Hilbert, Viète, Platon, Fermat og Hardy.⁴⁴

De “perspektiverende rammer” i B-bogen omhandlende matematikhistorie omfatter: Abel, femtegradsligningen og Abelprisen; ligningernes betydning og herunder Cardano, Descartes og Gauss; Newton og Leibniz og udviklingen af differentialregningen; Zenons paradoks (i en lidt anden kontekst end i C-bogen); Galileo Galileis arbejde; grænseværdibegrebet og Weierstrass; tallet e , Leibniz og Euler; rationalitet og determinisme; anvendelse af trigonometri til opmålingen af Danmark i 1763 under ledelse af astronomen Thomas Bugge; det skiftende syn på geometri fra antikken til Descartes; matematikkens beviskrav og Descartes; matematik og virkelighed.⁴⁵ I kapitlet “Om beviser” er matematikhistorien, ligesom i C-bogens kapitel om beviser, i højere grad forsøgt integreret i teksten. Her diskuteres eksempelvis mængdelærens historie og paradokser, ikke-euklidisk geometri og intuitionisme som relateres til Euklids ikke-konstruktive bevis for primtallenes uendelighed samtidig med at beviset bringes. Også i B-bogen bringes der en række portrætter. Disse omfatter Hooke, Galilei, Weierstrass, Euler, Bugge, Pythagoras og Descartes, og så indeholder bogen en faksimile fra *Principia Mathematica*.⁴⁶

Kun én af A-bogens “perspektiverende rammer” omhandler matematikhistorie. Denne perspektiverer over numeriske løsninger af differentiaalligninger og nævner de to tyske matematikere Runge og Kutta samt deres metoder såvel som Eulers metode.⁴⁷ I indledningen til kapitlet “Analytisk geometri i 2D” omtales såvel Euklid som Descartes kort samtidig med at oprindelsen af vektorbegrebet dateres til 1800-tallet. I denne forbindelse bringes også et portræt af Euklid.⁴⁸ Af matematiske resultater, formler, sætninger osv. hvis navne henviser til matematikere gennem historien, kan ud over Eulers metode og Runge-Kutta nævnes Archimedes’ spiral.⁴⁹ Antallet af “perspektiverende rammer” og løbende henvisninger til historien må altså overordnet siges at have indskrænket sig noget i A-bogen i forhold til de to tidligere bøger i Frydenlunds system. Til gengæld indeholder A-bogen så et længere gæstebidrag af matematikhistoriker Jesper Lützen om tallenes historie med tilhørende opgaver. Heri gennemgår Lützen tallenes historie fra indgravningen af 55 streger inddelt i grupper

43 (Jensen & Nielsen, 2005, s. 210, 215)

44 (Jensen & Nielsen, 2005, s. 60, 94, 95, 133, 147, 197, 205, 206, 210, 215)

45 (Jensen et al., 2006, s. 73, 75-76, 95, 96, 99-101, 105-106, 120, 125-127, 229-230, 230-234, 260-261, 267)

46 (Jensen et al., 2006, s. 27, 99, 105, 120, 229, 231, 233, 95)

47 (Jensen et al., 2007, s. 213)

48 (Jensen et al., 2007, s. 47)

49 (Jensen et al., 2007, s. 66, 300)

af fem på en ulveknogle for 30.000 år siden og frem til i dag, dækkende ægypterne, babylonierne, grækerne, hinduerne, araberne, kineserne samt den historiske generalisering, udvidelse og aksiomatisering af talbegrebet i den vestlige verden.⁵⁰ Alt i alt en temmelig fyldestgørende beskrivelse. Lützen relaterer også løbende historien til de involverede personer og formår således at præsentere læserne for en lang række vigtige matematikere. Fremstillingen er ligeledes suppleret med såvel portrætter som faksimiler. Eksempelvis findes der et portræt af Pythagoras, en side fra Euklids *Elementer*, et portræt af Luca Pacioli, et af Georg Cantor med hustru og et af Gödel.⁵¹ I de femten tilhørende opgaver bliver den i afsnittet præsenterede om-matematik for alvor bragt i spil med i-matematikken, eksempelvis når der skal løses ligninger fra gammelbabyloniske kileskrift-tekster, eller når produktet af to komplekse tal skal indtegnes i den komplekse plan hvorefter det skal tjekkes hvorledes resultatet passer med Wessels regler for hvordan produktet repræsenteres geometrisk.

Diskussion af Frydenlunds involvering af matematikhistorien

De “perspektiverende rammer” i Frydenlunds system har undertiden det lille “twist” at de i modsætning til Systimes forsøger at diskutere “små” spørgsmål som for eksempel “Er matematikken nyttig?” eller “Er universet matematisk?” i stedet for blot at give historiske beskrivelser. I forhold til såvel Systimes som Gyldendals system synes Frydenlunds også oftere i forbindelse med historien at inddrage elementer af matematikkens filosofi og videnskabsteori. Forfatterne skriver selv i forordet til C-bogen at de perspektiverende rammer “søger at sætte det matematiske stof i større perspektiv” og videre: “De perspektiverende rammer skal opfattes som et tilbud, og det er således ikke nødvendigt at læse dem for at forstå det faglige stof” (Jensen & Nielsen, 2005). Således kan man ikke sige at matematikhistorien er en integreret del af Frydenlunds system. Ligesom hos Systime forekommer matematikhistorien oftest isoleret i forhold til det øvrige stof, og der er, som hos Systime, i overvejende grad tale om illustrationstilgange hvis formål synes at være at drysse lidt om-matematisk krydderi ud over kapitlernes i-matematik. Til tider tangerer behandlingen af denne om-matematik også i lidt for høj grad en festtale. Eksempelvis hedder det i forbindelse med “matematikens første bevis” af Thales: “Tænk engang: det første bevis i historien. Her skød den menneskelige tankegang for alvor i vejret” (Jensen & Nielsen, 2005, s. 206).

Om-matematikken forankres i væsentligt højere grad i i-matematikken i kapitlerne om beviser end i de “perspektiverende rammer” i C- og B-bogen. Og i Lützens bidrag til A-bogen er denne forankring i særdeleshed tilstedeværende. Ligesom i Kjeldsens

50 (Jensen et al., 2007, s. 125-154)

51 (Jensen et al., 2007, s. 128, 131, 138, 147, 148)

bidrag til Gyldendals system er der i Lützens bidrag tale om at om-matematikken er solidt forankret i i-matematikken, såvel i fremstillingen som i de tilhørende opgaver. Men man spørger unægtelig sig selv om hvorfor et sådant indlæg skulle gemmes til A-bogen da dette jo betyder at det kun er elever med matematik på højniveau som udsættes for en sådan (solidt forankret) tilgang til matematikkens historie. (Altså den omvendte situation af den hos Systime hvor det var eleverne med C- og B-niveau – og ikke dem på A-niveau – der blev præsenteret for kapitel C.2/B.2.).

Underviserens rolle

Involveringen af matematikhistorie i undervisningen er selvfølgelig altid op til den enkelte underviser, og det er tilmed et job som når lærebogssystemernes involvering af historien findes utilstrækkelig, kun bliver større. Men hvordan kommer man som underviser, med et måske kun begrænset kendskab til matematikkens historie, i gang med dette? Der er et åbenlyst problem her, for hvor får man undervisningsmateriale fra som er tilpasset matematikhistoriske forløb i det danske gymnasium? For det første må materialet gerne være på dansk, og selv hvis man er villig til at acceptere undervisningsmateriale på engelsk, er problemet desværre ikke løst dermed. Meget af det materiale der findes, er ikke tilpasset gymnasialt niveau (måske lige med undtagelse af Clausens, Printz' og Schomackers serie *Ind i matematikken*): Enten er det matematikhistorie på forskningsniveau, eller også er det alt for populærvidenskabeligt. Så kan man selvfølgelig ty til originalkilderne, men disse er ikke nødvendigvis nemt tilgængelige.

De her opridsede problemer er ikke særegne for Danmark og det danske gymnasium. Orienteringen på verdensplan lader til at gå imod mere matematikhistorie i matematikundervisningen, og problemerne er faktisk til stede i en række af de andre lande hvor matematikhistorie er kommet på dagsordenen enten i gymnasial sammenhæng eller på folkeskoleniveau. Fauvel og van Maanen (2000, s. 2-19) giver en beskrivelse af hvorledes matematikkens historie spiller ind på matematikundervisningen i seksten forskellige lande. Ud af disse seksten lande indgår matematikhistorie som en del af bekendtgørelserne i de ti.⁵² Eksempelvis blev matematikkens historie en del af den norske folkeskoles bekendtgørelse i 1997. Her er et af målene "at elevene udvikler innsikt i matematikkens historie og fagets rolle i kultur og vitenskap" (Smestad, 2002, s. 13).⁵³ Smestad (2002) har udført en omfattende analyse af de lærebøger som udkom som følge af den nye bekendtgørelse i Norge. Han konkluderer at behandlingen af

52 Disse lande er: Argentina, Østrig, Brasilien, Kina, Danmark, Frankrig, Grækenland, Italien, Norge og USA, omend der i USA er stor variation fra stat til stat (Fauvel & van Maanen, 2000, s. 2-19).

53 Fra 2006 figurerer matematikkens historie ikke længere eksplicit i bekendtgørelsen for den norske folkeskole. Imidlertid findes den stadig i en række af de nye lærebøger idet forlagene har valgt at lade de matematikhistoriske afsnit forblive i bøgerne.

matematikens historie i denne første generation af lærebøger er problematisk, at forfatterne har haft problemer med at inddrage historien på meningsfuld vis, og at der derfor også forekommer en række faktuelle fejl i de historiske fremstillinger. Matematikhistorie blev allerede en del af pensum i det norske gymnasium i 1994 (inspireret af den danske situation fra 1987) (Fauvel & van Maanen, 2000, s. 14-15), og Smestad (2003, s. 168) påpeger at historien optræder i større omfang i de gymnasiale lærebøger end i lærebøgerne til folkeskolen. Hertil kommer at antallet af faktuelle fejl også synes mindre, omend historien ofte forekommer som en form for "påklistring" enten i begyndelsen eller i slutningen af et kapitel.

Også i Hong Kong er matematikkens historie blevet en del af matematikundervisningen i hvad der svarer til folkeskolen pga. en bekendtgørelse fra 1999. Her hedder det blandt andet at eleverne må "værd sætte at matematik er et dynamisk fagområde med rødder i mange kulturer" (Tang, 2004, s. 630, min egen oversættelse fra engelsk). Som konkrete eksempler på hvordan dette kan opnås, nævnes blandt andet at eleverne kan "undersøge og sammenligne tilgangene til at bevise Pythagoras' sætning i forskellige kulturer [...] herunder dem i antikkens Kina"⁵⁴ (Tang, 2004, s. 630, min egen oversættelse fra engelsk).

Ligesom Danmark (og måske Norge) befinder Hong Kong sig i en situation hvor de ministerielle krav om inddragelse af matematikhistorie er til stede, men hvor egnede undervisningsmaterialer tilpasset enten niveauet i gymnasiet eller folkeskolen ikke nødvendigvis er det. Jeg diskuterede i efteråret 2006 denne problematik med professor Man-Keung Siu fra Hong Kong University – en af fortalere i Hong Kong for inddragelsen af matematikhistorie i undervisningen:

Man bliver nødt til at have noget midt imellem, ikke kun forskningsresultaterne i matematikhistorie, ikke kun primærteksterne, ikke kun de historiefortællende populære redegørelser – man må have noget midt imellem, og det er disse materialer der vil være brugbare for underviserne i klasseværelset. Og for at have en masse af sådanne materialer bliver man nødt til at mobilisere underviserne til at frembringe dem selv. Man kan ikke regne med at andre skriver dem. Nogle undervisere håber at en eller anden vil skrive alle disse materialer en skønne dag og distribuere dem, eller at de kan købe dem hos boghandleren og bruge dem direkte i klasseværelset. Men jeg tror ikke det vil fungere, for man har brug for *entusiasmen* fra underviseren selv for at kunne anvende denne form for materiale ordentligt. Bare at have materialet er ikke nok. (Siu, 2006, min egen oversættelse fra engelsk, kursivering tilføjet)

54 For et konkret studie af hvordan dette kan gøres, se (Lit et al., 2001).

Et af underviserne selv ofte fremsat argument *imod* inddragelsen af historie er at de ikke er matematikhistorikere og derfor ikke føler sig rustede til opgaven (Siu, 2004, s. 269). Men i virkeligheden er der vel heller ingen der kræver dette. Hvad der derimod snarere er tale om, er at underviserne gør sig til formidlere af matematikkens historie på samme måde som de i forvejen er det af matematik, fagets indretning og dets anvendelse og rolle i samfundet, og i henhold til KOM-rapporten at de så forankrer disse meta-diskussioner om faget matematik i deres egne, såvel som elevernes, allerede veletablerede i-matematiske forudsætninger.

Tager vi Sius kommentar om at det supplerede materiale til inddragelse af matematikkens historie i høj grad bør komme fra underviserne selv, for pålydende, så er selve udmøntningen af dette i praksis selvfølgelig en anden sag. Igen er der måske her lidt inspiration at hente fra vores kollegaer andre steder i verden. Siu selv afholder workshops for større grupper af matematikundervisere for at få dem til at samarbejde lokalt om udarbejdelsen af velegnede materialer og således få dem til at støtte hinanden i en kollektiv indsats. I Taiwan findes lignende tiltag hvor gymnasieundervisere i matematik mødes tre timer en gang om ugen og diskuterer matematikhistoriske tekster samt udarbejder materialer til undervisningen (Su, 2004) (Horng, 2004). Også herhjemme, på Roskilde Universitetscenter, har der været afholdt et efteruddannelseskursus for gymnasielærere hvor de kunne få hjælp til at designe et matematikhistorisk forløb, eventuelt sammen med undervisere fra samme gymnasium, til brug i deres egen undervisningspraksis samt evaluere en implementering af dette.⁵⁵ Sådanne aktiviteter er dog langt mere krævende for den enkelte underviser end blot at pille et stykke supplerende materiale ned fra boghylden. Men til gengæld er der måske større chance for at materialet vil "fungere" i praksis da underviseren må forventes at have engageret sig i udarbejdelsen af det, og man måske netop derfor også får *entusiasmen* med.

Konklusion

I den nye bekendtgørelse for det almene gymnasium er det "matematikhistorie som mål" der udgør det centrale omdrejningspunkt for involveringen af matematikhistorie i undervisningen ligesom det også er det i KOM-rapporten. Imidlertid er kravet om en forankring af om-matematikken i i-matematikken ikke eksplicit udtrykt i bekendtgørelsen på samme måde som det er i KOM-rapporten. Af denne årsag kan der i princippet argumenteres for at bekendtgørelsens, men ikke KOM-rapportens, krav til involvering af matematikhistorie kan opfyldes gennem "anekdote- og julefortælling".

⁵⁵ Forløbene samt afreporteringerne blev derefter stillet til rådighed på kursets hjemmeside: <http://mmf.ruc.dk/mat/matefteruddannelse/rapporter/2004.htm> (10. september 2007). De sidste par år har der dog udelukkende været udbudt kurser i matematisk modellering i RUC-regi, men det forlyder at matematikhistorie sagtens kan komme på tale igen.

En analyse af de tre lærebogssystemer fra henholdsvis forlagene Systime, Gyldendal og Frydenlund indikerer at illustrationstilgangene er de mest udbredte tilgange til involvering af historie i de gymnasiale lærebogssystemer. Tilmed er der oftest tale om at involveringen befinder sig i "krydderi"-enden af skalaen. Kun i meget få tilfælde – og ofte med god vilje og diverse forbehold – kan der være tale om at lærebogssystemerne byder på noget der kan karakteriseres som små moduler. Ligeledes kun i meget få tilfælde synes forfatterne at gøre forsøg på at tænke matematikhistorien som en integreret del af fremstillingen af matematikken. Oftest lever den et sideløbende liv i såkaldte "perspektiverende rammer", i "historiske bemærkninger", i oplæg til projekt- og emneforløb eller i bidrag fra gæsteforfattere. En reel forankring eller "soliditet" af denne sideløbende, historiske om-matematik i den i pensum præsenterede i-matematik hører også mere til undtagelsen end til reglen. Ej heller fremgår det særlig klart hvilke formål forfatterne selv har haft med deres præsentation af de matematikhistoriske elementer (ud over at opfylde den nye bekendtgørelse, selvfølgelig). Eksempelvis nævnes disse kun sjældent i forordene, og når det sker, gives der ingen retningslinjer til lærerne om hvordan de kan inddrage disse i deres undervisning. Grundet den udbredte brug af "krydderitilgange" i de tre systemer kan formålet med involveringen af matematikhistorie i disse langt hen ad vejen snarere tolkes til at skulle tjene som en motiverende faktor frem for eksempelvis en form for almindannelse – det vil sige som *værktøj frem for mål*.

Dersom inddragelsen af historie i lærebogssystemerne findes utilstrækkelig i forhold til de i bekendtgørelsen (og eventuelt KOM-rapporten) stillede målsætninger, må det være op til den enkelte underviser at sørge for opfyldelsen af disse. Dette kan eksempelvis gøres ved at tilrettelægge matematikhistoriske forløb. Dog må udbuddet af velegnet materiale til sådanne forløb betegnes som sparsomt hvorfor det i et vist omfang også bliver op til underviserne selv at frembringe tekster tilpasset til niveauet. Med udgangspunkt i en lignende situation i Hong Kong, et forskningsprojekt i Taiwan og et efteruddannelseskursus herhjemme foreslås det at matematikunderviserne samarbejder lokalt om udarbejdelsen af velegnede materialer.

Taksigelser

Tak til Mogens Niss og Bjarke Skipper Petersen for kommentarer, konstruktiv kritik og gennemlæsning af denne artikel.

Referencer

- Carstensen, J., Frandsen, J. & Studsgaard J. (2005a). *Mat A1 stx*. Århus: Systime.
- Carstensen, J., Frandsen, J. & Studsgaard J. (2005b). *Mat B1 stx*. Århus: Systime.
- Carstensen, J., Frandsen, J. & Studsgaard J. (2005c). *Mat C stx*. Århus: Systime.
- Carstensen, J., Frandsen, J. & Studsgaard J. (2006a). *Mat A2 stx*. Århus: Systime.

- Carstensen, J., Frandsen, J. & Studsgaard J. (2006b). *Mat B2 stx*. Århus: Systime.
- Carstensen, J., Frandsen, J. & Studsgaard J. (2007). *Mat A3 stx*. Århus: Systime.
- Clausen, F., Schomacker, G. & Tolnø, J. (2005a). *Gyldendals Gymnasiematematik – Grundbog B1*. København: Gyldendal.
- Clausen, F., Schomacker, G. & Tolnø, J. (2005b). *Gyldendals Gymnasiematematik – Grundbog C*. København: Gyldendal.
- Clausen, F., Schomacker, G. & Tolnø, J. (2006). *Gyldendals Gymnasiematematik – Grundbog B2*. København: Gyldendal.
- Clausen, F., Schomacker, G. & Tolnø, J. (2007). *Gyldendals Gymnasiematematik – Grundbog A*. København: Gyldendal.
- Fauvel, J. & van Maanen, J. (red.). (2000). *History in Mathematics Education – The ICMI Study*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Hornig, W.-S. (2004). Teachers' Professional Development in Terms of the HPM: A Story of Yu. I: F. Furinghetti, S. Kaijser & C. Tzanakis (red.), *Proceedings HPM2004 & ESU4* (s. 346-358). Uppsala Universitet.
- Jankvist, U.T. (2007a). Den matematikhistoriske dimension i undervisning – generelt set. *MONA*, 3(3), s. 70-90.
- Jankvist, U.T. (2007b). Empirical research in the field of using history in mathematics education: Review of empirical studies in HPM2004&ESU4. *Nomad*, 12(3), s. 83-105.
- Jankvist, U.T. (2008a). Den tidlige kodningsteoris historie – et undervisningsforløb til gymnasiet. *Tekster fra IMFUFA*, nr. 459, Roskilde Universitetscenter.
- Jankvist, U.T. (2008b). RSA og den heri anvendte matematiks historie – et undervisningsforløb til gymnasiet. *Tekster fra IMFUFA*, nr. 460, Roskilde Universitetscenter.
- Jensen, T., Jessen, C. & Nielsen, M.O. (2006). *Matema10k – Matematik for gymnasiet B-niveau*. København: Frydenlund.
- Jensen, T., Jessen, C. & Nielsen, M.O. (2007). *Matema10k – Matematik for gymnasiet A-niveau*. København: Frydenlund.
- Jensen, T. & Nielsen, M.O. (2005). *Matema10k – Matematik for gymnasiet C-niveau*. København: Frydenlund.
- Lindstrøm, T. (1995). *Kalkulus Bind I*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Lit, C.-K., Siu, M.-K. & Wong, N.-Y. (2001). The Use of History in the Teaching of Mathematics: Theory, Practice, and Evaluation of Effectiveness. *Educational Journal*, 29(1), s. 17-31.
- Niss, M. (1980). Nogle aspekter for matematikundervisningen i de gymnasiale uddannelser frem til 1990. *Normat*, 28(2), s. 52-60, 87.
- Niss, M. & Jensen, T.H. (red.). (2002). *Kompetencer og matematiklæring – Ideer og inspiration til udvikling af matematikundervisning i Danmark*. Undervisningsministeriet. Uddannelsesstyrelsens temahæfteserie nr. 18.
- Siu, M.-K. (2004). No, I don't use history of mathematics in my class. Why?. I: F. Furinghetti, S. Kaijser & C. Tzanakis (red.), *Proceedings HPM2004 & ESU4* (s. 268-277). Uppsala Universitet.

- Siu, M.-K. (2006). *Interview med professor Man-Keung Siu den 5. oktober 2006*. Foretaget af Uffe Thomas Jankvist på Hong Kong University, Pokfulam, Hong Kong.
- Smestad, B. (2002). Matematikkhistorie i grunnskolenes lærebøger: en kritisk vurdering. *Alta*, s. 1-61.
- Smestad, B. (2003). Historical Topics in Norwegian Textbooks. I: O. Bekken & R. Mosvold (red.), *Study the Masters* (s. 163-168). Göteborg: Nationellt Centrum för Matematikutbildning, NCM.
- Su, Y.-W. (2004). Mathematics Teachers Professional Development: Integrating History of Mathematics into Teaching. I: F. Furinghetti, S. Kaijser & C. Tzanakis (red.), *Proceedings HPM2004 & ESU4* (s. 368-382). Uppsala Universitet.
- Tang, K.-C. (2004). History of Mathematics for the Young Educated Minds: A Hong Kong Reflection. I: F. Furinghetti, S. Kaijser & C. Tzanakis (red.), *Proceedings HPM2004 & ESU4* (s. 630-638). Uppsala Universitet.
- Undervisningsministeriet, (1953). *Anordning og bekendtgørelse af 1953*.
- Undervisningsministeriet. (1961). *Bekendtgørelse af 1961*.
- Undervisningsministeriet. (1971). *Bekendtgørelse af 1971*.
- Undervisningsministeriet. (1984). *Bekendtgørelse af 1984*.
- Undervisningsministeriet. (1987). *Bekendtgørelse af 1987*.
- Undervisningsministeriet. (2007). *Bekendtgørelse af 2007*. (Tidligere udgave fra 2004). <http://us.uvm.dk/gymnasie//vej1/>. Lokaliseret 20. januar 2008.

Kan opgaveark bygge bro mellem museum og skole?

Marianne Foss Mortensen, Institut for Naturfagenes Didaktik, Københavns Universitet

Abstract. Skoleelever er en vigtig del af museers målgruppe, men der er en kløft mellem skolelærere som har behov for et dokumenterbart læringsudbytte for deres elever, og museer for hvem den frie opdagelse og udforskning er kerneværdier. Kan opgaveark bygge bro over denne kløft? Her undersøges tre udvalgte problemstillinger i forbindelse med design af opgaveark ved hjælp af en analyse af et eksisterende opgaveark og en efterfølgende observation af brugen af det pågældende ark. Resultaterne, som er et uddrag af en større undersøgelse, viser at omhyggeligt designede opgaveark kan imødekomme både skolelæreres behov og museers identiteter. Projektet er beskrevet i sin helhed i Mortensen & Smart (2007).

Introduktion

Et museumsbesøg¹ indeholder rige muligheder for læring for alle involverede parter, og både museer og skoler erkender vigtigheden af at supplere skolens naturfagsundervisning med museumsbesøg. Skoler benytter sig i stigende grad af museer (Quistgaard, 2006), men det kan imidlertid være vanskeligt at kombinere den skolebaserede undervisning med museets langt mere uformelle læringsmiljø (Kisiel, 2003). Mange steder stilles der i stigende grad krav til lærere om at dokumentere specifikt hvordan ekskursioner bidrager til at opnå målene i læreplanen (Schatz, 2004), og mens et museumsbesøg utvivlsomt indeholder muligheder for læring, adskiller det sig i høj grad fra det mere formelle skolemiljø. Museer er ikke-styrende læringsmiljøer der inviterer til udforskning og opdagelse (Griffin & Symington, 1997; Falk & Dierking, 2000; Griffin, 2004), og den type læring der finder sted her, er typisk vanskelig at kvantificere direkte. Lærere har derimod behov for et håndgribeligt mål for deres elevers kognitive udbytte af et museumsbesøg. Hvordan kan museer imødekomme læreres behov uden at give afkald på deres unikke identitet?

Schatz (2004) foreslår museer at imødekomme skolers behov ved at strukturere

1 Ordet *museum* bliver i denne forbindelse brugt i bred forstand til at omfatte museer, science-centre, akvarier, zoologiske haver, botaniske haver osv.

skolegrupperes udforskning af udstillingerne, for eksempel ved at forsyne skoleeleverne med opgaveark. I visse tilfælde har sådanne ark vist sig at forbedre skolegrupperes museumsbesøg (Canizales de Andrade, 1990; Burtnyk, 2004) mens de i andre tilfælde har vist sig mere problematiske. De opgaveark der er blevet kritiseret, synes at være dem der påtvinger brugeren betingelser der ligner klasseværelsets. Sådanne betingelser kan være: fokus på læsning af tekster frem for observation af genstande (Fry, 1987; Griffin, 1999), hindring af sociale interaktioner (Parsons & Muhs, 1996) eller en så snæver prioritering af udfyldningen af opgavearket at enhver udforskning af omgivelserne udelukkes (Lucas, 2000).

Hvordan kan et opgaveark designes, så det udnytter snarere end modvirker museets frie læringsmiljø? Og fører brugen af et sådant opgaveark til øgede muligheder for læring? Med udgangspunkt i ovenstående tre kritikpunkter af opgaveark rapporteres her et udsnit af en teoretisk og praktisk analyse af et eksisterende opgaveark, the Chaperone's Guide.

Datafremstilling

De resultater der refereres her, er indsamlet på North Carolina Museum of Natural Sciences hvor 47 grupper af elever fra 4. klasse blev observeret under deres besøg i perioden august-oktober 2004. Ved ankomsten til museet blev skoleeleverne inddelt i mindre grupper. En ansvarlig voksen (en såkaldt chaperone²) ledsagede hver af disse mindre grupper der i det følgende omtales som "skolegrupper". Undersøgelsen er baseret på en sammenligning mellem skolegrupper forsynet med opgavearket "the Chaperone's Guide" (brugergrupper) og skolegrupper uden opgavearket (kontrolgrupper). Vi antager at forskelle mellem skolegrupperne skyldes opgavearket.

Flere studier har påpeget en sammenhæng mellem samtaler og læring på museer (Griffin, 1999; Rahm, 2004), og i nærværende undersøgelse betragtes samtaler som indikatorer for læring. Skolegrupperne blev under deres museumsbesøg diskret fulgt af en observatør som noterede deres vej gennem udstillingen og registrerede deres samtaler. Et af målene med undersøgelsen var at kvantificere skolegrupperes udbytte af museumsbesøget i forhold til læreplanen. Derfor var et af kriterierne for registrering af en samtale at den indeholdt tegn på en eller flere af kompetencerne fra læreplanen (North Carolina Board of Education/Department of Public Instruction, 1999). Følgende udveksling er et eksempel på en sådan kompetencerelateret samtale:

Chaperone: "Can you name an adaptation the mole has for living underground?"

Student: "Uh... oh, the claws! They're used for digging!"

2 *Chaperone* betyder på engelsk egentlig 'anstandsdame' og benyttes af mange amerikanske museer til at betegne den ansvarlige voksne ledsager der skal være til stede for hver gruppe på 6-10 skoleelever.

(Voksen ledsager: "Kan I nævne en af muldvarpens tilpasninger til livet under jorden?")

Elev: "Øh ... nå ja, kløerne! De bruges til at grave!"

(Pilotgruppe 2, egen oversættelse)

Samtalen viser at eleven til en vis grad opfylder kompetencen "Determine animal behaviors and body structures that have specific growth and survival functions in a particular habitat" ("Udpege adfærd og kropsstrukturer hos dyr der har specifikke vækst- og overlevelsesfunktioner i deres habitat") (kompetencemål 1.02, North Carolina Board of Education/Department of Public Instruction, 1999). En besvarelse af en opgave på opgavearket bestod typisk af en kompetencerelateret samtale. I det følgende omtales alle sådanne kompetencerelaterede samtaler som "samtaler".

I alt 24 grupper med opgaveark og 23 kontrolgrupper observeredes. Alle grupperne bestod af elever fra 4. klasse, og gruppestørrelsen varierede fra to til ni elever.

Opgavearket

North Carolina Museum of Natural Sciences i Raleigh, North Carolina, stiller et sæt opgaveark gratis til rådighed på deres website (www.naturalsciences.org/education/xhall_activities.html). Disse opgaveark (Chaperone's Guides) er fremstillet til brug for den voksne ledsager der følger grupperne af elever rundt på museet.

Denne undersøgelse beskæftiger sig med opgavearket beregnet til 3.-5. klasse. Arket består af en kortfattet velkomst til den voksne ledsager, en serie spørgsmål eller opgaver og svarmuligheder til opgaverne. Hver opgave svarer til et af delstaten North Carolinas naturfagskompetencemål for klassetrin 3-5 (North Carolina Board of Education/Department of Public Instruction, 1999).

Kritikpunkt 1: "Opgaveark flytter fokus fra observation af genstande til læsning af tekster"

Folk tager på museum for at se og opleve autentiske genstande i passende omgivelser; todimensionale genstande kan de se hvor som helst (Falk & Dierking, 2000). De følgende skoleelevers spontane udbrud under deres besøg i kystgalleriet på North Carolina Museum of Natural Sciences understreger elevernes fascination af autentiske ("real") genstande:

Ser op på hvalskeletter: "Look up, whales! What is that? Are they real? I've been here before! Are they real?"

- Ved akvarium med levende fisk: “The fish are hiding. Live fish! They’re looking for food!”
- Ved strand-dioramaet: “Look at the beach! The water is frozen. That sand is hard! Look under the water!”
- Ved formidlingskiosk: “Is this real? This is a whale tooth! (Kigger op) That’s a whale skeleton!”
- Ved dioramaet om strandens skov: “This looks real! Look, a squirrel! A snake!”
- Ved saltmarsk-dioramaet: “Real fish! (Om musling med ånderør) It breathes through these tubes, and lives under the sand.”

(Pilotgruppe 2)

En stor fejl der ofte begås på ekskursioner, er at forsøge at benytte museet som en lærebog snarere end at udnytte dets unikke udbud (Griffin, 1999). Opgaveark bør ideelt set undgå at reducere udstillinger til lærebøger (ved ensidigt at fokusere på udstillingsteksterne) og i stedet opfordre brugerne til at observere omgivelserne (McManus, 1985; Fry, 1987). Ved at anvende genstandene som det primære formidlingsmedium kan skoleelever få meningsfulde læringsoplevelser (Griffin, 1999).

Analyse

Hvad er det primære formidlingsmedium for opgavearket the Chaperone’s Guide? Fire opgaver ud af syv skal løses ved hjælp af observation af genstande, og to opgaver skal løses ved hjælp af tekstlæsning. (Én opgave, opgave 4, hverken løses ved hjælp af observation eller læsning). Opgave 3 er et eksempel på en opgave der fordrer observation af genstande snarere end læsning af tekst:

Choose one of the five species of carnivorous plants. How does this plant catch insects?

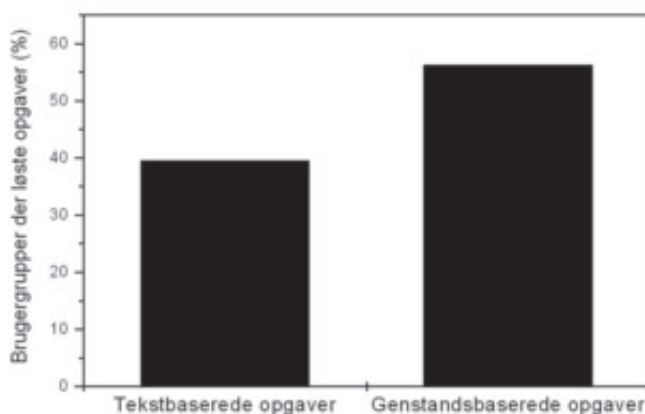
(Vælg en af de fem arter af kødædende planter. Hvordan fanger denne plante insekter?)

Opgaven kan løses ved at observere de udstillede levende planter, evt. med det forstørrelsesglas der er til rådighed, eller ved at se på de tegninger og fotografier der er udstillet ved planterne. Opgave 4 følger op på opgave 3 ved at referere til viden som ikke kan findes i tekster eller genstande, men som eleverne må ræsonnere sig frem til på basis af deres forhåndsviden:

Are carnivorous plants producers, consumers, or decomposers?

(Er kødædende planter producenter, konsumenter eller nedbrydere?)

I praksis blev de opgaver der baserede sig på genstande, besvaret oftere end de opgaver der baserede sig på tekst (figur 1). Genstandsbaserede opgaver blev løst af gennemsnitligt 56 % af grupperne mens tekstbaserede opgaver blev løst af 40 % af grupperne.



Figur 1. Gennemsnitlig procentdel af grupper der løste tekstbaserede henholdsvis genstandsbaserede opgaver.

Diskussion

Børns evne til at ræsonnere udvikler sig generelt fra et konkret mod et mere abstrakt stadium (Markovits & Vachon, 1990). At give børn lejlighed til at observere konkrete genstande og selv generalisere ud fra dem som the Chaperone's Guide gør i flere tilfælde, kan derfor hjælpe dem til at begynde at forstå det abstrakte. Derudover fandt Allen (2002) at genstandsbaserede opstillinger gav anledning til samtaler med en højere grad af diversitet end tekstbaserede opstillinger.

I nærværende studium syntes skolegrupper at foretrække at løse genstandsbaserede frem for tekstbaserede opgaver. Dette resultat støtter idéen om at et opgaveark, designet til at udnytte det tredimensionelle museumsmiljøes autenticitet og indbyggede pædagogik, kan forbedre et museumsbesøgs læringspotentiale.

Kritikpunkt 2: "Opgaveark hindrer sociale interaktioner"

På museet er den sociale gruppe det kritiske filter gennem hvilket gruppens medlemmer lærer (Falk & Dierking, 2000). Faktisk kan interaktioner mellem individer være lige så betydningsfulde for læring som interaktioner mellem individet og udstillingen (Rennie & McClafferty, 1995; Rahm, 2004). Gruppeinteraktioner såsom udvekslinger og diskussioner af erfaringer og viden kan medføre øget læring (Borun et al., 1996), men der kan være andre fordele ved at besøge et museum i en gruppe: Gruppens medlemmer kan have et sjovere besøg (Lucas, 2000), gruppens medlemmer kan stille og besvare flere spørgsmål under besøget (Price & Hein, 1991), og gruppens medlemmer

kan i højere grad deltage i aktiviteter der ligger ud over deres individuelle repertoier (Matusov & Rogoff, 1995). Således har sociale interaktioner potentiale til ikke blot at påvirke det almindelige læringsudbytte under museumsbesøget, men også at skabe helt nye veje for læring. Museer (og opgaveark) bør udnytte denne sociale synergieffekt (McManus, 1985; Parsons & Muhs, 1996; Cox-Petersen et al., 2003).

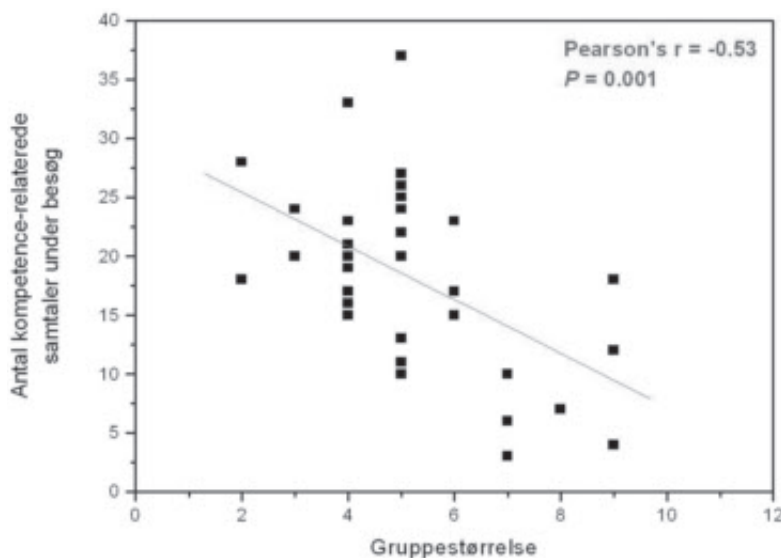
Opgaveark kan indbygge social læring på flere måder. Overføres Borun & Dritsas' (1997) anbefalinger for gruppevenligt udstillingsdesign til design af opgaveark, fås bl.a. følgende anbefalinger:

- Opgaveark bør være designet til gruppebrug (opgaverne skal løses i fællesskab af flere brugere)
- Opgaverne bør være multi-modale (visuelle, verbale, deltagende) for at tillade interaktioner mellem brugere med forskellige styrker og vidensområder
- Opgaverne bør benytte sig af udstillingskomponenter der tillader adgang for grupper af brugere

Analyse

The Chaperone's Guide er specifikt designet til grupper af elever med en ledsagende voksen (the chaperone) som facilitator og ordstyrer, og sådan blev opgavearket også brugt i praksis. Arket blev brugt i grupper fra to til ni elever, og i alle tilfælde var der en voksen med gruppen. Den voksne ledsager bar typisk opgavearket, stillede spørgsmålene til eleverne og fungerede som ordstyrer og facilitator når eleverne svarede.

Der var en negativ sammenhæng mellem gruppestørrelse og antallet af kompetencerelaterede samtaler der fandt sted under besøget: Jo flere elever i en gruppe, jo færre samtaler fandt sted under museumsbesøget (figur 2).



Figur 2. Antallet af samtaler hos skolegrupperne afbildet mod gruppestørrelse. For brugergrupperne er de samtaler der er direkte udledt af opgavearket, ikke medregnet.

På North Carolina Museum of Natural Sciences er det ikke tilladt at bruge clipboards hvilket udelukker brugerne af opgavearket fra at benytte sig af skrevne besvarelser. Opgaverne kan alle besvares enten ved at tale eller ved at pege, og de kan stilles og besvares gruppevis eller individuelt. Alle syv opgaver refererer til opstillinger med tilstrækkelig plads til grupper af beskuere.

Diskussion

Den ideelle gruppering under en skoleklassers museumsbesøg er små "familie-enheder" med en voksen og ét eller flere børn (Price & Hein, 1991; Griffin & Symington, 1997). Bowker (2002) fandt at det optimale forhold mellem børn og voksne for effektiv gruppeformidling og -læring var på helt ned til to børn til én voksen. Nærværende studium bekræfter at jo mindre gruppen er, jo oftere forekommer læringsbegivenheder målt som kompetencerelaterede samtaler.

The Chaperone's Guide opererer ikke med skrevne besvarelser. Dette er usædvanligt idet formålet med opgaveark ofte er at sikre at eleverne har været igennem de givne opgaver. Men til gengæld undgås et ofte forekommende problem: at udfyldningen af opgavearket fjerner elevernes opmærksomhed fra deres omgivelser (Price & Hein, 1991).

Kritikpunkt 3: “Opgaveark fratager eleverne muligheden for at gå på opdagelse”

Den frie udforskning og opdagelse er central for museumsoplevelsen (Falk & Dierking, 2000), og flere studier påpeger at skoleelever værdsætter at have medbestemmelse over deres besøg (Griffin & Symington, 1997; Brooke & Solomon, 2001; Griffin, 2004). McManus (1985) minder os om at opgaveark i sin tid opstod som redskaber til at give skoleelever kontrol over egen læring ved at tillade dem at arbejde i deres eget tempo. På trods af denne idealistiske oprindelse bryder elever sig generelt ikke om opgaveark fordi de føler sig begrænset af dem (McManus, 1985; Griffin & Symington, 1997). Således kunne en strategi for et idealiseret opgaveark være at give elever kontrol over deres egen læring ved at lade dem selv bestemme hvor og hvordan de givne opgaver skulle løses.

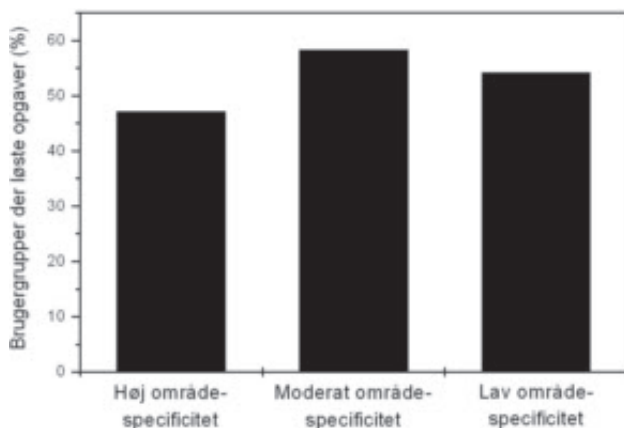
Analyse

I hvor høj grad er løsningen af de syv opgaver på the Chaperone’s Guide bundet til specifikke områder i museumsudstillingerne? I tre af syv opgaver angiver opgavearket et specifikt sted, én opstilling hvor opgaven skal løses. Her er der altså tale om en høj områdespecificitet. I de resterende fire opgaver kan løsningerne findes i et større område, fx et galleri. Et eksempel på en opgave med lav områdespecificitet er opgave 6:

Find another example of a carnivore and an herbivore in the Prehistoric North Carolina Gallery.

(Find endnu et eksempel på en kødæder og en planteæder i galleriet om det forhistoriske North Carolina.)

De opgaver der løstes hyppigst af skoleeleverne i dette studie, var de opgaver der havde moderat områdespecificitet. Disse opgaver (opgave 3 og 5) løstes i gennemsnit af 58 % af grupperne (figur 3). Opgaver med henholdsvis højere og lavere områdespecificitet blev løst af færre grupper.



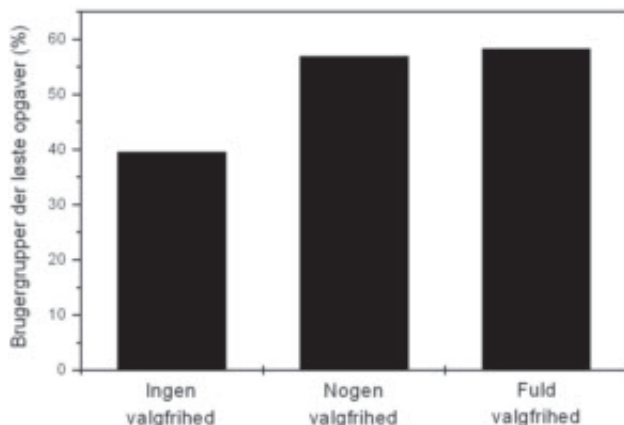
Figur 3. Gennemsnitlig procentdel af grupper der løste opgaver med henholdsvis høj, moderat og lav områdespecificitet.

En anden måde at give elever kontrol over deres egen læring på er at lade dem selv bestemme hvordan de givne opgaver skal løses, altså ved at give dem en højere grad af valgfrihed. Hvilket niveau af valgfrihed gives brugerne af the Chaperone's Guide? Af opgavearkets syv opgaver giver to opgaver ikke brugeren noget valg, tre opgaver giver brugeren nogen valgfrihed, og to opgaver giver brugeren fuld valgfrihed. Opgave 3 er et eksempel på en opgave med fuld valgfrihed:

Choose one of the five species of carnivorous plants. How does this plant catch insects?

(Vælg en af de fem arter af kødædende planter. Hvordan fanger denne plante insekter?)

I praksis løste brugerne oftest de opgaver der gav dem nogen eller fuld valgfrihed (figur 4). Disse opgaver løstes af henholdsvis 57 % og 58 % af brugerne mens opgaverne uden valgfrihed løstes af 40 % af brugerne.



Figur 4. Gennemsnitlig procentdel af grupper der løste opgaver med hhv. ingen, nogen, eller fuld valgfrihed for brugeren.

Diskussion

Litteraturen har ikke entydige anbefalinger med hensyn til hvor områdespecifikke opgaveark bør være. McManus (1985) anbefaler en lav områdespecificitet for at give brugerne den højest mulige grad af valgfrihed, men samtidig kan en lav områdespecificitet virke hindrende på skolegrupperes evne til at orientere sig i forhold til opgaverne (Kisiel, 2003). Skolegruppernes præference for opgaver med moderat områdespecificitet i nærværende undersøgelse indikerer at denne løsning kan være den bedste.

Elever og lærere kan være uvante med mere åbne, valgfrie opgaver. Novak (2005) fandt at skolesystemet kan vænne elever til hovedsageligt at benytte sig af udenadslære. For elever der er vant til at lede efter spørgsmålenes entydige, korrekte svar, kan opgaver med større grad af valgfrihed virke frustrerende (Lucas & McManus, 1986). Men i det aktuelle studie foretrak skolegrupperne de opgaver der gav dem valgfrihed, og disse opgaver blev løst af grupperne på flere forskellige steder og på flere forskellige måder. Selv nogle af de mere områdespecifikke opgaver blev løst ved hjælp af andre udstillingselementer end dem der var specificeret i opgaven. Således kunne endnu mere valgfrihed på sigt inkorporeres i opgavearket.

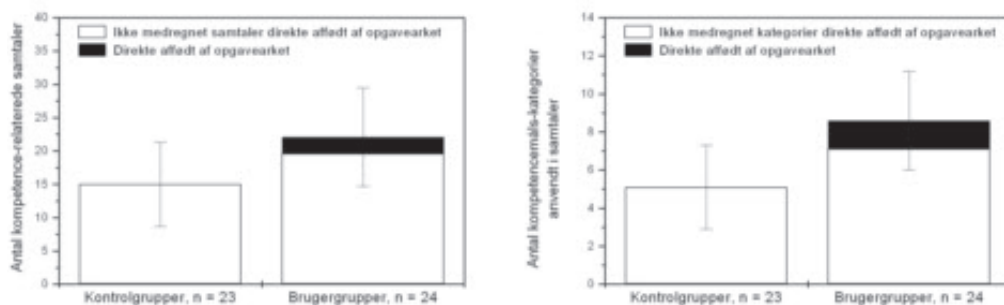
Fører brugen af opgavearket til øgede muligheder for læring?

Børn lærer ved langsomt at konstruere viden over længere tidsperioder, og nye oplevelser indbygges som regel ikke øjeblikkeligt (Roschelle, 1995). For at undersøge læring kan det derfor være nødvendigt at iagttage de processer der indikerer at læringen finder sted, snarere end processernes produkt (Griffin, 1999). For at undersøge læring på et museum kan det derfor være vigtigt at analysere aspekter af selve museumsbesøget snarere end at forsøge at måle de besøgendes videnstilegnelser (Ansbacher, 1999).

I denne undersøgelse blev samtaler betragtet som indikatorer for potentiel læring. Forskning viser en sammenhæng mellem samtaler og læring (Griffin, 1999). Studier har vist at elever og studerende udvikler mere sammenhængende teorier i naturfag når de forsøger at formulere forklaringer på de fænomener de iagttager (Chi et al., 1994; Okada & Simon, 1997), og Borun et al. (1996) fandt en korrelation mellem familiers læring under et museumsbesøg og deres samtaler.

Analyse

Skolegruppernes brug af opgavearket the Chaperone's Guide havde en tydelig effekt på deres museumsbesøg. Brugergrupperne havde målbart flere kompetencerelaterede samtaler end kontrolgrupperne, og denne forskel består selv hvis de kompetencerelaterede samtaler som blev direkte affødt af opgavearket (besvarelser af spørgsmålene på arket), ikke medregnes (figur 5). Betragtes samtalerne diversitet, altså hvor mange forskellige kompetencemål skolegrupperne viste tegn på at have forstået, ses samme mønster: Brugergrupperes samtaler har en målbart højere diversitet end kontrolgrupperes, selv hvis den ekstra diversitet der direkte skyldes opgavearket, ikke medregnes (figur 5).



Figur 5. Antal samtaler (t.h.) og samtalerne diversitet (t.v.) hos kontrolgrupper og brugergrupper. Standardafvigelser er angivet.

Diskussion

Skolegrupper, både med opgavearket og uden, havde kompetencerelaterede samtaler under deres besøg på North Carolina Museum of Natural Sciences. Antallet af samtaler blandt skolegrupper på besøg på North Carolina Museum of Natural Sciences var generelt højt: 15 samtaler i gennemsnit for hvert kontrolgruppebesøg og 19 samtaler i gennemsnit for hvert brugergruppebesøg. Disse hyppigheder er sammenlignelige med dem der er observeret under familiebesøg (Ash, 2002; Allen, 2002), og sammen indikerer disse resultater at både familier og skolegrupper har en klar dagsorden med hensyn til læring under museumsbesøget (Allen, 2002).

Perspektivering

Resultaterne af denne undersøgelse understøtter idéen om at opgaveark kan udnytte museers muligheder, og at sådanne opgaveark samtidig kan medføre et øget læringspotentiale for brugerne. Ved at analysere udvalgte aspekter af et opgaveark i lyset af tre ofte fremsatte kritikpunkter er her udviklet nogle forslag som tilgodeser både skolers behov og museers identiteter. I den større undersøgelse som denne artikel er et uddrag af, dannede vi ud fra litteraturen en mere tilbunds gående række anbefalinger for design af opgaveark der netop kunne imødekomme både skoler og museer. I denne syntese blev der især gjort brug af the Contextual Model of Learning (Falk & Dierking, 2000) som omhandler læring i uformelle læringsituationer såsom på museer. Vi fremsatte de følgende anbefalinger for opgaveark (i ikke-prioriteret rækkefølge):

1. *Opgavemængde*. Der bør være tilpas få opgaver til at eleverne kan få tid til at udforske museet på egen hånd, at interagere med museets formidlere og at orientere sig.
2. *Orientering*. Det kan være nemmere for eleverne at orientere sig hvis opgavearket benytter populære og iøjefaldende opstillinger, hvis eleverne inden museumsbesøget introduceres for opgavearket, og hvis opgavearket indeholder hjælp til at finde vej.
3. *Områdespecificitet*. Hvis opgaverne er alt for områdespecifikke, altså kun kan løses inden for et meget specifikt område, har eleverne ikke meget valgfrihed. Lav områdespecificitet giver eleverne mere frihed til at søge svar.
4. *Formidlingsmedium*. Opgavearket bør benytte sig af opstillinger der har plads til grupper af brugere, og fokusere på iagttagelse af genstande snarere end læsning af tekst.
5. *Grad af valgfrihed*. Opgaverne på opgavearket bør give brugerne rådighed over hvor og hvordan opgaverne skal løses. Opgaverne bør være åbne, altså have flere muligheder for rigtige svar.
6. *Sværhedsgrad*. Opgavernes sværhedsgrad bør tilpasses brugernes alders- og udviklingstrin. Sværhedsgraden bør variere, så grupper af elever med forskellige udviklingstrin tilgodeses. Opgaverne bør behandle koncepter snarere end fakta.
7. *Svarformat*. Opgavearket bør fordre en række forskellige svarformater (skrevet, ikke-skrevet, verbal, ikke-verbal).
8. *Andre kriterier*. Opgavearket bør være beregnet til grupper af brugere snarere end individer. Opgaverne bør afspejle læreplanen.

Et opgaveark der designes omhyggeligt med hensyn til de ovennævnte anbefalinger, kan medføre et forøget læringsudbytte uden at give afkald på den frie museumsop-

levelse. På trods af dette synes lærere i praksis at foretrække en type opgaveark der skaber en mere styret klasseværelsessituation (Kisiel, 2007). Dette kan skyldes at de er tilbageholdende med at give deres elever for meget valgfrihed og derfor søger at skabe en situation som de er bekendte med og kan kontrollere (Griffin & Symington, 1997). En af opgaverne for museerne kan derfor være at hjælpe lærere til bedre at forstå de særlige muligheder der ligger i et museumsbesøg (Kisiel, 2003).

Flere studier har påpeget at den vigtigste rolle for et opgaveark kan være at skabe rammerne om et museumsbesøg (McManus, 1985; Lucas & McManus, 1986). Bamberger & Tal (2007) fandt at aktiviteter der tillader kontrolleret valgfrihed, udnytter museets muligheder bedst, og fortalere for opgaveark ser dem da også som redskaber der kan skærpe og fastholde elevernes opmærksomhed (Kisiel, 2003; Lomholt, 2004). Denne rolle blev ikke direkte undersøgt for the Chaperone's Guide, men ud fra opgavearkets virkning med både direkte og indirekte at forøge antallet og diversiteten af kompetencerelaterede samtaler kan der argumenteres for at opgavearket var en væsentlig faktor i dannelsen af en læringsramme for skolegruppernes besøg.

Referencer

- Allen, S. (2002). Looking for learning in visitor talk: a methodological exploration. I: G. Leinhardt, K. Crowley & K. Knutson (red.), *Learning conversations in museums* (1. udgave, s. 259-303). Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Ansbacher, T. (1999). Experience, inquiry, and making meaning. *Exhibitionist*, 18(2), s. 22-26.
- Ash, D. (2002). Negotiations of thematic conversations about biology. I: G. Leinhardt, K. Crowley & K. Knutson (red.), *Learning conversations in museums* (1. udgave, s. 357-400). Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Bamberger, Y. & Tal, T. (2007). Learning in a personal context: levels of choice in a free choice learning environment in science and natural history museums. *Science Education*, 91(1), s. 75-95.
- Borun, M., Chambers, M. & Cleghorn, A. (1996). Families are learning in science museums. *Curator*, 39(2), s. 123-138.
- Borun, M. & Dritsas, J. (1997). Developing family-friendly exhibits. *Curator*, 40(3), s. 178-192.
- Bowker, R. (2002). Evaluating teaching and learning strategies at the Eden project. *Evaluation and Research in Education*, 16(3), s. 123-135.
- Brooke, H. & Solomon, J. (2001). Passive visitors or independent explorers: responses of pupils with severe learning difficulties at an interactive science centre. *International Journal of Science Education*, 23(9), s. 941-953.
- Burtnyk, K.M. (2004). Chaperone-led field trips: the road less traveled? *ASTC Dimensions*, September/oktober, s. 12-15.
- Canizales de Andrade, R. (1990). Comparisons of learning from structured and nonstructured visits to a science exhibit. *Dissertation Abstracts International*, 51(1), s. 127.

- Chi, M.T.H., de Leeuw, N., Chiu, M.H. & LaVancher, C. (1994). Eliciting self-explanations improves understanding. *Cognitive Science*, 18, s. 439-477.
- Cox-Petersen, A.M., Marsh, D.D., Kisiel, J. & Melber, L.H. (2003). Investigation of guided school tours, student learning, and science reform recommendations at a museum of natural history. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(2), s. 200-218.
- Falk, J.H. & Dierking, L.D. (2000). *Learning from museums: visitor experiences and the making of meaning*. Walnut Creek, CA: Altamira press.
- Fry, H. (1987). Worksheets as museum learning devices. *Museums Journal*, 86, s. 219-225.
- Griffin, J. (1999, March). *An exploration of learning in informal settings*. Paper præsenteret på National Association for Research in Science Teaching, Boston, USA.
- Griffin, J. (2004). Research on students and museums: looking more closely at the students in school groups. *Science Education*, 88 (Suppl. 1), S59-S70.
- Griffin, J. & Symington, D. (1997). Moving from task-oriented to learning-oriented strategies on school excursions to museums. *Science Education*, 81, s. 763-779.
- Kisiel, J. (2003). Teachers, museums and worksheets: a closer look at the learning experience. *Journal of Science Teacher Education*, 14(1), s. 3-21.
- Kisiel, J. (2007). Examining teacher choices for science museum worksheets. *Journal of Science Teacher Education*, 18(1), s. 29-43.
- Lomholt, S. (2004). Iagttagelse fremmer forståelsen. *Kaskelot*, 143, s. 30-33.
- Lucas, A.M. & McManus, P. (1986). Investigating learning from informal sources: listening to conversations and observing play in science museums. *European Journal of Science Education*, 8(4), s. 341-352.
- Lucas, K.B. (2000). One teacher's agenda for a class visit to an interactive science center. *Science Education*, 84, s. 524-544.
- Markovits, H. & Vachon, R. (1990). Conditional reasoning, representation, and level of abstraction. *Developmental Psychology*, 26(6), s. 942-951.
- Matusov, E. & Rogoff, B. (1995). *Evidence of development from people's participation in communities of learners*. Washington: American Association of Museums, Technical Information Service.
- McManus, P. (1985). Worksheet-induced behaviour in the British Museum (Natural History). *Journal of Biological Education*, 19(3), s. 237-242.
- Mortensen, M.F. & Smart, K. (2007). Free-choice worksheets increase students' exposure to curriculum during museum visits. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(9), s. 1389-1414.
- North Carolina Board of Education/Department of Public Instruction (1999). Science curriculum: Standard course of study and grade level competencies. www.ncpublicschools.org/curriculum/science/ (lokaliseret 31. januar 2008).
- Novak, J.D. (2005). Results and implications of a 12-year longitudinal study of science concept learning. *Research in Science Education*, 35, s. 23-40.

- Okada, T. & Simon, H.A. (1997). Collaborative discovery in a science domain. *Cognitive Science*, 21(2), s. 109-146.
- Parsons, C. & Muhs, K. (1996). Field trips and parent chaperones: a study of self-guided school groups at the Monterey Bay Aquarium. *Visitor Studies: Theory, Research, and Practice*, 7, s. 57-61.
- Price, S. & Hein, G.E. (1991). More than a field trip: science programmes for elementary school groups at museums. *International Journal of Science Education*, 13(5), s. 505-519.
- Quistgaard, N. (2006). Oplevelsen og udbyttet af skolebesøg på teknik- og naturvidenskabscenter. *MONA*, 2006(1), s. 23-40.
- Rahm, J. (2004). Multiple modes of meaning-making in a science center. *Science Education*, 88, s. 223-247.
- Rennie, L.J. & McClafferty, T.P. (1995). Using visits to interactive science and technology centers, museums, aquaria and zoos to promote learning in science. *Journal of Science Teacher Education*, 6(4), s. 175-185.
- Roschelle, J. (1995). Learning in interactive environments: prior knowledge and new experience. In J.H. Falk & L.D. Dierking (red.), *Public Institutions for Personal Learning: Establishing a Research Agenda* (s. 37-51). Washington: American Association of Museums.
- Schatz, D. (2004). The field trip challenge: finding common ground. *ASTC Dimensions*, September/oktober, s. 3-5.

Naturvidenskab som stofområde og som metode¹

John Dewey (oversat af Jan Teuber)

Introduktion

Af Jens Dolin, Institut for Naturfagenes Didaktik, Københavns Universitet

Vi har i redaktionskomiteen for MONA besluttet at supplere de almindelige artikler med en række "klassiske" artikler inden for det matematik- og naturfagsdidaktiske felt. Det drejer sig om artikler som har været banebrydende, dagsordensættende eller blot fremragende forskning og formidling, og som stadig har relevans i dag. De kan således tjene som en perspektivering af aktuelle problematikker og vise os at aktuelle problemer ofte har været på banen tidligere i historien, dog typisk i andre kontekster. Denne artikel af John Dewey er den første i rækken.

Dewey (1859-1952) er en af de store filosofiske, samfundsorienterede og pædagogiske tænkere, hvis idéer og grundsyn stadig er levende og betydningsfulde for nutidens mennesker. Han forsøgte gennem sit omfattende forfatterskab (hans samlede værker fylder 37 bind!) at opstille muligheder for en brugbar videnskab og en anstændig moral baseret på demokratiske principper i en stadig foranderlig verden. Han kan på sin vis opfattes som postmodernismens *grand old man*, men uden den nuværende postmodernismes værdirelativisme og "anything goes".

Svend Brinkmann skriver i "Introduktion til John Dewey" (Reitzels Forlag, 2006) at "Dewey lærer det moderne menneske, at vores erfaring af virkelighedens, tilværelsens og fornuftens skrøbelige, vaklende og omskiftelige natur ikke efterlader os håbløse, men i stedet bør indgyde os mod til at mestre verden bedst muligt i de fællesskaber, vi uundgåeligt lever og udvikler os i, som de sociale dyr, vi er" (s. 11). Selv om verden er kontingent og ustabil, så betyder det ikke "at videnskaben mister legitimitet, at moralen bliver subjektiv, eller at tilværelsen bliver meningsløs – heller ikke selv om Darwin, Hegel eller Bohr har undermineret vores tro på en stabil verden" (s. 12).

Deweys pædagogiske tanker er ofte blevet ligestillet med reformpædagogikken, og han er taget til indtægt for at barnet antiautoritært skal opbygge sin egen opfattelse bl.a. gennem handlinger. Dette er dog en meget misvisende karakteristik af Dewey. I sine pædagogiske skrifter balancerer Dewey mellem en fagcentrering og en elevcentrering, idet han opfatter begge som problematiske og i stedet lægger vægt på fællesskabet og de historiske erfaringer som ramme for undervisning.

Dewey var ikke naturvidenskabsmand, men han beskæftigede sig med naturfilosofi og forholdet mellem videnskab og etik, mellem videnskabelig erkendelse og humanistiske værdier. På sin vis forsøgte han at opretholde en enhed mellem (natur)

1 Denne artikel er Deweys tale ved 1909-konferencen i American Association for the Advancement of Science. Den udkom oprindeligt med titlen "Science as Subject-Matter and as Method" i *Science*, 31(787), 1910, s. 121-127. Den er gengivet ud fra et genoptryk i *Science & Education*, 4, s. 391-398, 1995, og bragt her med venlig tilladelse fra AAAS.

videnskaben og humaniora, hvilket er interessant i en tid hvor "fakulteterne" rendyrkes som vidensområder med særegne erkendelsesformer.

Mange af disse aspekter tematiseres i den her oversatte artikel "Naturvidenskab som stofområde og som metode". Artiklen tager udgangspunkt i en manglende interesse blandt unge for en naturvidenskabelig uddannelse – et problem som også i dag 100 år senere er aktuelt. Dewey mener at meget af skylden kan tillægges den måde som der undervises på i naturfagene, bl.a. fordi der herigennem manifesteres en modsætning mellem hverdagslivets konkrete og specifikke adfærd og naturvidenskabens abstrakte og utilgængelige universalitet.

En løsning for Dewey er at lade naturvidenskaben som metode gå forud for naturvidenskaben som fagstof. Eleverne skal tage del i tilblivelsen af viden for at lære og kunne anvende en videnskabelig tankegang. Dewey skelner her ikke mellem forskellige videnskaber, men anser naturvidenskabens måde at frembringe viden på som den eneste rigtige og frugtbare. Ved at lære denne videnskabelsesproces vil eleverne bedre kunne begå sig i og kunne præge det demokratiske samfund – mere produktion og mindre reproduktion af viden!

Naturvidenskab som stofområde og som metode

Når man som jeg ikke kan påstå at være ekspert inden for nogen gren af naturvidenskaben, kan man kun påtage sig at diskutere undervisning i naturvidenskaben med en vis risiko for indbildskhed. Men som det er nu, er der en meget stor kløft mellem de naturvidenskabelige specialister og dem der er interesseret i naturvidenskab på grund af dens betydning i livet, det vil sige på grund af dens uddannelsesmæssige betydning. Derfor ser jeg ingen anden måde til fremme af denne for uddannelsens fremskridt så påkrævede gensidige forståelse end at vi alle åbenhjertigt udtaler os om vores egne overbevisninger, selv hvis vi derved røber vores begrænsninger og uberettiget træder derhen hvor vi ingen anden adkomst har end høflighedens.

Jeg tillader mig at gå ud fra at alle med interesse for at sikre naturvidenskaberne den plads der tilkommer dem i uddannelserne, vil føle en vis skuffelse ved de hidtil opnåede resultater. De strålende forudsigelser til deres ære er kølnet noget af realiteterne. Naturligvis skyldes denne relative mangel til dels den modvilje som vogterne af undervisningens traditioner og idealer har imod at give de naturvidenskabelige studier hvad der rettelig tilkommer dem. Men med tanke på den omtrentlige ligestilling der er blevet naturvidenskaben til del i dag, sammenlignet med dens status for to generationer siden, kan denne årsag ikke alene forklare det utilfredsstillende udfald. I betragtning af mulighederne er de studerende ikke flokkedes til det naturvidenskabelige studium i de forudsagte antal, ej heller har naturvidenskaben modificeret ånd og hensigt i uddannelse generelt i en udstrækning som står mål med hvad der er fremført desangående. Årsagerne til dette resultat er mange og komplekse. Jeg forsøger blot at udpege det der for mig synes at være en enkelt væsentlig årsag, og hvis afhjælpning primært ligger hos videnskabsmændene selv. Jeg mener at der er

blevet undervist for meget i naturvidenskab som en ophobning af brugsklart materiale som de studerende skal gøre sig fortrolige med, og ikke nok i naturvidenskab som en metode til tænkning efter hvis forbillede almindelige tankegange agtes omdannet.

Blandt de fortalere for en litterær uddannelse som har taget til genmæle mod naturvidenskabens påstande, har Matthew Arnold været enestående fornuftig. Han erkendte menneskets behov for at vide noget – for at vide en hel del – om de naturlige vilkår for deres egne liv. Eftersom mennesket må indånde luft, er det således tilrådeligt at vide noget om luftens sammensætning og lungernes virkemåde. Da naturvidenskaberne ydermere er blevet udviklet af mennesker, består en vigtig del af den humanistiske kultur, herunder kendskabet til det bedste som mennesker har sagt og tænkt, i at gøre sig bekendt med de bidrag som de store historiske anførere af naturvidenskaben har ydet.

Med disse indrømmelser bag sig insisterede Matthew Arnold på at det vigtigste, det uundværlige i uddannelse, er at blive bekendt med selve menneskelivet, dets kunst, dets litteratur, dets politik og livets omskifteligheder. En sådan viden, fastholder han, berører mere nært vores embeder og ansvarligheder som mennesker eftersom disse trods alt er over for mennesker og ikke fysiske genstande. En sådan viden holder til-lige følelserne og fantasien i tømme og bearbejder personligheden mens viden om ting er og bliver en passiv besiddelse af spekulativ intelligens.

De der ikke desto mindre mener at naturvidenskaberne har en rolle at spille i uddannelsen på lige fod med – i det mindste – litteraturens og sprogets, har måske noget at lære af denne påstand. Hvis vi opfatter naturvidenskaben og den litterære kultur som ikke andet end så og så meget fagstof, er hr. Arnolds påstand da ikke i al væsentlighed rimelig? Anskuet fra dette standpunkt virker viden om menneskelige anliggender iklædt personlige omstændigheder vigtigere og mere individuelt tiltalende end viden om fysiske ting bibragt i upersonlige omstændigheder. Man kunne udmærket indvende over for Arnold at han har ignoreret de naturlige kræfter og betingelsers plads i menneskelivet og derved skabt en dualisme der ikke kan opret-holdes. Men det ville ikke være let at benægte at kendskabet til Thermopylae har lettere ved at væve sig ind i det korpus af emotionelle billeder som ansporer mænd til handling, end formlen for accelerationen af en flyvende pil har; eller at Burns' digt om tusindfryden trænger sig mere tvingende ind i det dynamiske syn på livet end informationen om tusindfrydens morfologi gør.

Naturkendsgerningers uendelig omfattende egenart, og den universelle egenart af lovene formuleret om dem, hævdes undertiden at give naturvidenskaben et fortrin frem for litteraturen. Men set fra det uddannelsesmæssige standpunkt viser denne formodede overlegenhed sig at være en mangel; det vil sige så længe vi indskrænker os til synspunktet vedrørende fagstoffet. Alene fordi naturkendsgerningerne er mang-foldige og uudtømmelige, begynder de intetsteds og ender i særdeleshed intetsteds

hvormed de ikke, udelukkende i deres egenskab af kendsgerninger, er det bedste råmateriale for uddannelse af dem hvis liv er forankret i aldeles lokale situationer, og hvis livsforløb er uigenkaldeligt begrænsede og specifikke. Hvis vi vender os fra detaljerigdom til almene love, vil vi ganske rigtigt konstatere at naturvidenskabens love er universelle, men vi må også konstatere at rent undervisningsmæssigt vil deres universalitet betyde abstrakthed og utilgængelighed. Adfærdens betingelser, interesser og endemål er ufravigeligt konkrete og specifikke. Vi lever ikke i et medium af universelle principper, men i kraft af tilpasninger, gennem indrømmelser og kompromiser, hvor vi efter bedste evne kæmper for at øge det konkretes rækkevidde her og nu. Så i det omfang det handler om at have kendskab, er det den individualiserede og menneskeligt afgrænsede slags som gør en forskel, ikke den rent universelle og den udtømmeligt mangeartede.

Disse overvejelser er yderst teoretiske. Men de har særdeles praktiske modstykker i skolepraksis. En af underviserens alvorligste vanskeligheder når han i god tro ønsker at gøre noget værdifuldt med naturvidenskaberne, er deres antal og den ubegrænsede mængde materiale i hver enkelt af dem. Til tider kan det virke som om den undervisningsmæssigt forhåndenværende naturvidenskab er ved at bryde sammen på grund af dens rene og skære masse. Der er på samme tid så meget naturvidenskab og så mange naturvidenskaber at lærerne vakler hjælpeløse mellem vilkårlig udvælgelse og undervisning i lidt af hvert. Hvis nogen måtte betvivle dette udsagn, lad ham da overveje hvorledes det er gået naturfagsundervisningen i underskolen de sidste to årtier.

Er der noget på jorden eller i vandene under jorden eller i himlen som de fortvivlede lærere ikke har grebet til? Besøg de skoler hvor de har dyrket studierne af naturen samvittighedsfuldt. På én skole bevæger man sig med nidkær travlhed fra blade til blomster, fra blomster til mineraler, fra mineraler til stjerner, fra stjerner til industrielle råmaterialer, derpå tilbage til blade og sten. På en anden skole finder man børn som energisk kæmper med at holde trit med det der så fornøjeligt kaldes det "rullende år". De nedfælder visningerne på barometer og termometer; de indtegner ændringer og hastigheder for vindene; de udtømmer farveblyanters kombinationer for at kunne angive mængden af solskin og skyer i på hinanden følgende dage og uger; de registrerer de skiftende højder af solens skygger; de lægger nedbørsmængder og luftfugtigheder sammen – og i sidste ende har det rullende år, ligesom den rullende sten, ikke samlet meget mos.

Kan det undre at lærerne efter en stund længes efter begrænsningerne ved den gode gammeldags læring – efter den engelske grammatik hvor ordklasserne kan falde til syv men aldrig overstige ni; efter lærebogens geografi med dens strengt urørlige antal verdensdele; ja, selv efter krigenes felttog og kongerækkerne fordi de ikke kan strækkes længere end til et vist punkt, og efter de litterære perler hvor en eneste bog rummer alle de "Digte Hvert Barn Bør Kende".

Der er mange som ikke tror på den store forskel i om børnene lærer det ene eller det andet i underskolens undervisning i naturvidenskab. Jeg er ikke enig heri, for i det store og hele tror jeg at holdningen over for studiet af naturvidenskab grundfæstes i de unge år, og at det også bør være sådan. Under alle omstændigheder kan man spørge om hvorledes situationen på de højere klassetrin adskiller sig fra den netop beskrevne. Enhver der har fulgt de sidste femogtyve års diskussioner på de videregående uddannelsessteder vedrørende adgangskriterier i de naturvidenskabelige fag, vil kunne bevidne at situationen har været en særdeles ustabil ligevægt mellem kravene om en lille smule fra frygtelig mange naturvidenskaber, en god portion (forholdsmæssigt) fra en af dem, en kombination af én biologisk og én eksakt videnskab og elevens frie valg mellem én, to eller tre ud af en liste på seks eller syv nærmere angivne videnskabsgrene. Den eneste sikre generalisering er at uanset hvilken kurs en given institution slår ind på, vil den ændre denne kurs mindst lige så ofte som menneskets organisme siges at forny sig selv. Tendensen er sikkert gået i retning af nedskæring, men enhver der har fulgt de pædagogiske diskussioners historie, vil medgive at hvert meningskift om hvilket fagstof der skal undervises i, er blevet ledsaget af en meningsmodifikation angående de dele af et eventuelt udvalgt og fremhævet fagområde.

Al denne forandring er i en vis udstrækning et symptom på sund aktivitet idet der i særlig grad er behov for forandring i en gruppe af studier så nye at de må bane deres egen vej fordi de ikke har noget traditionskorpus at falde tilbage på sådan som det er tilfældet med indlæring af sprog og litteratur. Men dette princip dækker knap nok hele forandringsfeltet. En væsentlig del skyldes ikke intelligent eksperimenteren og udforskning, men snarere blind aktion og reaktion eller en ihærdig sjæls anstrengelser for at udbrede en eller anden emfatisk doktrin.

Lad os forestille os en sprogundervisningshistorie hvori det hedder: "Slutningen af halvfjerdsere og begyndelsen af firserne i det nittende århundrede var vidne til en påfaldende vækst i den opmærksomhed der blev sprogene i gymnasierne til del. Hundreder af skoler begyndte at følge en omfattende og udførlig plan som dækkede næsten hele det sproglige landskab. Hvert af de tre af årets perioder blev helliget et sprog. Første år dækkede man latin og græsk og sanskrit; næste år fransk, tysk og italiensk; mens sidste år blev overladt til repetition og til hebraisk og spansk som valgfri studier".

Dette lærestykke i historisk parallelisme rejser spørgsmålet om den egentlige kilde til den undervisningsmæssige værdi af eksempelvis latin. Hvor meget kommer fra dets væren "humaniora", dets bibringelse af indsigt i det bedste som verden har tænkt og sagt, og hvor meget dets konstante dyrkelse i mindst fire år? Hvor meget fra den graduerede og velordnede tilrettelæggelse som dette lange tidsrum både tillod og foreskrev? Hvor meget kommer fra den kumulative indsats bestående i konstant tilbagevenden til det tidligere indlærte, ikke i kraft af den blotte monotone gentagelse,

men som et nødvendigt hjælpemiddel til senere resultater? Er vi ikke berettigede til at konkludere at den af studiet forlangte metode er kilden til dens effektivitet snarere end noget der er iboende i indholdet?

Hermed er vi igen fremme ved artiklens primære påstand, nemlig at den naturvidenskabelige undervisning har lidt under så ofte at være blevet præsenteret som blot og bar brugsklar viden, som kendsgerningernes og lovenes fag, i stedet for som den effektive undersøgelsesmetode i et hvilket som helst fag.

Naturvidenskaben kunne udmærket tage ved lære af den faktiske, snarere end den påståede, omgang med klassikerne i skolerne. Påstanden om deres berettigelse har angivelig beroet på deres kulturelle værdi; men den idérige indsigt i menneskelige anliggender har måske været det sidste som den gennemsnitlige elev har fået ud af sin omgang med klassikerne, bortset fra ved evt. tilfældigheders indvirkning. Hans tid er af nødvendighed gået til beherskelsen af et sprog, ikke til påskønnelse af menneskeheden. Til en vis grad er det akkurat på grund af den nødtvungne forenkling (for ikke at sige magerhed) at eleven lærer sig, om noget overhovedet, en vis vanemæssig metode. I sin forvirring over den tradition der anser stoffet i faget for at være den virksomme faktor, har naturvidenskabens forkæmper troet at han udelukkende kunne argumentere for sin sag ud fra analoge grunde, og dermed er han blevet vildledt til at basere sin sag på den overlegne betydningsfuldhed af hans specielle fagstof; ja, endog til bestræbelser på at øge omfanget af det naturvidenskabelige fagstof i uddannelserne yderligere. Spencers fremgangsmåde er typisk. For at fremme naturvidenskabens forrang rejste han spørgsmålet om hvilken viden, hvilke kendsgerninger der er af størst nytte for livet, og ved sin besvarelse af spørgsmålet gennem dette kriterium om værdi af fagstof bestemte han sig til fordel for naturvidenskaberne. Efter således at have identificeret uddannelse med ophobning af information kan det ikke overraske at han i resten af sit liv udbredte den lære at man kan forvente forholdsvis lidt af uddannelse i retning af moralsk oplæring og sociale reformer, eftersom adfærdsmotiverne ligger i affektioner og aversioner, ikke i den blotte anerkendelse af kendsgerninger.

Hvis der er nogen som helst viden der har størst værdi, må det da være viden om de måder der berettiger noget til at kaldes viden frem for kun at være meninger eller gætværk eller dogmer.

Sådan viden kan aldrig læres af sig selv; den er ikke information, men en intelligent praksis, en vanemæssig tankegang. Kun ved at tage del i tilblivelsen af viden, ved at overføre gætterier og meninger til en gennem undersøgelse retfærdiggjort overbevisning, kan man nogensinde få kendskab til denne måde at vide noget på. Fordi deltagelsen i videnstilblivelsen har været sparsom, og fordi troen på det slagkraftige i at gøre sig bekendt med visse slags kendsgerninger har ligget i tiden, har naturvidenskaben ikke opnået det inden for uddannelse som var blevet forudsagt.

Vi definerer naturvidenskaben som systematiseret viden, men denne definition er

aldeles tvetydig. Betyder det summen af kendsgerninger, fagstoffet som sådant? Eller betyder det de processer med hvilke noget der er berettiget til at kaldes viden, kommer til verden, og orden opstår i erfaringens kaos? At naturvidenskab betyder begge disse ting, vil man utvivlsomt svare, og det med rette. Men ordnet efter både tid og betydning går naturvidenskaben som metode forud for naturvidenskaben som fagstof. Systematiseret viden er kun naturvidenskab i kraft af den omhu og grundighed hvormed den er blevet eftersøgt, udvalgt og arrangeret. Kun ved at presse sprogets langmodighed hinsides det anstændige kan vi betegne den slags information tilegnet i brugsklar form, uden aktiv eksperimenteren og afprøvning, for naturvidenskab.

Styrken i denne påstand er ikke helt identisk med den kendte almindelighed fra naturvidenskabelig indlæring at lærebog og forelæsning ikke er nok; at den studerende må have laboratorieøvelser. En studerende kan tilegne sig laboratoriemetoder som en mængde isoleret og endegyldigt stof, akkurat som han på samme måde kan tilegne sig materiale fra en lærebog. Ens mentale indstilling ændrer sig ikke nødvendigvis bare fordi man går ind i visse fysiske manipulationer og håndterer visse redskaber og materialer. Mangen en studerede har tilegnet sig fingerfærdighed og duelighed i laboratoriemetoder uden at det nogensinde er faldet ham ind at de har noget som helst at gøre med at konstruere overbevisninger som alene er værdige til påskriften viden. At gøre bestemte ting, at lære bestemte fremgangsmåder, er for ham kun en del af det fagstof der skal tilegnes; de hører til eksempelvis kemien, ganske som symbolerne H_2SO_4 eller atomteorien. De indgår i de arkana som er i færd med at åbenbares for ham. For at gå videre ind i mysteriet må man selvfølgelig mestre dets ritual. Og hvor let bliver laboratoriet ikke liturgisk! Kort sagt er det et problem og et vanskeligt problem at håndtere således at de tekniske metoder benyttet i et fagemne bliver bevidste instrumenter til erkendelse af betydningen af viden – hvad der forlanges af tænkemåde og søgen efter belæg før noget som helst kan overgå fra holdningernes, gætværkets og dogmernes domæne til riget af viden. Men medmindre denne forestilling nyder fremme, kan vi næppe påstå at et individ er blevet oplært i naturvidenskab. Dette problem, at forvandle laboratorieteknik til intellektuel formåen, er endnu mere påtrængende end det at drage nytte af information hentet i bøger. Næsten hver eneste lærer har fået indtøjet den rene boglærdoms utilstrækkelighed, men de flestes samvittighed finder udmærket ro hvis blot eleverne sendes igennem nogle laboratorieøvelser. Er det ikke ad eksperimentets og induktionens vej at naturvidenskaben udvikles?

Jeg håber at man ikke vil tro at jeg ved at dvæle ved den naturvidenskabelige undervisnings relative mangelfuldhed og tilbageståenhed vil benægte dens uomstridte resultater og forbedringer, hvis jeg nu fortsætter med at påpege i hvilken forholdsvis beskeden grad det er lykkedes den naturvidenskabelige undervisning at beskytte den såkaldte oplyste offentlighed imod genopblussen af alle hånde fællesovertro og tåbeligheder. Nej, man kan gå endnu længere og sige at den naturvidenskabelige

undervisning ikke alene ikke har beskyttet de mænd og kvinder som har gået i skole, mod genkomsten af enhver slags okkultisme, men at den til en vis grad har banet vejen for denne genoplivelse. Har naturvidenskaben ikke afsløret mange undere? Hvis radioaktivitet er en fastslået kendsgerning, hvorfor er telepati da ikke højest sandsynlig? Skal vi, som en litterær idealist for nylig ynkværdigt forespurgte, medgive at den blotte rå materie har den slags egenskaber, og fornægte at sinde har dem? Når der er taget behørigt hensyn til avisers og tidsskrifters skrupelløse villighed til at publicere hvert eneste vidunder fra den såkaldt videnskabelige forskning som kan give enhver udkørt læser en øjeblikkelig følelse af henrykkelse, er der stadig, tror jeg, et stort residuum af publiceret stof man kun kan forklare på grundlag af tyk ærlig uvidenhed. Så mange ting har naturvidenskaben sagt god for; så mange ting man ville have anset for absurde, er blevet underbygget, hvorfor da ikke en til, og hvorfor ikke denne her? Viderebringelse af naturvidenskaben som fagstof har indtil nu overhalet opbygningen af en videnskabelig tankegang i uddannelserne, at der til en vis grad er grebet ind i menneskeheds naturlige sunde fornuft, til skade for denne.

En del af tidens rapmuede trostilkendegivelser og kvasi-skepsis må også tilskrives den naturvidenskabelige undervisnings tilstand. Det blot normalt kulturelt dannede menneske er klar over de hastige forandringer i fagstof, og med den tillærte forståelse af at fagstoffet og ikke metoden udgør naturvidenskaben, vil han i sit stille sind notere sig at hvis dette er naturvidenskab, så er naturvidenskaben i konstant forandring, og så er der ikke nogen vished noget sted. Hvis betoningen havde ligget på angrebsmetode og beherskelse, ville han ud fra denne forandring være blevet belært om nysgerrighed, fleksibilitet og tålmodig søgen; som det er nu, bliver resultatet alt for ofte en blasert overmæthed.


Jeg mener ikke at vores skoler kan forventes at udsende deres elever udstyret som dommere om sandt og falsk i specialiserede naturvidenskabelige sager. Men at det store flertal af dem der går ud af skolen, burde have en vis forestilling om den slags bevismateriale der kræves til at underbygge bestemte typer formodninger, virker ikke urimeligt. Ej heller er det meningsløst at forvente at de burde drage ud med en livlig interesse for de måder hvorpå viden forbedres, og med et udtalt ubehag for alle konklusioner opnået i disharmoni med videnskabelige undersøgelsesmetoder. Det ville for eksempel være absurd at forvente at særlig mange skulle mestre de tekniske metoder til bestemmelse af afstand, retning og position i de arktiske områder; men det ville måske være muligt at udvikle en tankegang hos det amerikanske folk i almindelighed hvori den formodede udtalte amerikanske humoristiske sans ville tage til genmæle ved forslaget om at afgøre sagen om at have nået polen ved oldermænds beslutninger og lodtrækninger i jernbanetog eller sågar ledende avisartikler.

Hvis jeg i de forudgående bemærkninger har berørt nogle af aspekterne ved den naturvidenskabelige undervisning overfladisk frem for at have loddet dens dybder, kan

jeg ikke påberåbe mig den undskyldning at jeg ikke har indset emnets betydning. Den ene af de kun to trosartikler som står tilbage i min livsopfattelse, er at vores civilisations fremtid afhænger af den stadige udbredelse og det mere solide fodfæste af videnskabelig tankegang; og at problemet over alle problemer i vores uddannelse derfor er at finde ud af hvordan vi skal modne og effektivisere denne videnskabelige vane. Menneskeheden er indtil nu blevet styret af ting og af ord, ikke af tanke, for indtil de sidste få øjeblikke af historien har den ikke været i besiddelse af forudsætningerne for sikker og effektiv tænkning. Uden at se bort fra den trøst mennesket har haft fra dets litterære uddannelse, ville jeg endda gå så langt som til at sige at kun den gradvise erstatning af en litterær med en naturvidenskabelig uddannelse vil sikre mennesket den progressive forbedring af dets lod. Medmindre vi behersker ting, vil vi fortsat være behersket af dem; den magi som ord kaster over ting, kan ganske vist tilsløre vores underlæggelse eller gøre os mindre utilfredse over den, men det er trods alt naturvidenskaben, ikke ordene, som kaster den eneste uimodståelige fortryllelse over ting.

Naturvidenskabelig metode er ikke kun en metode som man har fundet profitabel at dyrke i dette eller hint obskure fagområde af rent tekniske grunde. Den repræsenterer den eneste metode til tænkning som har vist sig frugtbar inden for ethvert fagområde – det er hvad vi mener når vi kalder den videnskabelig. Den er ikke en særudvikling af tænkningen til højt specialiserede formål; den er tænkning for så vidt som tanken er blevet bevidst om sine egentlige mål og om den udrustning der er uundværlig for en vellykket søgen efter dem.

Det moderne krigsskib synes velegnet som symbol for naturvidenskabens nuværende stilling i liv og uddannelse. Krigsskibet kunne ikke eksistere hvis det ikke var for naturvidenskaben: matematik, mekanik, kemi, elektricitetsforsyning, teknikken bag dets konstruktion og håndtering. Men det sigte, de idealer i hvis tjeneste denne prægtige teknik kommer til udtryk, er overleveringer fra en præ-videnskabelig tidsalder, nemlig barbariets. Naturvidenskaben har hidtil haft så godt som intet at gøre med at tildanne de sociale og moralske idealer i hvis tjeneste den bliver brugt. Selv hvor naturvidenskaben har opnået sin mest opmærksomme anerkendelse, er den forblevet en tjener af formål der er pålagt af traditioner udefra. Hvis vi nogensinde skal styres af intelligens, ikke af ting og ord, må naturvidenskaben have noget at sige om *hvad* vi *gør*, og ikke bare om *hvordan* vi kan *gøre* det på den letteste og mest økonomiske måde. Og hvis denne fuldbringelse opnås, må forvandlingen ske gennem uddannelse, ved i menneskets vante tilbøjelighed og indstilling at tydeliggøre betydningen af ægte viden og af de betingelser der er nødvendige til opnåelse heraf. At deltage aktivt ved tilvirkningen af viden er menneskets højeste beføjelse og den eneste garant for dets frihed. Når vores skoler for alvor bliver laboratorier for videnstilvirkning, og ikke kværne udstyret med informationsopsamlere, vil der ikke længere være behov for at diskutere naturvidenskabens plads i undervisningen.



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.

Kommentarer

Sprog er afgørende for matematikforståelse

Michael Wahl Andersen, Videncenter for Specialpædagogik, Professionshøjskolen, København

Kommentar til artiklen "Sproglig bevidsthed som inkluderende faktor i matematikundervisningen" i MONA, 2007(4)

Sproget skal ses som en mulighed for at skabe et læringsrum der kan forbinde forudsætningerne med mulighederne. Det hentyder til at sproget er det oversættelsesled der kan skabe ny læring – altså fra det de kan uden hjælp og støtte, til de nye muligheder som ny læring kan bidrage til. Hvis eleverne ikke har de sproglige forudsætninger der skal til for at indgå i meningsfulde aktiviteter i undervisningen, fastholdes eleverne på deres aktuelle udviklingsniveau.

Denne kommentar er affødt af Lene Østergård Johansens artikel i *MONA, 2007(4)*, om sproglig bevidsthed som inkluderende faktor i matematikundervisningen. Jeg mener at artiklen er et vigtigt bidrag til den løbende diskussion om hvordan man kan kvalificere undervisningen i relation til tosprogede elever.

Det er vigtigt at vi får fokuseret på tosprogede elevers faglige udvikling, fx som det kom til udtryk i forbindelse med et tema i Danmarks Radios P1 i 2006 om indvandrerbørns muligheder i skolen. Her fortalte lektor ph.d. Bergthóra S. Kristjánsdóttir at næsten halvdelen af alle indvandrerbørn falder ud af uddannelsessystemet allerede efter folkeskolen. Denne udtalelse understøttes af en rapport udarbejdet af Danmarks Evalueringsinstitut (2007). I denne rapport konkluderes det blandt andet at tosprogede elever i gennemsnit klarer sig ringere i folkeskolen end etnisk danske elever. Ligeledes peger OECD's PISA-undersøgelse fra 2003 og den særlige Københavner-PISA på at der er en betydelig sammenhæng mellem elevernes testresultater og deres etniske baggrund. Det er interessant at dette ikke kun er en dansk problemstilling. I Norge fandt man i forbindelse med TIMMS-undersøgelsen i 1998 (Lunde, 2001) at sproglige minoritetselever klarede sig markant dårligere i forbindelse med afgangsprøverne i matematik end etnisk norske elever. Så der er al mulig grund til at prøve at forstå denne problemstilling.

I Danmark har der været fokus på at man ikke skulle opfatte tosprogede elevers

vanskeligheder som etniske vanskeligheder, men snarere som sociale problemstillinger knyttet til uddannelsesbaggrund og økonomiske forhold. Denne forståelse af problemstillingen kan der være god mening i fordi man dermed flytter fokus fra etnisk baggrund til mere generelle problemstillinger. Men som rapporten fra Danmarks Evalueringsinstitut (EVA) fortæller, har man gennem en dybtgående analyse af testresultaterne fundet at socioøkonomiske forskelle kun kan forklare omkring 50 % af forskellen på tosprogede og etnisk danske elevers præstationer. Den resterende forskel indikerer at tosprogede elever generelt har sværere betingelser i undervisningen, fx sproglige og kulturelle, end etnisk danske elever.

I forbindelse med inklusionen af tosprogede elever i grundskolen i Danmark har der overvejende været lagt vægt på én del af dette kompleks, nemlig kulturmødet. Den faglige undervisning af tosprogede elever har været underprioriteret. Ginsburg et al. (1993) problematiserer dette forhold. De argumenterer for at alle børn udvikler grundlæggende uformelle matematiske begreber før skolestarten uanset kulturel og socioøkonomisk baggrund. Alle børn har de kognitive forudsætninger der skal til for at lære matematik. At minoritets elever oftere end andre elever har svært ved matematik, kan altså ikke forklares med manglende kulturelle eller sociale forudsætninger. Lunde skærper problemstillingen når han skriver:

All ny læring bygger på tidligere erfaringer. Men det er ved bruk av begreper og språk at tenkingen skjer og kan formidles. Språkferdigheten hos eleven er trolig den viktigste forutsetningen for å lære matematikk: Forstå og bruke matematikk som et redskap både i dagliglivet og i skolen. (Lunde, 2001)

Udgangspunktet for Lene Østergård Johansens artikel er en understregning af vigtigheden af at eleverne udvikler deres kommunikative kompetence, fordi dette er en forudsætning for at tilegne sig matematisk kompetence. I artiklen sættes der især fokus på elevernes tilegnelse af fagord og førfaglige begreber. Derudover inddrages refleksioner over kommunikationens form og indhold i klasserummet som en mulighed for at kunne arbejde i matematiske undersøgelseslandskaber. Med udgangspunkt i teorien gives der to prototypiske eksempler på hvordan teorien kan omsættes i praksis. Til sidst bliver man som læser delagtiggjort i de faglige overvejelser der ligger til grund for eksemplerne, hvilket er en kvalitet ved artiklen.

Sidst i artiklen henviser Johansen til en generel model udviklet af Alrø og Skovsmose til udvikling kommunikativ kompetence i matematikundervisningen for både lærere og elever. Det er en spændende model med perspektiver for undervisningen – også – af tosprogede elever. Artiklen giver nogle spændende indgange til hvordan man kan arbejde med sprogets kommunikative side og udvikle elevernes funktionelle ordforråd.

Men sproget har såvel en kommunikativ som en kognitiv side. Sprogets to sider er indbyrdes afhængige og med en del overlap. Derfor kan det være svært præcist at afgøre hvilke sider af sproget der er i spil i en given situation. Det kognitive element i sproget giver eleverne mulighed for at udvikle tænkning og refleksion i matematik og dermed lære af den indsigt og de erfaringer de gør sig i fx matematiske undersøgelseslandskaber (Johansen, 2007). I denne kommentar vil jeg derfor diskutere sprogets overvejende kognitive side i relation til udviklingen af sproglig bevidsthed.

Sprog og læring i matematik

Brown (1997) udtrykker relationen mellem sprog og matematiklæring på følgende måde:

I suggest that since language is so fundamental, to the social formation and the individual construction of mathematical ideas, it conditions all mathematical experience.
(Brown, 1997)

Det er derfor vigtigt at der løbende sættes fokus på sprogets muligheder i matematikundervisningen, som det blandt andet kommer til udtryk i Johansens artikel.

Det sker ofte at sprog og matematiklæring skilles ad. Dermed får eleverne ikke de sproglige kompetencer der er en forudsætning for at lære matematik. Læsetræning er ikke i sig selv nok. Knifong og Holtan (1976) skriver på grundlag af en undersøgelse at elevernes læsefærdigheder spillede en mindre rolle når det gjaldt om at analysere data og finde løsninger. En konsekvens heraf må være at læsetræning i sig selv ikke nødvendigvis resulterer i en signifikant fremgang når det gælder læring i matematik.

Rönnerberg og Rönnerberg (2001) problematiserer ligeledes opdelingen af matematiklæring og sproglæring. De argumenterer for at undervisningen i matematik stiller store krav til elevernes sprogbeherskelse. Da sproget har en væsentlig indflydelse på udvikling af elevernes tænkning – også i matematik – er det en indlysende fordel at eleverne får mulighed for at anvende det sprog de behersker, i matematik. Savignon (1997) argumenterer for at begrebsdannelsen udvikles ved at man kobler ny viden til allerede eksisterende viden. De kognitive strukturer der opbygges, relaterer sig med andre ord til de lingvistiske input eleven modtager, og til elevens allerede eksisterende viden på første- og andetsproget.

Sproget er ifølge Høines (1998) ikke kun et kommunikationsmiddel, det er også et hjælpemiddel i selve begrebsudviklingen. Man udvikler begreber ved at udtrykke sig sprogligt. Høines skriver videre: *“Det er et mål i undervisningen, at hjælpe eleverne til at klargøre deres egne begreber”* (Høines, 1998). Det må derfor være en betingelse at de får mulighed for at bruge et sprog de kan udtrykke sig og tænke igennem. Ginsburg

et al. (1993) mener at det kan være et problem at der sjældent bliver gjort overvejelser over om elevens forudsætninger og begreber er forankrede i et andet sprog. For at kunne tilrettelægge et undervisningstilbud der inddrager ovenstående problemstillinger, kan man fx:

- tilrettelægge undervisningen i matematik således at den sproglige dimension styrkes så man tilgodeser alle elever – dermed får tosprogede elever mulighed for at deltage aktivt i undervisningen
- give læreren redskaber til at afgøre hvilke forhold der påvirker kvaliteten af elevernes tilegnelse af kompetencer i matematik.

Faldgruben i denne sammenhæng er at lærerne med de bedste intentioner søger at undgå den sproglige dimension for at tilgodesede de tosprogede elevers manglende sproglige kompetencer. Det gør de ved kun at lade eleverne arbejde med opgaver der i vid udstrækning ikke indeholder sproglige elementer, eller de forfalder til det Johansen i sin artikel med henvisning til Alrø og Skovsmose kalder for “det traditionelle klasseværelse”.

Sproget som en mulighed

Da der endnu ikke er fuld klarhed over hvilken betydning sproget har for læring i matematik, argumenterer Dale og Cuevas (1987) for at sproget spiller en sandsynlig rolle i følgende sammenhænge:

- Der ser ud til at være en høj korrelation mellem tosprogede elevers færdigheder i læsning og deres fremgang i matematik, især når det gælder problemløsningsopgaver der er indlejret i sproglige kontekster.
- Sproget fungerer som formidler for matematisk tænkning og refleksion. Pointen er at matematisk tænkning medieret gennem lingvistiske processer er en forudsætning for fremgang i matematik.
- Matematiklæring fordrer at eleverne tilegner sig metakognitive kompetencer i matematik for at kunne udtrykke reflekterede matematiske tanker og idéer.
- Sproget der anvendes i matematik, er en integreret del af de matematiske begreber, processer og applikationer det udtrykker.

Derfor bør undervisning i matematisk sprog ikke adskilles fra matematikundervisning. Eleverne får ofte mulighed for at praktisere læsning og lytning i matematikundervisningen, men mere sjældent får de også mulighed for at tale eller skrive om matematik.

Lærerne bør selv bruge det skrevne og talte sprog som de ønsker at eleverne skal

bruge. Hvis tosprogede elever med succes skal inkluderes i skolen, skal læreren have mulighed for at finde frem til hvilken støtte der skal gives den enkelte. Eleven har nogle forudsætninger, men også nogle individuelle muligheder som kræver støtte for at komme til udtryk. Elevernes sproglige begrebsdannelse skal udfordres. Når eleverne skal lære matematik, udfordres de af to sprog – dels dansk og dels matematik, som også fungerer som et fremmedsprog, se fx Johansens uddybning i artiklen.

Hvordan støttes eleven til at udvikle strategier til at udvikle to “fremmede sprog” samtidig?

Høgmo (1997) argumenterer for at tosprogede elever kommer i vanskeligheder når de skal deltage i samarbejde eller klasses Diskussioner hvor det er en forudsætning at de skal tolke det andre siger. Mange tosprogede elever har vanskeligt ved at tilegne sig information og reagerer uhensigtsmæssigt i et sprogligt samarbejde.

En konsekvens af dette er stadig ifølge Høgmo (1997) at tosprogede elever ofte har store vanskeligheder ved problemløsning i matematik. Høgmo (1997) har fundet at tosprogede elever var på niveau med ensprogede elever når det gjaldt færdigheds- og mekanisk regning, hvorimod der var markante forskelle ved problemløsningsopgaver der var indlejret i tekst, altså situationer hvor eleverne måtte tolke en tekst og foretage beregninger med udgangspunkt i tolkningen. For at vælge operationer der fører til korrekte løsninger, må eleverne være fortrolige med et specialiseret ordforråd. De skal også være i stand til at identificere specielle relationer mellem nøgleord og andre ordgrupper der er væsentlige for problemløsningen. Dette arbejde trækker store veksler på såvel sprogets kognitive side som på det funktionelle ordforråd.

Mit håb er at lærere med tiden kommer til at mestre sproget som den inkluderende faktor i matematikundervisningen for på den måde at imødegå de vanskeligheder som sproglige minoritets elever møder i skolens matematikundervisning.

Referencer

- Adler, J. (2001). *Teaching Mathematics in Multilingual Classrooms*. London: Kluwer Academic Publishers.
- Dale, T.C. & Cuevas, G.J. (1987). *Integrating Language and Mathematics Learning*. I: J. Crandall (red.), *ESL through Content-Area Instruction*. New Jersey: Prentice Hall Regents Engelwood Cliffs.
- Brown, T. (1997). *Mathematics Education and Language*. London: Kluwer Academic Publishers.
- Danmarks Evalueringsinstitut. (2007). *Tosprogede elever i folkeskolen: dansk som andetsprog ind i al undervisning*.

- Ginsburg, H.P. et al. (1993). Assessing Mathematical Thinking and Learning Potential in Primary Grade Children. I: M. Niss, *Investigations into assessment in Mathematical Education*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Høgmo, A. (1997). Læring fra monolog til dialog. *Norsk pedagogisk tidsskrift*, 1997(5).
- Høines, M.J. (1998). *Begynneroplæringen*. Bergen: Caspar Forlag.
- Knifong, J.D. & Holtan, B. (1976). An analysis of children's written solutions to word problems. *Journal for Research in Mathematics Education*, 1976(7), s. 227-230.
- Lunde, O. (2001). Lære matte på to språk. *Specialpedagogik*, 2001(3), s. 69-75.
- Savignon, S.J. (1997). *Communicative competence: theory and classroom practice: texts and contexts in second language learning*. New York: McGraw-Hill.

Når læreren er turist

Ophelia Achton, VIA University College

Kommentar til artiklen "Når skolen tages ud af skolen" i MONA, 2007(4)

Trine Hyllested (TH) skriver i *MONA, 2007(4)*, en artikel baseret på nogle af de konklusioner hun har uddraget i sin nyligt afsluttede ph.d.-afhandling: "Når læreren tager skolen ud af skolen". I artiklen beskrives blandt andet måden det uformelle undervisningsrum, eksemplificeret ved brugen af naturvejlederinstitutionen, bruges på i naturfagsundervisningen. Konklusionen er at alene det at tage eleverne med ud i naturen ikke nødvendigvis fremmer læreprocesserne. Det der betyder noget, er den undervisningsmæssige sammenhæng som læreren sætter besøget ind i.

Lærerens ekspertise

De mange eksperter der bidrager til naturfagsundervisningen, viser sig i væksten af tilbud om undervisning uden for skolen i form af naturvejledning og besøg på museer, landbrug, renseanlæg og diverse andre virksomheder der arbejder inden for grene af naturvidenskaben eller teknologien. Og det er der bestemt ikke noget forkert i, men det der giver stof til eftertanke, er lærerens rolle i disse besøg.

Læreren besøger de mange eksperter, men hvad er lærerens ekspertise? Når man underviser i et naturfag, må man vel forventes at være en slags ekspert inden for det fag man underviser i. Imidlertid er der noget der tyder på at en del undervisere ikke føler sig som eksperter, idet der ifølge TH er mange lærere der har svært ved at finde deres rolle når de er på besøg i det uformelle læringsmiljø. Lærerne vælger i stedet at agere som turister eller medlærende på elevniveau på ekskursionen. Der synes at være tale om en asymmetri i lærer/naturvejleder-relationen og at læreren føler sig fagligt underlegen i denne relation.

Der er nogle betingelser for at bruge det uformelle læringsmiljø, og disse betingelser stiller nogle specifikke krav til læreren hvis det uformelle læringsmiljø skal udnyttes hensigtsmæssigt (Busch, 2004).

For at kunne udnytte det læringspotentiale der ligger i det uformelle læringsmiljø, skal både lærer og vejleder på museet, naturskolen eller hvor nu besøget er henlagt til, forholde sig reflekteret til de særlige vilkår og muligheder som naturoplevelsen kan byde på.

Det betyder at besøget hos naturvejlederen ikke skal optræde som en isoleret begivenhed, men skal være en integreret del af et undervisningsforløb. Lærerens viden

om det emne eller tema der tages op på naturskolebesøget, skal altså have et omfang der gør det muligt for ham eller hende at forberede eleverne på besøget så betingelserne og forventningerne er afstemte med virkeligheden, og hun skal kunne informere vejlederen om ønsker og krav til det faglige indhold i besøget. Endelig er det en forudsætning at læreren er i stand til at sikre en efterbehandling af besøget (Busch, 2004).

Målet med at bruge det uformelle læringsrum skal nok i højere grad være at få et tema belyst på flere måder i en erkendelse af at læring tager tid – "lærdom" stykkes sammen på baggrund af den personlige forudsætning og læres bedst ved at blive belyst på mange måder.

Det ser ud som om netop lærerrollen har meget stor indflydelse på holdningen til naturfagene i skolen (Osborne et al., 2003). Eleverne giver udtryk for at det der er vigtigt, er at læreren fremstår kompetent. I dette kompetencebegreb indgår at læreren skal være fagligt velfunderet og kunne agere som specialist på sit område, samtidig med at vedkommendes faglige dybde skal være af en sådan karakter at hun er i stand til at formidle sit fag i en samfundsmæssig og kulturel kontekst. Ovenstående taget in mente kan det godt vække bekymring at en lærer der underviser i naturfag, føler sig fagligt underlegen i forhold til naturvejlederen. En af naturvejlederens styrker ligger ofte i hans ellers hendes indgående kendskab til sit lokalområde, og naturvejlederen vil derfor kunne eksemplificere stoffet "in natura", men læreren bør dog alligevel pga. sin uddannelse være fagligt helt på omgangshøjde med naturvejlederen. Når læreren så vælger en af de roller TH beskriver, som for eksempel "praktisk gris" på turen, oplever eleverne ikke læreren som fagligt kompetent men snarere som en jævnbyrdig turdeltager.

Prioritering af det naturfaglige miljø på folkeskolen

Når læreren vælger rollen som turist i stedet for at være den ovennævnte "medekspert", kan det tolkes som at læreren enten mangler troen på sin ekspertise eller simpelthen ikke har den. Og det er et problem.

I en statusrapport over biologiundervisningen fra 2003 (Sølberg, 2007) påpeges det at 40 % af de lærere der underviser i biologi, ikke har linjefag i biologi, og herudover påpeges det faktum at kun en tredjedel af landets skoler har et biologilokale.

Der kan altså være tale om et uddannelsesproblem i form af en for ringe uddannelse af naturfaglige lærere, men måske er der i endnu højere grad tale om en nedprioritering af det naturfaglige miljø på folkeskolerne. Hvis man oven i dette lægger den pædagogisk begrundede prioritering af faglærersystemet over lærerens fagdidaktiske kvalifikationer, bliver TH's konklusioner ikke nogen overraskelse, men endnu et bidrag til diskussionen af naturfagenes fremtid i folkeskolen.

Og den diskussion er ikke blot interessant men også meget vigtig. Der tales lige

nu om risikoen for inden for en relativ kort tidshorisont at samfundet vil have svært ved at rekruttere veluddannede medarbejdere inden for fag der kræver naturfaglige kompetencer. Derfor kan det jo undre at hverken rapporten "Fremtidens naturfaglige uddannelser"s anbefalinger (Andersen et al., 2003) om at skoleledere bør være konsekvente med at anvende naturfagslærere der er fuldt fagdidaktisk kvalificerede, eller de internationale undersøgelsesresultater der siger det samme (bl.a. Osborne et al., 2003), har nogen synderlig indflydelse på praksis i folkeskolen.

TH slutter artiklen med at slå fast at læreren skal være brobygger mellem det professionelle formidlingssted og folkeskolen – uanset magtrelationer og eksperter. Her tillægger hun den professionelle formidlers rolle stor betydning i forhold til at inddrage læreren som medspiller og medagerende før, under og efter ekskursionen. Men hvis formidleren skal tage den udfordring op, er det ikke nok at læreren i folkeskolen er engageret i idéen om at bruge det uformelle læringsrum – hun skal have et solidt fagligt fundament at bygge dette engagement og samarbejde på, og det kræver prioritering af lærerens uddannelse og efteruddannelse og at der bliver fokus på at støtte naturfaglige miljøer i folkeskolen.

Referencer

- Andersen, N.O., Busch, H., Horst, S. & Troelsen, R. (2003). *Fremtidens naturfaglige uddannelser. Naturfag for alle – vision og oplæg til strategi*. København: Undervisningsministeriet.
- Busch, H. (2004). Undervisning i uformelle naturfaglige læringsmiljøer – en udfordring til læreren. I: M. Carlsson (red.), *Samarbejde om bæredygtig udvikling* (s. 165-176). København: Danmarks Pædagogiske Universitetsforlag.
- Hyllested, T. (2007). *Når læreren tager skolen ud af skolen – en analyse af naturskolebesøg og andre ud af skolen aktiviteter med fokus på lærerens formål med at tage ud og deres interaktion med eleverne i forhold til at optimere betingelserne for elevernes læring*. Ph.d.-afhandling. København: Danmarks Pædagogiske Universitetsskole.
- Osborne, J. Simon, S. & Collins, S. (2003). Attitudes towards science: a review of literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25(9), s. 1049-1079.
- Sølberg, J. (2007). *Udvikling af naturfaglige kulturer*. Ph.d.-afhandling. København: Danmarks Pædagogiske Universitetsskole.

Lommeregneren – elevens ven eller lærerens?

Mette Andresen, NAVIMAT, Professionshøjskolen, København

Kommentar til artiklen "En lommeregnerstøttet tilgang til grænseværdier og uendelighed i gymnasiets matematikundervisning" i MONA, 2007(4)

Det var med stor interesse jeg læste Martin Sonnenborgs (MS) grundige og spændende artikel om anvendelse af lommeregner¹. Derfor vil jeg gerne i det følgende supplere og uddybe artiklens betragtninger med nogle erfaringer fra min egen forskning inden for området.

Lommeregneren som genvej – eller?

MS refererer i starten af afsnittet om lommeregnerens didaktiske potentiale til at Luc Trouche identificerer en tilsyneladende interesse modsætning mellem eleverne og læreren. Modsætningen består i at eleverne gerne vil bruge lommeregneren til at spare tid og besvær mens lærerne finder dette problematisk fordi de ikke mener at eleverne i så tilfælde selv behøver at tænke. Med afsæt i denne modsætning introducerer MS en skelnen mellem *brug* og *misbrug* af lommeregneren. Hovedsagen er at *brug* finder sted i situationer hvor lommeregneren benyttes til at udføre udregninger eller lignende som eleven ville være i stand til at udføre selv, mens *misbrug* finder sted hvis eleven bruger lommeregneren til at finde svar som vedkommende ikke forstår til bunds og ikke ville være i stand til at nå frem til uden lommeregneren.

Jeg er ikke enig med MS i disse definitioner. Efter min mening dømmes en lang række relevante anvendelser af de nye, avancerede redskaber "ikke stuerene" hvis man stempler alt hvad eleven ikke ville kunne udføre uden hjælpemidlet, som misbrug – MS' egne to eksempler senere i artiklen inklusive!

Sammenfatningerne af de omfattende erfaringer fra projektet "Matematik og Naturfag i Verdensklasse" 2000-2006 og fra det igangværende projekt "Danske Science

1 I det følgende benyttes betegnelsen "lommeregner" om hvad man ofte benævner CAS-værktøj, dvs. om såvel avancerede symbolske lommeregnerne som avancerede symbolmanipulerende matematikprogrammer til computere.

Gymnasier” giver en nuanceret beskrivelse af elevernes modstand hhv. begejstring. Projektets lærere optræder naturligt nok som fortalere for brug af lommeregneren som elevens redskab til læring og forståelse. Det fremgår for eksempel af evalueringen af MatNat Verdensklasse II-delprojektet.

Nogle lærere talte om at prøve at få eleverne til at bruge det, for eksempel ved at lade dem regne samme eksamensopgave først uden, så med CAS så de kunne se, at de kunne komme længere med CAS. Et andet eksempel var en lærer der til næste år ville gøre mere ud af at overbevise sine elever om, at det er ‘endnu finere’ at kunne vælge det mest hensigtsmæssige værktøj til opgaven, end det er altid at gøre alt “i hånden”.

Andre lærere havde oplevet at eleverne spontant og vedvarende var glade for at have CAS værktøjet.

Alle lærerne havde selv været glade for at have CAS værktøjet. Der var tilsyneladende ingen nævneværdige tekniske og praktiske ulemper i forbindelse med brugen af CAS, bortset fra eventuelle kapacitetsproblemer i skolens computerrum/IT rum. (Andresen, 2006b, s. 11)

I evalueringsinterviewene refereres til gennemgående diskussioner i klasserne om hvorvidt det er “snyd” at bruge computer. For eksempel i den sammenfattende evaluering fra 2004:

Eleverne giver ifølge matematiklærerne sommetider udtryk for at det er snyd at bruge computeren, især tidligt i forløbene: “Jeg har oplevet, at eleverne synes at det var lidt snyd at bruge den. Når man nu godt kunne regne rigtig på gammeldags måde. Men nu har de lært at det ikke er snyd.” (4,2,7-8)

På spørgsmålet om hvordan eleverne lærte at det ikke er snyd, svarede læreren at nogen af eleverne stadig laver det meste i hånden, fordi de synes det er lidt finere, men efter at der har været talt om det nogle gange er det accepteret at bruge SOLVE. En anden lærer fremhævede at eleverne har fået en større bevidsthed om hvad de laver, der giver sig udtryk i at de lettere kan genkende standardopgaver og -problemer.” (Andresen et al., 2004, s. 42)

Besværet ved at sætte sig ind i anvendelsen af lommeregneren kan give en anden type modstand hos nogle elever, for eksempel som afspejlet i midtvejsevalueringen af DASG-delprojektet:

Under gruppeinterviewet blev der også talt om den hurdle det er for eleverne at sætte sig ind i og lære at bruge et CASværktøj. Det var en fælles erfaring, at man som lærer måtte

være insisterende og ofte kom i modvind i starten, men at eleverne alle sammen blev glade for det bag efter. For eksempel:

“(…)Man investerer, men de har svært ved at tro på det når man starter. Altså, jeg ved ikke om det er mig der griber det forkert an, men jeg synes jeg gør hvad jeg kan men jeg synes det er en enorm hurdle. Men de bliver så glade!”

– “Jeg er fuldstændig enig!”

– “Ja!” (Int,447-454)

Og

“...Og jeg er fuldstændig enig med dig i at det er en investering og man kan godt opleve næsten en form for vi-kvæler-læreren stemning” – (Int,465-466) (Andresen, 2007, s. 11)

Det har været et gennemgående ønske blandt deltagerne i projekterne at brugen af lommeregneren i undervisningen blev fulgt op af en revision af eksamen sådan at det er en reel fordel eller en nødvendig forudsætning at bruge lommeregneren til at løse opgaverne. Dette er i overensstemmelse med en af konklusionerne i (Andresen, 2006a, s. 269), nemlig at en vellykket integration af lommeregneren med udnyttelse af dens didaktiske potentialer i matematikundervisningen forudsætter at den bliver et nødvendigt redskab for eleven til at kunne leve op til de formelle krav.

Lommeregneren som elevens redskab til intellektuel autonomi

Ifølge erfaringerne fra de omtalte projekter er en af de største fordele ved at have lommeregneren til rådighed især for de svage elever at han eller hun undgår at sidde fast i teknisk prægede omskrivninger og udregninger. Eleven kan i stedet koncentrere sig om metoden eller den overordnede idé og samtidig producere et pænt eller acceptabelt resultat. Dygtige elever kan udvikle egne strategier for deres matematikaktiviteter der udnytter lommeregnerens potentialer.

Dette sidste forudsætter at begge retninger af processen for “Instrumental genesis”, som MS refererer til på side 43, tilgodeses. Den ene retning af denne dobbeltrettede proces består løst sagt i at eleven gør sig bekendt med lommeregnerens muligheder og begrænsninger, så at sige ser hvad den kan tilbyde, og for eksempel løser en tilfældig ligning bare fordi lommeregneren let giver løsningen. Den anden retning indebærer at lommeregnerens muligheder inkorporeres i elevens eget begrebsapparat og bliver taget i betragtning når eleven forfølger sine egne mål. I MS’ artikel er uendelig-tasten og den måde man kan regne med uendelig på, med til at præge elevens uendelighedsbegreb og medvirker ifølge min vurdering kraftigt til den forvirring som spredes hos eleverne ifølge MS’ livagtige beskrivelse.

Dygtige elever kan altså når de er blevet fortrolige med lommeregneren, selv opfinde måder at bruge den på som det kommer til udtryk her:

En elev fortalte om hvordan han brugte computeren til at lære matematik med: “Jeg brugte faktisk også computeren da jeg skulle gennemgå noget af det der uden hjælpemidler, jeg brugte den til at bryde opgaven op i mindre dele som jeg så kunne lave uden hjælpemidler, det kan man meget nemmere gøre end med en lommeregner, bare lige taste det ind og så se at man har lavet det rigtigt.” (1,8,20-23) (Andresen et al., 2004, s. 42-43)

En anden væsentlig fordel er det at man hurtigt kan tegne en masse grafer eller undersøge en sammenhæng ved at indsætte en række værdier i et udtryk og foretage tilhørende beregninger. Fordelen ligger især i at eleverne dermed kan lære en ny måde at angribe et problem på. Denne nye måde vil ofte være fuldstændigt baseret på brugen af lommeregner – jeg har i hvert fald aldrig mødt en elev der orienterede sig i en differentiallyigningsmodel ved at tegne skarer af løsningskurver for forskellige sæt af randbetingelser! Udviklingen af nye elevstrategier er efter min mening et af de allermest interessante aspekter ved introduktionen af lommeregnerne i gymnasiet, fordi den er et eksempel på en øget intellektuel autonomi hos eleverne.

Sammenfattende kan man sige at i disse projekter har brugen af lommeregner gået langt ud over en funktion som “appetivækker” i matematik.

De velvalgte eksempler hvor læreren præsenterer et (for eleven) uforklarligt problem eller en tilsyneladende selvmodsigelse som eleven kan udforske ved hjælp af lommeregneren som optakt til den “egentlige”, formaliserede behandling, må efter min mening nødvendigvis suppleres med tilfælde hvor lommeregneren har en reel funktion gennem hele forløbet. Ellers vil de sociale normer i klassen komme til at indebære at brugen af lommeregner får en lav status. Lommeregnerbaserede argumenter kan meget vel indgå i formaliseret matematik – i min egen forskning indgår de i det didaktiske hjælpebegreb *fleksibiliteten af elevens matematiske begreber* (se fx Andresen, 2006a, kap. 7) der beskriver en vigtig kvalitativ forudsætning for selvstændige matematikaktiviteter.

Eksperimenterende matematik

Eksperimenterende matematik som didaktisk heuristisk princip harmonerer med konstruktivistisk læringsteori. Det indebærer at undervisning som understøtter en eksperimenterende arbejdsform hos eleverne, beforder deres begrebsdannelse, refleksioner og opbygningen af en sammenhængende matematikforståelse. Eksperimenterne skal have en tilpas høj grad af autenticitet så der for eksempel er mere end ét “rigtigt” svar (som læreren ikke nødvendigvis kender!), mulighed for at følge mere end én strategi og inddrage andet matematisk stof end det der blev gennemgået i forrige lektion. Denne (konstruktivistiske) læring foregår ikke i et tomrum – meninger, forklaringer, gyldighed og anvendelser forhandles i klassen med læreren som facilitator og som repræsentant for “det etablerede matematiske samfund”. Som led

i elevens vellykkede tilegnelse af lommeregneren, altså en vellykket gennemførelse af instrumentationsprocessen, vil lommeregnerargumenter, formuleret af eleverne selv, indgå i diskussionen.

I denne konstruktionistiske læringsopfattelse er der ikke et skel mellem elevens personliggjorte matematiske viden og den institutionaliserede, i og med at eksperimenter og tolkninger, forhandlinger, justeringer og argumenter løbende præger den matematiske forståelse som eleven opbygger. Det betyder også at koblingen mellem personlig og uformaliseret og mellem institutionaliseret og formaliseret samt den strikte skelnen mellem de to par som MS beskriver i sin artikel, udviskes.

Rækkefølge snarere end tilgang


Dermed kan elevernes personlige læringsstil i høj grad respekteres og tilgodeses. For eksempel kan nogle elever bedst lide at gøre sig fortrolig med nye begreber og sammenhænge "fra grunden" med forklaringer, papir og blyant inden de kaster sig ud i mere komplekse problemstillinger. Det ville svare til at deres "personliggørelse" går via formaliserede begreber og teoretiske beskrivelser. Det gælder også i forbindelse med lommeregneren; sådanne elever vil for eksempel gerne kunne løse en ligning i hånden (eller ved hjælp af simple lommeregner-procedurer) før de gør det på lommeregneren (henholdsvis benytter mere komplekse lommeregner-procedurer), de vil gerne forstå et bevis for at en sætning gælder, før de tager resultatet i brug, osv. Omvendt er jeg stødt på en del elever som har benyttet konkrete eksempler på lommeregner-teknikker til at løse en række problemer af ensartet type og på den basis udviklet en dyb forståelse for det matematiske indhold bagved.

Derfor forfægter jeg det standpunkt at det er ønskværdigt at lade undervisningen være fleksibel og afvekslende også med hensyn til induktiv/deduktiv tilgang, med hensyn til formaliseret/uformaliseret udgangspunkt og med hensyn til valg af løsningsstrategi. Det er væsentligt at den enkelte elev udvikler en rummelig læringsstil og bliver i stand til at reflektere over og diskutere egen og andres læring.

Referencer

- Andresen, M. (2007). *Midtvejsevaluering af delprojektet 'CAS og IT i matematikundervisningen' del i projektet Danske Science Gymnasier*.
www.emu.dk/gym/tvaers/sciencegym/evaluer/cas2007.pdf, lokaliseret 16. januar 2008.
- Andresen, M. (2006a). *Taking advantage of computer use for increased flexibility of mathematical conceptions*. Danmarks Pædagogiske Universitet. (Ph.d.-afhandling).
- Andresen, M. (2006b). *Evaluering af delprojektet 'Matematik med CAS – matematik i 3.g' del i projektet Matematik og Naturfag i Verdensklasse II 2004-2006*.
www.matnatverdensklasse.dk/eval/20052006/eval-cas.pdf, lokaliseret 16. januar 2008.

Andresen, M., Pawlik, E. & Petersen, A.W. (2004). *PC'EN I BRUG: Erfaringer fra gymnasiets højniveau i matematik, fysik og kemi*. Learning Lab Denmark, København. www.lld.dk/matnat-verdensklasse, lokaliseret 16. januar 2008.



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.

Litteratur

Ph.d.-afhandlinger

Design and Redesign of an In-service Course: The Interplay of Theory and Practice in Learning Mathematics with Open Problems¹

*Af Lisser Rye Ejersboe, forsvaret i 2007 ved Learning Lab Denmark, Danmarks
Pædagogiske Universitetsskole*

Afhandlingen drejer sig om efteruddannelse af matematiklærere i folkeskolen. Der bruges mange økonomiske ressourcer på efteruddannelse af forskellige lærerfaggrupper, men der vides meget lidt om hvilken effekt disse kurser har. I dette studie undersøgte jeg et af mine kurser, som lærerne var meget glade for. Stor var min overraskelse da det viste sig at nogle af kerneelementerne i kurset, kommunikation og refleksion i forbindelse med åbne matematiske opgaver, slet ikke var blevet udviklet gennem kurset. På baggrund af disse observationer undersøgte jeg hvordan undervisningen af netop kommunikation og refleksion over samme fandt sted. Denne undersøgelse afslørede at jeg faktisk slet ikke underviste i kommunikation på anden måde end ved at tale om det. De anvendte aktiviteter fik lov at tale deres eget sprog, og jeg overlod refleksionen til lærerne selv i form af gruppearbejde. Lærerne fik derfor ikke de analyseredskaber der kunne hjælpe dem til at blive bevidste om egen kommunikation, ej heller fik de modeller til hvordan det kunne gøres anderledes. På den baggrund blev mit forskningsspørgsmål som følger:

I hvor høj grad og på hvilken måde kan en meta-didaktisk transposition blive indarbejdet i en række gentagne kursers design, og hvilken effekt har den, undersøgt i forhold til deltagernes reaktioner på kurset?

Hvis de deltagende lærere skal lære noget nyt, skal det gøres tydeligt hvad de skal lære. Ofte underviser lærere selv som de har lært gennem en lang socialisering i egen skoletid og tiden på lærerseminariet – derfor skal efteruddannelse tilbyde nogle alternativer. For at imødekomme dette krav udviklede jeg et sæt vejledende principper hvor underviseren på kurset skal bringe teorien i spil med praksis gennem aktiviteter hvor lærerens egne kompetencer kommer i spil.

Den empiriske del af hovedstudiet bestod i at undersøge hvordan denne nye kursusundervisning påvirkede lærerne mens de var på kurset.

¹ Afhandlingen kan rekvireres på www.dpu.dk/site.aspx?p=10004.

Veje til motivation og læring. Et studie af elevers opfattelse af forskellige faktors betydning for motivation og læring i kemi- og biologiundervisningen på teknisk gymnasium.

Af Hanne Møller Andersen, forsvaret i 2007 ved Steno Institutet, Aarhus Universitet

Afhandlingens overordnede mål har været at bidrage til forståelsen af hvordan forskellige forhold i kemi- og biologiundervisningen kan påvirke elevernes vurdering af læring og motivation. I undersøgelsen har der været fokus på betydningen af undervisningens struktur og rammer, elevernes mulighed for samspil og samarbejde samt elevernes interesser og erfaringer.

Det empiriske materiale er indsamlet på tre tekniske gymnasier i forbindelse med et etårigt udviklingsprojekt hvor kemi- og biologiundervisningen har været baseret på tværfaglige temaer og projekter. Undersøgelsen tager udgangspunkt i elevernes perspektiv, og den er baseret på data fra spørgeskemaundersøgelser, observationer og interviews.

Det fremgik af undersøgelsen at de tværfaglige forløb havde en positiv indflydelse på elevernes oplevelse af motivation og læring, og at der var relativt få elever der foretrak fagopdelt undervisning. De fleste elever fandt det motiverende at arbejde selvstændigt og have indflydelse på eget arbejde, men for nogle elever kunne valgfriheden og selvstyringen godt blive for stor. Undersøgelsen viste således at der er stor forskel på elevernes behov for indflydelse, autonomi og selvstyring. Muligheden for samarbejde og samspil havde også betydning for elevernes motivation og faglige udbytte. Et godt socialt samspil havde i de fleste tilfælde positiv indflydelse på elevernes motivation, men det kunne have såvel positiv som negativ betydning for deres læringsudbytte.

Undersøgelsen viste desuden at der var stor forskel på hvordan forskellige faktorer påvirkede forskellige elevtypers oplevelse af motivation og læring. I undersøgelsen blev eleverne derfor inddelt i fire elevtyper ud fra deres holdninger til læring af naturvidenskab og deres motivation i forhold til undervisningen, og det blev vurderet hvilke faktorer der havde særlig betydning for de enkelte elevtypers oplevelse af motivation og læring.

ERGO: Naturvidenskabens betydning

Anmeldelse:

Robin Engelhardt og Hans Siggaard Jensen: *ERGO – naturvidenskabens filosofiske historie*.

Lindhardt og Ringhof, 2007. 455 sider, 499 kr.

Af Frederik Voetmann Christiansen, Det Farmaceutiske Fakultet, Københavns Universitet

Robin Engelhardt og Hans Siggaard Jensen har tilsammen begået en yderst velskrevet og flot illustreret bog der belyser naturvidenskabernes og matematikkens filosofiske historie og deres bidrag til kultur- og samfundsudviklingen. Det er en fundamentalt spændende og vidtfa- vrende bog som bør og vil finde læsere både i undervisningssammenhænge og uden for dem.

Bogen består af 10 kapitler hvoraf de fem første er kronologiske mens de fem sidste er tematiske. De kronologiske kapitler behandler groft sagt de naturvidenskabelige ideers udvikling i antikken, middelalderen, renæssancen, 1700-tallet og 1800-tallet. I løbet af 1800-tallet og begyndelsen af 1900-tallet udskilles en række specialvidenskaber fra naturfilosofien, og i den forstand er det logisk at den kronologiske beskrivelse dårligt kan fortsættes efter dette tidspunkt. Da jeg



nåede til kapitel 6, var jeg dog bestemt heller ikke ked af stilændringen. Den sidste del af bogen fungerer faktisk endnu bedre end den første. Kapitel 6 omhandler “drømmen om enhed” i videnskaben repræsenteret ved udviklingen af relativitetsteorien og kvantemekanikken. Einstein og Bohr havde hver deres forestillinger om enhed i videnskaben og bidrog begge til udviklingen af teorier med en sådan kompleksitet at det at forstå en sådan mulig enhed ikke kan være enhver beskåret. Kapitel 7 handler om grænserne for den traditionelle opfattelse af

videnskaben og forventningerne til den, med gode afsnit om bl.a. Gödels bevis, beregnelighed og ikke-lineære systemer. Kapitel 8 omhandler det 20. århundredes forsøg med at overføre den videnskabelige tankegang på produktion og andre dele af samfundslivet og rummer også en diskussion af centrale filosofiske og videnskabsteoretiske bestræbelser på at karakterisere naturvidenskab(erne) fra forskellige internalistiske og eksternalistiske perspektiver. Bogens to sidste kapitler omhandler hhv. betydningen af evolutionsteorier for moderne videnskab og analysen af komplekse netværk. Her er det særligt det meget brede evolutionsbegreb der drøftes meget tankevækkende.

Bogens enkelte kapitler kan læses relativt uafhængigt af hinanden selv om der naturligvis henvises både frem og tilbage. Det er selvfølgelig en stor fordel for så vidt at man skal bruge bogen i forbindelse med undervisning hvor man jo naturligt vil kigge på enten en periode eller et tema. Det kan dog også ses som en svaghed ved bogen. Jeg havde fx gerne set flere af de tværgående temaer og begreber der diskuteres i bogen, taget op og drøftet i et mere udviklingshistorisk lys. Det kunne fx være sådanne centrale begreber som kontinuitet, forholdet mellem stof og vakuum, opfattelsen af rum og tid eller forholdet mellem teknologi og naturvidenskab. Alt sammen emner der berøres så tilpas mange steder i bogen til at man får øje på dem som grundlæggende spørgsmål, men hvor en mere systematisk fremstilling havde

været en hjælp. En sådan mere tematisk orientering kunne muligvis også have bidraget til en yderligere fokusering i de indledende kapitler om antikken og middelalderen der fremstår som bogens svageste. Efter min mening prøver forfatterne at nå lidt for meget på lidt for lidt plads i disse kapitler. I første kapitel begyndes med de første kendte talsystemer og skriftsprog, og der går herefter hastigt til førsokratikernes kosmologiske og erkendelsesmæssige overvejelser, repræsenteret ved følgende perlerække af tænkere: Homer, Thales, Anaximander, Diogenes, Heraklit, Pythagoras, Parmenides, Zenon, Demokrit, Empedokles og Anaxagoras (for nu blot at nævne de væsentligste). Derefter følger afsnit om Platon og Aristoteles, Euklid, Arkimedes og Galen. Endelig rundes af med et afsnit om grækernes teknologiske kunnen. Alt dette på 34 rigt illustrerede sider. Det betyder at kun få af disse tænkere gives en tilstrækkelig behandling, og desværre også at teksten ikke formår at blive rigtig spændende. Det bliver den heldigvis sidenhen.

Bogens illustrationer fortjener en særlig ros. Naturvidenskaberne er visuelt orienterede i langt højere grad end mange af humanvidenskaberne og betjener sig af hyppige skift mellem repræsentationsformerne. *ERGO* forholder sig bevidst til dette i brugen af mange forskellige repræsentationsformer. Næsten hver side i bogen har illustrationer, og de fleste er fremragende hvad enten det er fotografier, tryk, kunstværker, diagrammer eller tegninger. Det gør bogen meget indby-

dende og bidrager væsentligt til læseoplevelsen. Bogens billedredaktion (Robin Engelhardt og Jonas Holm Hansen) og illustrator (Per Diemer) har gjort et fantastisk stykke arbejde. Der refereres som regel ikke til illustrationerne i teksten, og illustrationerne fortæller nogle gange deres egne parallelle historier, suppleret af udførlige figurtekster. Som regel understøtter figur og tekst dog hinanden, så vanskelige passager i teksten (og dem er der naturligvis en del af!) bliver sat i perspektiv.

Bogen er tænkt som en slags

... naturvidenskabelig pendant til Lund, Pihl og Sløks klassiske *De europæiske idéers historie*, den bog, der først og fremmest introducerede idehistorie i det danske gymnasium i forbindelse med 1960'ernes gymnasiereform. Denne reform betød i øvrigt en kraftig styrkelse af naturvidenskaberne i gymnasiet med baggrund i en politisk vilje til højnelse af niveauet (Engelhardt & Jensen, 2007, s. 9).

Den nye gymnasiereform har på samme måde som reformen i 1960'erne været præget af en ambition om styrkelse af naturvidenskaben. Særligt har det været en ambition at få tydeliggjort i undervisningen at naturvidenskaben – i lighed med human- og samfundsvidenskaberne – bidrager til såvel samfundets som åndslivets udvikling, og at den almene dannelse også omfatter naturvidenskabelige indsigter, tankegange og arbejdsformer (se fx Tørnæs, Uddannelse

nr. 7, 2004). Gymnasiereformens naturvidenskabelige grundforløb og almene studieforberedelse er steder hvor man i undervisningen kan adressere naturvidenskaben som fænomen og drivkraft i samfunds- og kulturudviklingen. *ERGO* vil kunne hjælpe lærere fra forskellige fag til at identificere fælles udgangspunkter for forløb i disse nye studieelementer, netop fordi den filosofisk/idéhistoriske tilgang anlægger et sådant metaperspektiv på (og på tværs af) fagene. Som eksempel kan gives det udmærkede afsnit om romantisk videnskab der indledes med en beskrivelse af Goethes kritik af Newtons teori om farver: Hvordan kan en teori der hævder at farver er en illusion, være en teori om farver? Det er et godt spørgsmål der udmærket kunne være afsæt for et forløb i almen studieforberedelse, involverende blandt andet fysik og dansk.



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 MONAs læsere.

Nyheder

National strategi om natur, teknik og sundhed

Arbejdsgruppen til forberedelse af en national strategi for natur, teknik og sundhed i uddannelsessystemet har afleveret sine anbefalinger til undervisningsministeren og videnskabsministeren.

Regeringen nedsatte i maj 2007 arbejdsgruppen som en del af sin globaliseringsstrategi hvori det er et klart mål at flere unge skal gennemføre en videregående uddannelse inden for natur, teknik og sundhed. Skal dette lykkes, skal de unges interesse og faglige forudsætninger styrkes især i folkeskolen og i ungdomsuddannelserne, men også de videregående uddannelser skal præstere nytænkning.

Arbejdsgruppen har i arbejdet bygget videre på tidligere rapporter, herunder især "Fremtidens naturfaglige uddannelser" fra 2003 og "Fremtidens naturfag i folkeskolen" fra 2006.

Find rapporten på arbejdsgruppens hjemmeside, hvor der også findes yderligere beskrivelser af møder og afholdte konferencer inkl. oplæg på disse samt øvrige input som arbejdsgruppen har modtaget undervejs: <http://nts.ind.ku.dk/>.

Gymnasielærertoning på Københavns Universitet

Københavns Universitet ventes fra sommeren 2008 at tilbyde "gymnasielæreruddannelser" af følgende typer:

- fulde 5-årige tofagsuddannelser i fysik-matematik eller matematik-fysik

- 2-årige sidefag i matematik og fysik for personer med ikke-naturvidenskabelige hovedfag

Der er tale om uddannelsesforløb som ligger inden for rammerne af de eksisterende studieordninger, men hvor der indgår særlige kurser (bl.a. inden for fagdidaktik og undervisningsrettet faglighed), og hvor de faglige grundkurser, specielt på første år, "tones" gennem oprettelse af hold for studerende med særlig interesse i gymnasiet (samme faglige indhold og niveau, men fokus på undervisningsrelevante opgaver, teknikker og pointer). Det er håbet at disse nye forløb vil øge rekruttering og gennemførelse af studerende med evner og interesser for en gymnasiekarriere i matematik og fysik. Yderligere oplysninger kan fås ved henvendelse til: studienævnensformand Jens Hugger (IMF) eller viceinstituttleder Carl Winsløw (IND), www.ind.ku.dk/udvikling/projekter/gymnasie-toning/.

Akademisk lærerbachelor på Aarhus Universitet

Akkrediteringsrådet har godkendt Aarhus Universitets akademiske lærerbachelor. I sin begrundelse påpeger Akkrediteringsrådet at Aarhus Universitet i ansøgningen sandsynliggør såvel uddannelsens forskningsbaseret og uddannelsens samfundsmæssige relevans som uddannelsens faglige progression.

Den akademiske læreruddannelse er treårig og udbydes i første omgang inden for den naturfaglige fagrække samt

sprogfagene. Uddannelsen forankres på Danmarks Pædagogiske Universitets-skole, Aarhus Universitet, i et samarbejde med henholdsvis Det Humanistiske Fakultet og Det Naturvidenskabelige Fakultet. Der skal efterfølgende udvikles kandidatoverbygninger i to spor: et der retter sig mod grundskolen, og et der retter sig mod gymnasieskolen.

Masteruddannelsen i læreprocesser – specialisering i pædagogisk innovation i matematik og naturfag

På Ålborg Universitet tilbydes nu en masteruddannelse i læreprocesser med specialisering i pædagogisk innovation i matematik og naturfag som giver en grundlæggende og bred indsigt i viden, teorier og redskaber om læring og læreprocesser – både generelt og i særdeleshed inden for matematik og naturfag. Masteruddannelsen henvender sig til alle undervisere i matematik og naturfag på alle niveauer i skolesystemet – foruden fagkonsulenter, skoleledere og alle andre der er interesserede i pædagogisk innovation i matematik og naturfag.

Uddannelsen vil give viden og redskaber til at forny undervisningen og kompetencer til at udvikle læreprocesser i matematik og naturfag på alle niveauer – uanset om det er i klassen, på skolen, i den faglige organisation, i kommunen eller i regionen. Herudover fokuserer masteruddannelsen på udvikling af det faglige indhold, men også på de mange andre forhold der spiller ind når man skal udvikle bedre undervisning i

matematik og naturfag: organisation, fysiske forhold, it og meget andet.

Oplysninger om ansøgning, optagelseskrav og pris kan findes på www.evu.aau.dk/uddannelser/laereprocesser eller ved henvendelse til lektor Paola Valero på paola@learning.aau.dk.

Majkonference i naturvidenskabsdidaktik

Den niende Majkonference i naturvidenskabsdidaktik, der afholdes den 7.-8. maj 2008 i Aalborg, omhandler temaet "Science, Engineering and Technology Educations in Transition – Local and Global Perspectives". Bag konferencen står denne gang Dansk Center for Ingeniøruddannelse, DACIN, i samarbejde med forskningsgruppen for matematik og naturvidenskabslæring, Institut for Uddannelse, Læring og Filosofi på Ålborg Universitet, www.learning.aau.dk. Ud over forskellige forelæsninger vil det være muligt at deltage i følgende workshops: Interculturalism and Science, Engineering and Technology (SET); Information and communication technologies and SET og Alternative pedagogical approaches in SET. For tilmelding og yderligere informationer kontakt Paola Valero (paola@learning.aau.dk) eller Mona Dahms (mona@plan.aau.dk).

Brug for større fokus på formålet med tværfaglige forløb i gymnasieskolen

I en ny rapport fra Danmarks Evalueringsinstitut (EVA) lyder et centralt råd til gymnasieskolerne: Der er behov for at

ledelse og lærere forsat diskuterer hvordan de bedst kan omsætte de studieforberedende og almindelige mål til konkret undervisning. Lærerne er nemlig ofte mest optagede af det faglige indhold de hver især byder ind med, mens de tværfaglige mål og studiekompetencer som eleverne skal opnå, kommer i anden række.

EVA har fulgt hvordan syv skoler, tre stx-skoler, to hhx-skoler og to htx-skoler, tilrettelægger almen studieforberedelse og studieområdet i første del af studieretningsforløbet, dvs. fra midten af første år til og med andet år. EVA har interviewet elever, lærere og ledelser på de syv skoler.

Det viser sig at eleverne i mange tilfælde er glade for de tværfaglige emneforløb og har oplevet at fagenes samspil har givet "noget ekstra" ud over den traditionelle undervisning, men de er ofte usikre på målene med dem. De fornemmer at lærerne har en bagvedliggende tanke med det faglige samspil som ikke "brænder igennem" hos dem. Her er der altså også behov for at lærere sætter tydelige ord på – både når det drejer sig om formålet med det enkelte forløb og om hvordan forskellige faglige vinkler og metodiske tilgange kan belyse et emne.

Almen studieforberedelse (stx) og studieområdet (hhx og htx) har betydet at ledere og lærere på de gymnasiale uddannelser har skullet ændre deres faglige og didaktiske tænkning, og de stiller fortsat store krav til lærerne i arbejdet med at skabe fagligt samspil. De almene gymnasiers erfaringer viser at almen studie-

forberedelse fungerer bedst på de skoler der har en bredt forankret styregruppe der fortolker læreplanerne og giver kollegerne inspiration til emneforløb og didaktisk sparring til hvordan fx vidensteori kan indgå i forløbene, og hvordan lærerne kan styrke elevernes studiekompetencer. Lærere på de skoler hvor ansvaret alene ligger hos lærerteamene, efterspørger koordinering og sparring. Hele rapporten kan ses på www.eva.dk under udgivelser.

House of Science

Et nyt initiativ vil forandre skolesystemet i Sønderborg Kommune og skabe langt bedre rammer for naturfagsundervisningen. Lærerne skal specialiseres, og leg, innovation og kreativitet skal på skole-skemaet.

De tre parter bag initiativet er Sønderborg Kommune, den naturvidenskabelige oplevelsespark Danfoss Universe samt ProjectZero. Parterne skyder hver en million kroner i projektet, og på sigt er det tanken, at også ungdomsuddannelserne og de videregående uddannelsesinstitutioner i Sønderborg skal indgå i samarbejdet.

House of Science skal ikke kun opfattes som et fysisk rum, men især som en organisation – en struktur – der har til formål at koordinere, inspirere og skabe nye rammer og nyt indhold for naturfagsundervisningen, lige fra børnehaverne til ungdomsuddannelserne i Sønderborg Kommune. House of Science vil styrke sammenhængen mellem de såkaldt formelle og uformelle læringsmiljøer da

projektet realiseres i krydsfeltet mellem på den ene side den formelle naturvidenskabsundervisning og på den anden side den naturvidenskabelige oplevelsespark Danfoss Universe og ProjectZero. Sidstnævnte gør det muligt at give skoleklasser, familier og erhvervsfolk adgang til forskning i og formidlingen af klima, energi og bæredygtighed.

Konkret vil House of Science blandt andet sikre videreuddannelse af lærerne og tilbyde relevante inspirationsforløb med et målrettet fagligt fokus. I House of Science skal lærerne kunne specialisere sig og bruge hinanden i et stærkt fagligt netværk der ikke blot vil understøtte og udvikle deres faglige kompetencer men også inspirere til nye måder at drive naturfagsundervisning på.

House of Science skal bidrage til at danne grundlaget for frisættelse af de mange kompetencer der er til stede i lærerstaben, og sætte fagligheden i fokus gennem leg. Ifølge parterne bag projektet er det netop gennem det stærke faglige miljø at en stor del af den faglige effekt skal skabes, men samtidig er det gennem den forskningsbaserede anvendelse af leg og kreativitet i undervisningen at effekten bliver mangedoblet gennem relevans og indlevelse.

Portal om klimaundervisning

Op til klimakonferencen i København 2009 vil der ske en mængde forskellige ting som kan være relevant for undervisningen i skoler, gymnasier og på de korte og mellemlange videregående uddannelser. Det kan være svært at danne sig et overblik, når nyt og eksisterende undervisningsmateriale, efteruddannelsetilbud, seminarer, konferencer og begivenheder kæmper for at få opmærksomhed.

Derfor har Undervisningsministeriet sat sig for at skabe et knudepunkt for klimaundervisningen op til klimakonferencen i København 2009. Dansk Naturvidenskabsformidling løser denne opgave. Læs mere her: www.formidling.dk/klima.