

MONIA

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

DTU



AARHUS
UNIVERSITET

AALBORG UNIVERSITET



SYDDANSK UNIVERSITET



DET BIOVIDENSKABELIGE FAKULTET
FOR FØDEVARE, VETERINÆRMEDICIN OG NATURRESSOURCER
KØBENHAVNS UNIVERSITET



DET FARMACEUTISKE FAKULTET
KØBENHAVNS UNIVERSITET



DET NATURVIDENSKABELIGE FAKULTET
KØBENHAVNS UNIVERSITET

2011-3

MONA

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

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

Redaktion

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

Ole Goldbech, lektor, Professionshøjskolen UCC

Sebastian Horst, specialkonsulent, IND, Københavns Universitet

Kjeld Bagger Laursen, redaktionssekretær, IND, Københavns Universitet

Redaktionskomité

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

Mette Andresen, førsteamanuensis, Matematisk institutt, Universitetet i Bergen

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

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

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

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

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

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

Lars Domino Østergaard, videnskabelig assistent, Institut for Uddannelse, Læring og Filosofi, Aalborg Universitet

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

Manuskripter

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

Abonnement

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

Produktionsplan

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

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

MONA 2012-1 udkommer marts 2012. Deadline for indsendelse af artikler hertil: 17. november 2011.

Deadline for kommentarer, litteraturanmeldelser og nyheder hertil: 5. januar 2012

Omslagsgrafik: Lars Allan Haugaard/PitneyBowes Management Services-DPU
Layout og tryk: Narayana Press

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

Indhold

- 4 Fra redaktionen
- 6 **Artikler**
- 7 Tidlig algebra
Tina Otykier Petersen og Ulla Christina Mortensen
- 26 MaTeam-projektet
– om matematiklærerfagteam, matematiklærerkompetencer og didaktisk modellering
Marikka Andreassen, Helle Sejer Damkjær og Tomas Højgaard
- 46 Udvikling og evaluering af undersøgelsesbaseret undervisning
Wynne Harlen (med en introduktion af Jens Dolin)
- 71 **Aktuel analyse**
- 72 IBSME – inquiry-based science and mathematics education
Claus Michelsen
- 78 **Kommentarer**
- 79 De danske PISA-rapporters håndtering af PISA-undersøgelserne
Hans Bay
- 85 Kejserens nye klæder?
Mette Boritz
- 90 Udviklingen indeni eller udenfor?
Henning Westphael
- 95 **Litteratur**
- 96 En vidunderlig bog om is
Bjørn Johanssen
- 101 **Nyheder**

Fra redaktionen

Så blev det efterår, og MONA-konference 4. og 5. okt. om IBSME nærmer sig. Det samme gør folketingsvalget, og selvom MONA-konferencens tema i år umiddelbart er mere fagligt end politisk, kan der alligevel ses en sammenhæng mellem de didaktiske diskussioner og de uddannelsespolitiske ditto som efteråret sikkert også vil have mange af. For vil man have fornyelse og udvikling af undervisningen, kræver det opbakning og støtte fra ledelsesniveau og politisk side. Som det fremgår af flere af dette nummers tekster, kan fornyelse og udvikling af undervisning let komme i konflikt med politiske ønsker om enkle og umiddelbart målelige effekter i uddannelsessystemet.

MONA-konferencens tema, IBSME, behandles i to tekster. Den første er Wynne Harlens artikel *Udvikling og evaluering af undersøgelsesbaseret undervisning*. Vi har valgt at bringe den i oversættelse, selvom den er fra 2004, fordi den på udmærket vis introducerer til de problemstillinger der har at gøre med *Inquiry-Based Science & Mathematics Education* (IBSME) – hvilket vi vælger at oversætte med undersøgelsesbaseret naturfags- og matematikundervisning. Artiklen har fået en introduktion af Jens Dolin som giver en opdatering frem til i dag på artiklens diskussioner.

Den anden tekst er Claus Michelsens aktuelle analyse om IBSME som beskriver hvad IBSME er, og hvilken opmærksomhed denne “aktivistiske” tilgang til naturfags- og matematikundervisningen har fået både i EU-regi og i Danmark.

Begge tekster gør opmærksom på at IBSME bedst defineres ved det ganske brede og ambitiøse spektrum af tilgange og oplevelser/erfaringer som elever skal udsættes for i løbet af skoleårene for at berettige brugen af glosen. Blandt de mest signifikante af disse tilgange kan vi her nævne den høje grad af elevinvolvering, lige fra håndtering af reelle objekter, via medejerskab af problemstillingerne, aktiv deltagelse i planlægningen af undersøgelser og formulering af specifikke spørgsmål, til indsigt i dataindsamling, observation og måling, såvel som evnen til at kunne foreslå forklaringer og fremsætte forudsigelser baseret på egne undersøgelser; hertil kommer den store vægt der lægges på samarbejde og kommunikation (skriftligt, mundtligt og som udtryk for givende fællesskaber i læringen).

Vi håber at de to tekster kan fungere som god introduktion og fælles grundlag for MONA-konferencen – og så håber vi selvfølgelig at mange læsere vil tilmelde sig konferencen 4. og/eller 5. okt. på www.ind.ku.dk/mona/konference2011. Tilmeldingsfristen er lige om hjørnet! Læs mere om konferencen bagerst i nyhedssektionen.

Vi lægger dog ud med to andre artikler i dette nummer. I artiklen *Tidlig algebra* forfølger Tina Otykier Petersen og Ulla Christina Mortensen spørgsmålet om det er muligt at indføre aspekter af algebra og algebraisk tænkning ret så tidligt i elevernes matematiktimer. Kan elever i 2. klasse danne sig et variabel-begreb? Svaret er nok

ikke helt klart, men det beskrevne forsøgsforløb giver et vist belæg for at man kan lykkes med en tilgang der er baseret på etableringen af et nyt forhold mellem algebra ("bogstavregning") og aritmetik (regning) hvor algebra ikke ses som efterfølger til aritmetik, men aritmetik derimod som en del af algebra. Samtidig gav det konkrete forløb et par overraskelser, fx hvordan $N+3$ kan være lig med Q .

Den næste artikel, af Marikka Andreasen, Helle Sejer Damkjær og Tomas Højgaard, beskriver et projekt, MaTeam, om udvikling af matematiklærerkompetencer med fokus på samarbejdet i fagteams. Projektet kørte i samarbejde med skolevæsenet og læreruddannelsen i Silkeborg og havde som sit hovedformål at etablere en eksplicit målstyret matematikundervisning med særlig vægt på faglige kompetencemål. Det drejer sig bl.a. om forhold der påvirker den enkelte matematiklærers fagidentitet. Artiklen opstiller idealtilstande for den professionelle matematiklærer, det udviklende matematiklærerfagteam og samarbejdsrelationer der indgår i projektet og beskriver forskellige typer af fagteam og lærere. Metodisk var MaTeam-projektet struktureret som en didaktisk modelleringsproces; begrebet er nærmere specificeret i artiklen.

Dette nummer indeholder naturligvis også bidrag i MONAs andre sektioner. Der er kommentarer til debatten om de museumsdidaktiske principper om læring kontra oplevelse som oplevelsescentre og museer til stedse har inden på livet. Denne gang er det Mette Boritz der i kommentaren *Kejserens nye klæder?* skriver om brugen af narrativet og om Nationalmuseets nylige udstilling om Tycho Brahes verden.

I artiklen *Elevers faglige udvikling i matematiske klasserum* i MONA 2011-2 argumenterede Thomas Kaas for at det ikke giver mening at holde sig til et rent psykologisk, individuelt perspektiv når man vil analysere elevers begrebsmæssige faglige udvikling i et klasserum, men at man må sammentænke det individuelle, psykologiske perspektiv med det sociale perspektiv. Deroverfor opstiller Henning Westphael i kommentaren *Udviklingen indeni eller udenfor?* et såkaldt sociokulturelt perspektiv og argumenterer for dets berettigelse i denne slags analyser.

Op så har Bjørn Johanssen opdaget en fascinerende bog, *The Fate of Greenland – Lessons from Abrupt Climate Change*, og diskuterer i sin anmeldelse bl.a. om sådan en kan bruges som undervisningsmateriale i gymnasiet. Det kan den ikke, synes han – men den har til gengæld mange andre fortrin som gør den til en bog der er værd at se nærmere på.

Artikler

I denne sektion bringes artikler der er vurderet i henhold til MONA's reviewprocedure og derefter blevet accepteret til publikation.

Artiklerne ligger inden for følgende kategorier:

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

Tidlig algebra



Tina Otykier Petersen



Ulla Christina
Mortensen, UCN

Abstracts. Med udgangspunkt i et empirisk studie i en 2.-klasse undersøger vi hvordan aspekter af algebra og algebraisk tænkning er mulige at indføre allerede tidligt i elevernes skolegang. At flytte den traditionelle algebraundervisning ned i indskolingen fører i sig selv ikke til at eleverne bliver bedre til algebra og til at tænke algebraisk. Det drejer sig derimod om at tænke i nye baner og indføre tidlig algebra. Forholdet mellem algebra og aritmetik (regning) bør revurderes. Algebra skal ikke ses som efterfølger til aritmetik, men aritmetik bør derimod ses som en del af algebra.

Based on an empirical study in a second grade, we investigate how aspects of algebra and algebraic thinking are possible to introduce in an early stage of the students' education. Repositioning the teaching in traditional algebra to the introductory years of the elementary school does not itself improve students' algebraic skills or their algebraic thinking. One should rather promote innovation that comes with the introduction of Early Algebra. The relationship between algebra and arithmetic should be reconsidered. Algebra should not be viewed as a successor to arithmetic; on the contrary, arithmetic should be seen as a subset of algebra.

Indledning – algebra vanskeligheder

Artiklen er skrevet med baggrund i specialeprojektet "Tidlig algebra" udarbejdet af Ulla Christina Mortensen og Tina Otykier Petersen med Lena Lindenskov som vejleder.

Algebra er ofte den del af matematikken som volder flest problemer for elever i grundskolen (Mortensen & Petersen, 2011; OECD, 2003; OECD, 2009). Algebra virker ofte meget abstrakt og uvedkommende for eleverne, og mange tager på forhånd afstand fra denne del af matematikken (Bergsten et al., 1997).

Resultaterne fra PISA 2003 og 2009 viser at mange elever i grundskolens udskoling har store vanskeligheder med netop emnet algebra. Undersøgelserne giver et kvantitativt argument for at elever i den danske grundskole ikke ligger i toppen når det drejer sig om algebra. Generelt ligger de danske elevers samlede matematikpræstationer

lige over OECD-gennemsnittet, men når det drejer sig om algebrarelaterede opgaver, præsterer de desværre under gennemsnit (Weng & Lindenskov, 2004).

For mere specifikt at undersøge hvilke algebravanskeligheder elever i udkolingen har, udarbejdede vi i forbindelse med vores speciale et kvalitativt spørgeskema hvor eleverne skulle genkende forskellige algebraiske symboler og begreber samt forklare hvad de forstod ved de enkelte symboler (Mortensen & Petersen, 2011). Vores fokus var begreberne variable og konstanter, hvor eleverne blev præsenteret for dem både i form af naturligt og algebraisk skriftsprog. Spørgeskemaundersøgelsen viste at over halvdelen af eleverne i de fire udvalgte 9.-klasser som deltog i undersøgelsen, havde vanskeligheder med disse fundamentale begreber. Vi konkluderede derfor at de udvalgte 9.-klasser havde vanskeligheder med denne del af algebraen, og at mange af elevernes forklaringer tydede på en proceduremæssig forståelse af algebra og ikke en begrebsmæssig forståelse.

PISA-undersøgelserne fra 2003 og 2009 samt vores kvalitative spørgeskemaundersøgelse illustrerer at der findes et behov for nye tiltag i forbindelse med undervisning i algebra. Tiltaget som vi ser nærmere på i denne artikel, er *tidlig algebra* som går ud på at algebra skal indføres tidligere i grundskolen på en måde som adskiller sig fra den traditionelle algebra. Med traditionel algebraundervisning mener vi en undervisning i algebra hvor hovedvægten lægges på symbolmanipulationer, især i form af bogstavregning. Der fokuseres i denne undervisning ofte på generaliserede regler, men ikke nødvendigvis på hvorfor reglerne er generaliseret. Undervisningen kommer derfor til at bygge på udenadslære og tidlig formalisering.

Vi vil i denne artikel belyse algebra som generaliseret aritmetik (regning) som er et af de mange aspekter af algebra og algebraisk tænkning, samt gennem et konkret eksempel undersøge om det er muligt at indføre tidlig algebra i indskolingen hvor vægten lægges på elevernes begyndende forståelse af begrebet variable. Herunder en begyndende accept af at man i matematik ikke altid søger efter et talfacit. I arbejdet med algebra som generaliseret aritmetik skal eleverne benytte forskellige repræsentationer, herunder tegninger og algebraisk og naturligt sprog (og i vores forsøg slikbokse), samt arbejde med forholdet mellem repræsentationerne som hjælp til at opnå ovenstående mål.

Undersøgelsen er udarbejdet med inspiration fra design research (Cobb et al., 2003), hvor kvalitative forskningsmetoder anvendes til indsamling af datamateriale vedrørende indførelsen af tidlig algebra i en 2.-klasse. Design research skal forstås som et praktisk konkret design som inkluderer intervention og har et intentionelt mål om forandring. Designprocessen inkluderer bl.a. en bevidst udvikling af designet hvori der indgår redesign.

Forsøget illustrerer at implementering af tidlig algebra i grundskolens indskoling, med fokus på algebra som generaliseret aritmetik, er mulig. Vi håber at vores projekt

kan tjene som et konkret eksempel på hvordan danske lærere kan indføre algebra tidligere på en ny og alternativ måde.

I de følgende afsnit er hensigten at give læseren en forståelse af hvordan vi forstår og anvender begreberne *aritmetik* og *algebra* samt *tidlig algebra* og *præ-algebra*. Derefter følger en beskrivelse af forsøget som vi har gennemført i en 2.-klasse, efterfulgt af en analyse.

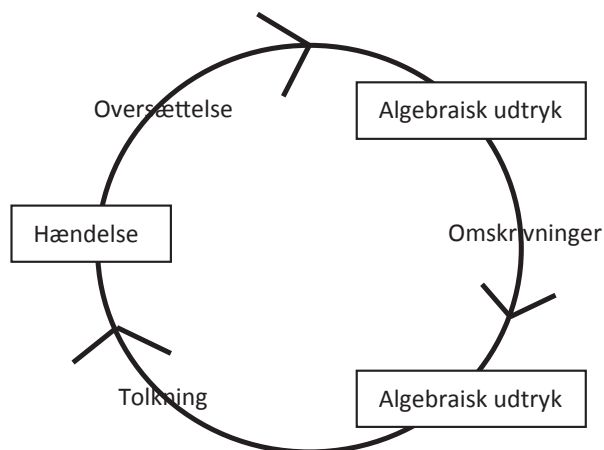
Algebra og aritmetik

Som nævnt er algebra et af de områder som eleverne i grundskolen har de største vanskeligheder med. I dette afsnit gives der derfor en begrundelse for hvorfor algebra alligevel skal være for alle. Endvidere gives der en definition på begreberne aritmetik og algebra.

Det er vigtigt at have fokus på emnet algebra i grundskolen af flere grunde. Først og fremmest er algebra et værktøj der kan bruges til at beskrive forskellige fænomener. Fx kan befolkningstilvæksten beskrives og analyseres algebraisk ved hjælp af en eksponentialfunktion (Bergsten et al., 1997, s. 15), og et hus' grundfladeareal ved hjælp af formler for arealberegninger. Det algebraiske sprog kan derfor opfattes som et standardværktøj til at præcisere håndteringen af tal og funktioner. Derudover giver algebra som værktøj også mulighed for at opdage komplekse sammenhænge.

Matematiske modeller anvendes mere eller mindre synligt på alle niveauer (Bergsten et al., 1997). For at følge, forstå og aktivt kunne tage stilling til samfundsdebatter, bl.a. økonomisk politik, skal man derfor kunne forstå og anvende formler, tabeller og diagrammer hvilket er blevet en nødvendig demokratisk kompetence (Bergsten et al., 1997).

I den traditionelle algebraundervisning fokuseres der, som tidligere nævnt, ofte på algebraiske omskrivninger, hvilket kan give eleverne et skævt billede af hvad algebra er. På den måde går muligheden for at se den rolle matematikken spiller på alle lag i samfundet, tabt. Algebra indeholder jo ikke blot algebraiske omskrivninger – se figur 1.



Figur 1. Den algebraiske cirkel (Bergsten et al., 1997, s. 15).

Der skal i undervisningen lægges vægt på at eleverne skal kunne håndtere alle faserne (oversætte, omskrive, fortolke). Hver fase har sin problematik selvom de alle handler om at "oversætte". I fasen "oversættelse" sker oversættelsen fra enten ord eller billeder til symboludtryk. I fasen "omskrivning" oversættes der fra ét symboludtryk til et andet, og i fasen "tolkning" fra symboludtrykket til enten ord eller billeder. I forsøget, som vi senere vil komme nærmere ind på, lægges der hovedsageligt vægt på oversættelsesfasen fra ord/billede til et symboludtryk.

Lad os definere aritmetik og give et eksempel på aritmetisk tænkning inden vi dykker ned i definitionen på algebra og algebraisk tænkning. Aritmetik (regning) betyder læren om tal og er den gren af matematikken som studerer de fundamentale principper ved visse operationer på tal (Schliemann et al., 2007). Er man aritmetisk tænkende, betragter man fx $4 + 5$ som hvad det bliver, nemlig 9 (Bergsten et al., 1997).

Med den traditionelle algebraundervisning opfattes algebra ofte synonymt med bogstavregning, og den synlige adskillelse mellem aritmetik og algebra for eleverne er at man regner med bogstaver i stedet for tal (Bergsten et al., 1997).

Den måde man vælger at definere algebra på, har stor indflydelse på hvordan man som lærer, forsker, curriculumudvikler, politiker m.fl. griber det an. Som definition på algebra vil vi anvende Van Ameroms fire perspektiver på algebra (Van Amerom, 2003): *algebra som generaliseret aritmetik*, *algebra som et problemløsende værktøj*, *algebra som studiet af funktioner* og *algebra som studiet af strukturer*. I artiklen her lægges hovedvægten på algebra som generaliseret aritmetik da det er denne tilgang til algebra der anvendes senere i forsøget.

Algebra som generaliseret aritmetik bygger på generaliseringer ud fra aritmetik som den primære vej til arbejdet med algebra. Dette inkluderer bl.a. aritmetiske operationer og deres egenskaber samt ræsonnementer om mere generelle relationer. Det

indebærer desuden at man skal betragte aritmetiske udtryk på en ny måde, således at man ser på udtrykkets form og ikke dets resultat (Kaput, 2008). Algebra som generaliseret aritmetik inkluderer endvidere det at bygge generaliseringer op omkring mønstre, fx at summen af to ulige tal altid vil give et lige tal (Kaput, 2008).

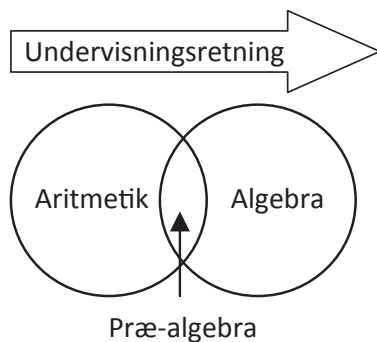
Algebra som et problemløsende værktøj er et perspektiv der retter sin opmærksomhed mod anvendelsesperspektivet. Bednarz & Janvier beskriver at både aritmetik og algebra skal forstås som værktøjer hvor algebraen blot giver os mennesker mulighed for at beregne mere komplekse problemstillinger og giver nogle bud på mere generelle løsningsmodeller (Bednarz & Janvier, 1996). Algebra som studiet af funktioner og strukturer involverer en bestemt form for generalisering, nemlig at konstruere funktioner. Her udtrykkes generaliseringen som en beskrivelse af systematisk variation gennem fx et domæne (Kaput, 2008).

Endelig adskiller algebratænkende sig fra aritmetisk tænkende på følgende måde: Den aritmetisk tænkende fokuserer sin opmærksomhed på tallene og gennemfører operationerne på disse, mens den algebratænkende betragter selve operationerne med tallene og på den måde arbejder med aritmetikkens struktur. Eksemplet med $4 + 5$, som den aritmetisk tænkende betragter som 9, betragter den algebraisk tænkende som et specifikt eksempel på operationen $a + b$ (Bergsten et al., 1997).

Præ-algebra

Præ-algebra og tidlig algebra er to forskellige tilgange til algebraundervisningen i folkeskolens indskoling. Det er i definitionen af forholdet mellem *aritmetik og algebra* at præ-algebra og tidlig algebra adskiller sig fra hinanden.

Præ-algebra er den almene betegnelse for emnet der behandler elevernes forberedelse til algebra. Præ-algebraen bygger på den opfattelse at algebra bør følge efter aritmetik. Aritmetik og algebra bliver på den måde to adskilte emner hvor aritmetik afløses af algebra når eleverne kommer op i de større klasser – “arithmetic is ‘ending’ and algebra is ‘beginning’” (Carragher et al., 2006, s. 89). Der bliver derfor en overgang fra aritmetik til algebra som eleverne ofte finder meget vanskelig.



Figur 2. Præ-algebraisk tænkning om aritmetik og algebra.

Figur 2 illustrerer hvordan aritmetik og algebra ses som to adskilte enheder hvor kun enkelte idéer, teknikker og repræsentationer er fælles for begge. Aritmetik og algebra har derfor brug for at blive forenet, og det er her der tales om præ-algebra. Den præ-algebraiske tilgang har til formål at lette den bratte overgang mellem algebra og aritmetik (Linchevski & Herscovics, 1996). Der stræbes derfor efter at forstærke, supplere og udvide betydningen og brugen af matematiske symboler, såsom $+$, $-$, \times , \div og $=$, som bruges i algebraiske udtryk og ligninger.

Elevernes vanskeligheder forklares umiddelbart med den naturlige forskel der er mellem aritmetik og algebra, som Linchevski & Herscovics kalder den kognitive kløft.

Denne kognitive kløft er karakteriseret ved elevernes manglende evne til at operere spontant med ubekendte. Selvom Linchevski & Herscovics erkender at de yngre elever rutinemæssigt løser problemer som indeholder ubekendte størrelser, som fx i ligningen $5 + ? = 8$, argumenterer de for at elever løser sådanne problemer uden at skulle repræsentere ubekendte størrelser. I stedet bruger de tælleprocedurer eller inverse operationer til at finde et resultat.

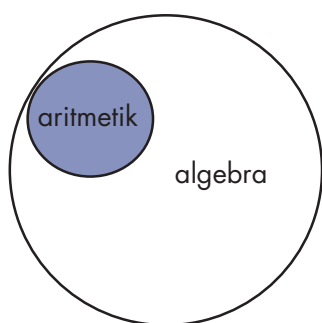
Vi finder det opsigtsvækkende at mange af dem der udviklede overgangsmåderne til algebra, ikke stiller spørgsmål til rækkefølgen med aritmetik først og algebra senere, selvom de erkender at en del af problemet stammer fra elevernes tidligere erfaringer med aritmetik. Hvorfor overvejes der ikke alternative tilgange til algebra i indskolingen, såsom at arbejde med algebra og aritmetik samtidig?

Tidlig algebra

Tidlig algebra handler ikke så meget om hvornår algebra skal indføres, men mere om hvad, hvorfor og hvordan den indføres. Det vedrører endvidere et andet syn på aritmetik, algebra og hvordan de er relateret til hinanden, jf. figur 3. Samtidig handler det om at skabe en progression i algebraundervisningen fra indskolingen til udskolin-

gen. I en tidlig algebra-tilgang arbejdes der hovedsageligt med at eleverne skal forstå operationerne og begreberne bag algebraen.

Tilhængere af den tidlige algebra erkender at matematiske symboler bruges forskelligt inden for aritmetik og algebra (Carraher & Schliemann, 2007). Desuden anerkender de at mange unge har betydelige vanskeligheder med algebraen. Endvidere benægter de ikke at algebra bevæger sig mod mere og mere abstrakte objekter og relationer og kommer til at afhænge af stadig mere omfattende teknikker og repræsentationsformer. De mener dog at vanskelighederne som udvises af eleverne i udskoling og på gymnasiet i algebra, i vid udstrækning skyldes utilstrækkelig aritmetik og mere grundlæggende mangler i den generelle elementære matematik.



Figur 3. Aritmetik som en del af algebra.

Tilhængere af tidlig algebra-tankegangen mener at aritmetik har en gennemgående algebraisk karakter på den måde at aritmetik omhandler generelle tilfælde og strukturer som kan indfanges af algebraisk notation. Endvidere tales der om at algebraisk notation kan støtte matematiske ræsonnementer, selv hos de mindre elever: “Even in early grades, algebraic notation can play a supportive role in learning mathematics.” (Carraher et al., 2006, s. 88). Tanken er at *aritmetik er en del af algebra*, nemlig den del der har med talsystemer, tallinjer, simple funktioner osv. at gøre (Schliemann et al., 2007). Med dette syn får vi en ny model af forholdet mellem aritmetik og algebra, som illustreret på figur 3.

Målet med tidlig algebra er altså ikke at skubbe udskolingens og gymnasiets algebra ned i indskolingens. Det går ikke ud på at lære færdigheder til brug i algebraiske procedurer, herunder regler til at manipulere symboler. Til gengæld er målet at udvikle algebraisk tænkning. Under algebraisk tænkning hører bl.a. at man arbejder med og udvikler elevernes forståelse af det matematiske lighedstegn, “=”. Elever der har fulgt den traditionelle undervisning med aritmetik først og algebra efterfølgende, har ofte en forforståelse af at “=” er den direkte vej til at skrive svaret på beregningerne på højre side. Lighedstegnet får derfor betydningen “afkaster” eller “producerer” for eleverne

i stedet for "ækvivalent" (Schifter et al., 2008). Men lighedstegnet indeholder jo ikke blot denne forståelse. Eleverne bør derfor bl.a. komme igennem eksempler som $12 = 9 + 3$ og $5 + 7 = 9 + 3$ i den tidlige matematikundervisning. Talsætninger som disse udtrykker refleksive egenskaber ($a = a$) af lighedstegnet. Disse har eleverne ifølge Carraher og Schliemann ikke problemer med at acceptere. Dog er det med talsætninger også muligt at udtrykke de symmetriske og transitive egenskaber af lighedstegnet. Arbejdet med talsætninger er et eksempel på en af de aktiviteter der kan være med til at fremhæve samspillet mellem aritmetik og algebra.

Idéen bag tidlig algebra er altså at udviklingen af algebraiske ræsonnementer i de mindre klasser er afgørende for at forbedre matematikundervisningen. Forståelse tager lang tid at udvikle, og derfor bør algebraisk tænkning opbygges og udvikles over en udvidet periode der starter i indskoling. Adskillelsen af aritmetik og algebra som der tales om i præ-algebraisk tænkning, kan være med til at fratage eleverne muligheden for at udvikle nogle mentale skemaer der går på tænkningen i og om matematik, i de mindre klasser.

De to centrale elementer i tidlig algebra er at lave generalisationer og at bruge symboler til at repræsentere matematiske idéer og til at repræsentere og løse problemer. Eleverne skal derfor ifølge Carpenter & Levi (2000) opmuntres til at udarbejde idéer og konstruere måder at repræsentere disse idéer på så der kan tænkes og kommunikeres om dem. Eksempler på disse idéer kan være: "Når du lægger 0 til et tal, vil summen altid være tallet" eller "Når man lægger tre tal sammen, er det lige meget hvilke to tal der først lægges sammen".

Den tidlige algebra har desuden sit fundament i problemorienterede kontekster hvor algebraens formelle notation introduceres (Carraher et al., 2008). Udgangspunktet er derfor at se algebraen som et problemløsende værktøj hvor hverdagsrelaterede situationer kan tages op til diskussion, hvilket umiddelbart også giver mulighed for at eleverne kan arbejde med algebraen som et modelleringsværktøj. Den formelle notation skal introduceres gradvist og veldisponeret for at undgå en forhastet formalisering. Man kan dog ikke forvente at eleverne skal genopdage algebraen på egen hånd uden vejledning.

Tidlig algebra bør endvidere sammenflettes med eksisterende emner inden for tidlig matematik og kan være med til at etablere tætte bånd mellem diverse emner inden for matematikken. Fx opfordres der til at arbejde med geometriske tegninger i arbejdet med algebra (Carraher et al., 2008).

Den præ-algebraiske tankegang har præget den danske algebraundervisning i mange år. Med denne tilgang er det praktisk talt umuligt at indføre algebra i de mindre klasser da udgangspunktet med denne tilgang jo netop er at arbejde med aritmetik inden arbejdet med algebra kan begynde. Vi mener at tidlig algebra er en god alternativ løsning da eleverne på den måde allerede tidligt møder algebraiske notationer

og repræsentationer. Endvidere kan algebraen i visse situationer også være med til at støtte elevernes forståelse af aritmetik.

Tidlig algebra i indskoling

Det empiriske materiale som denne artikel bygger på, er en del af vores undersøgelse i specialeprojektet "Tidlig algebra" (Mortensen & Petersen, 2011). Forsøget tager udgangspunkt i at eleverne primært skal opbygge generaliseringer ud fra aritmetik og herigennem arbejde sig frem mod en begyndende forståelse af variabelbegrebet. Forsøget foregik i en 2.-klasse med 20 elever, en lærer og en pædagog. Undervisningen er gennemført i efteråret 2009 og forløb over fire lektioner a 45 minutter.

Eleverne arbejder hovedsageligt med to arbejdsformer: klassesamtaler og elevaktiviteter. Klassesamtaler karakteriseres ved samtaler hvor alle elever og læreren involveres, mens elevaktiviteter karakteriseres som de aktiviteter hvor eleverne arbejder selvstændigt, enten alene eller sammen med en klassekammerat, og læreren hjælper og vejleder.

Forsøgsundervisningen: slikbokseforsøget

Hensigten med forsøget er primært at undersøge om det er muligt at introducere og arbejde med variable i grundskolens indskoling ud fra tilgangen "algebra som generaliseret aritmetik". I det tilfælde introduktionen af variable i indskoling virker, kan det bl.a. give eleverne en tidlig oplevelse af at matematik ikke altid omhandler talfacitter.

Forsøgsundervisningen omhandler to personer (Ulla Christina og Tina) der hver får en slikboks. Eleverne kan ikke se hvad der er i slikboksene, men får at vide at der er lige mange bolsjer i hver. Dog er den ene slikboks udstyret med tre bolsjer mere end den anden som ligger oven på slikboksen. Elevernes opgave er at finde frem til hvordan man kan udtrykke hvor mange bolsjer hhv. Ulla Christina og Tina har. Gennem diskussioner og aktiviteter skal eleverne nå frem til en løsning på problemet. Aktiviteterne består bl.a. af udarbejdelsen af egne repræsentationer for situationen, tabeller, arbejdsark, tegninger samt fællesdiskussioner.

I det følgende relaterer vi forsøgsmålene til trinmålene efter 3. klasses trin i Fælles Mål 2009. Disse trinmål omfatter bl.a.:

Matematik i anvendelse:

- Vælge og benytte regningsarter i forskellige praktiske sammenhænge
- Erhverve en begyndende forståelse af matematik som beskrivelsesmiddel.

Matematiske arbejdsmåder:

- Arbejde eksperimenterende og undersøgende med inddragelse af konkrete materialer
- Modtage, arbejde med og videregive enkle skriftlige og mundtlige informationer som indeholder matematikfaglige udtryk
- Indgå i dialog om matematik hvor elevernes forskellige idéer inddrages.

Matematiske emner:

- Bestemme antal ved hjælp af addition, subtraktion ... inden for de naturlige tal.

Endvidere skal der arbejdes særligt med symbolbehandlings- og repræsentationskompetencen. Symbolbehandlingskompetencen defineres kort som *“afkode og anvende enkle matematiske symboler, herunder tal og regnetegn, samt forbinde dem med dagligdags sprog”*, og repræsentationskompetencen som *“danne, forstå og anvende forskellige repræsentationer af matematiske objekter, begreber, situationer eller problemer”* (Undervisningsministeriet, 2009, s. 4).

Forsøget er derfor begrundet i trinmålene efter 3. klassetrin. Det betyder naturligvis ikke at der direkte stilles krav om at gennemføre en undervisning svarende til dette forsøg, men en sådan undervisning er mulig inden for rammerne af Fælles Mål 2009.

Inden gennemførelsen af forsøget havde vi visse overvejelser af denne art: *“Vil eleverne være imødekommende over for idéen om at introducere dem for variabelbegrebet?”*, *“Er det overhovedet kognitivt muligt for eleverne at opnå en begyndende forståelse af variabelbegrebet? Hvis ja, hvem vil have lettest ved at håndtere tankegangen?”* og *“Hvordan vil undervisningens rammer påvirke eleverne?”*. En naturlig tanke vil være at elever med faglig styrke i den daglige undervisning også vil have fordele i arbejdet med forsøgsundervisning. Dette viste sig dog efterfølgende ikke at være tilfældet, idet flere elever som i den daglige undervisning blev betragtet som fagligt stærke, sad tilbage og stirrede rådvildt på aktivitetsarkene. Disse elever gav i deres mundtlige begrundelser udtryk for at have svært ved at rumme opgavens struktur og åbenhed. Det overraskende i denne situation var at elever som i den daglige undervisning blev betragtet som fagligt svage, fandt denne åbenhed og struktur inspirerende og pludselig blev førende inden for den, for dem, mere *“abstrakte”* matematik. Disse elever oplevede en begyndende tillid til sig selv og deres evner inden for matematik samtidig med at læreren erfarede hvilken slags opgaver disse elever bedre kunne håndtere.

Forsøgssituationen var den at der var tre personer som kunne besætte hver sin rolle i dataindsamlingsprocessen. De tre roller kan beskrives som læreren, kameraføreren og dataindsamleren. Hver rolle havde sit formål. Fx filmede kameraføreren dialoger i arbejdet med de forskellige aktiviteter, læreren foretog de praktiske foranstaltninger såsom introduktionen, gennemgangen af forsøget og vejledning af eleverne, og data-

indsamleren observerede og tog notater af klassediskussionerne samt diskussionerne eleverne og lærer-elev imellem.

Fra konkret til generel

For at eksemplificere hvordan yngre elever kan forstå variable og variationer i matematik, vil vi beskrive vores oplevelser og erfaringer i forbindelse med forsøgsundervisningen. Læreren starter timen med at spørge til en tidligere undervisningslektion hvor eleverne arbejder med regnehistorier. Baggrunden for at rette elevernes opmærksomhed mod denne særlige aktivitet er at flytte elevernes tanker til anderledes og mere kreative tankegange samt at give eleverne en følelse af noget kendt de kan holde fast i når de videre bliver introduceret for det nye.

Læreren fortæller eleverne en lille historie om Ulla Christina og Tina som har fået hver sin slikboks af Tinas mor. Da Ulla Christina er gæst hos Tina, skal hun have tre bolsjer mere end Tina. Læreren viser de to medbragte slikbokse frem så eleverne kan betragte de to slikbokse samtidig med at historien bliver fortalt. På den måde skal eleverne arbejde med en problemstilling som de reelt bør kunne forholde sig til. Eleverne får at vide at der er lige mange bolsjer i slikboksene, men at man ikke ved hvor mange der er i hver. Herefter stiller læreren følgende spørgsmål: "Hvor mange



Figur 4. En elevs repræsentation af Tinas og Ulla Christinas bolsjer.

bolsjer vil I gætte på Ulla Christina har i alt?”, “Hvor mange vil I gætte på Tina har i alt?” og “Hvem har flest?”. Disse spørgsmål skal eleverne forholde sig til ved at hver enkelt elev udarbejder en tegning eller beskrivelse over deres gæt på hvor mange bolsjer Tina og Ulla Christina hver især har.

Denne udfordring håndterer eleverne meget forskelligt (se fx figur 4 og 5). Én elev foreslår at man kan lave en masse regnestykker på bagsiden af papiret da man jo ikke kender til det eksakte antal bolsjer. En anden mener at man kan måle et af Ulla Christinas fritliggende bolsjer og på den måde finde frem til hvor mange bolsjer der må være i boksen (se figur 4). Denne løsningsstrategi finder vi interessant idet eleven udviser en konkret og “målbar” måde at tackle et øjensynligt uoverskueligt problem på. Umiddelbart behandler denne elev matematikken som et problemløsende værktøj, hvilket er et af algebraaspekterne som tidligere er nævnt.



Figur 5. En elevs repræsentation af Tinas og Ulla Christinas bolsjer.

En tredje elev gætter på at Ulla Christina har 28 bolsjer i alt, og tæller derefter baglæns for at få Tinas antal bolsjer.

Mens eleverne arbejder med at svare, bliver slikboksene sendt rundt så de kan se og føle på dem. Eleverne er meget optaget af at mærke godt efter inden de gætter. I den forbindelse bliver slikboksene målt, vejjet og rystet. Eleverne vil tydeligvis ikke nøjes med delvise observationer. Her kommer matematik som et undersøgende og udforskende fag til sin ret. Eleverne er i første omgang af den overbevisning at hvis deres gæt skal vise sig at være forkert, skyldes det at de ikke har undersøgt og udforsket slikboksene godt nok.

Elevernes individuelle besvarelser bliver samlet ind hvorefter elevernes gæt bliver taget op til diskussion i fællesskab. En elev vælger at forklare sit gæt på følgende måde:

Læreren: "Christian."

Christian: "Jaa. Øh ... Ved Tina fik jeg 15, og ved Ulla Christina fik jeg 18."

Læreren: "Hvordan gjorde du det?"

Christian: "Jeg gættede."

Læreren: "Du gættede. Hvem gættede du først på?"

Christian: "Det var Ulla Christina."

Læreren: "Hvad gjorde du så for at finde antallet for Tina?"

Christian: "Der minusede jeg tre fra."

Læreren: "Så gættede du ikke hele vejen."

Christian: "Nej, kun næsten."

Denne dialog mellem læreren og Christian giver indtryk af hvordan Christian har tænkt. Desuden ses det at læreren forsøger at skabe en underliggende forståelse af at Christian kun gætter på det ene tal og ikke det andet. Det er på dette stade af forsøget fundamentet for den videre forståelse af afhængige og uafhængige variable kan inddrages.

Fra en konkret situation til mange mulige situationer

Alle elevernes gæt for mulige udfald for hhv. Tinas og Ulla Christinas antal bolsjer plottes ind i en tabel (figur 6) hvorefter læreren tegner en tredje kolonne som hun kalder forskelskolonnen. Hensigten med at skitsere alle elevernes gæt i en tabel er at vise eleverne at der er mange mulige situationer koblet til slikboksene. Opgaven lægger derfor op til at eleverne skal arbejde med variable selvom der er et endeligt antal bolsjer i boksene, hvilket betyder at eleverne egentlig arbejder med konstanter.

Navn	Tina	UC	Forskel
	10	13	3
	18	21	3
	20	23	3
	27	30	3
	23	26	3
	20	23	3
	27	30	3
	12	15	
	25	28	
	25	28	
	15	18	
	15	18	
	15	18	
	23	26	
	20	40	
	15	18	
	40	43	
	30	33	
	27	30	

Figur 6. Elevernes gæt af antallet af bolsjer som Ulla Christina og Tina besidder.

Læreren foreslår at forskelskolonnen kan udfyldes ved at trække Tinas bolsjer fra Ulla Christinas hvilket giver eleverne en oplevelse af at der er en form for struktur i tallene. Denne subtraktion af Tinas bolsjer fra Ulla Christinas bliver i fællesskab udført for omtrent fem af elevernes gæt indtil en elev ivrigt rækker hånden op og siger:

Kim: "Den giver tre."

Læreren: "Hvordan ved du det?"

Kim: "Man tager Tinas og lægger bare tre til."

Læreren: "Hvorfor gør vi det?"

Kim: "Fordi der er tre over Ulla Christinas."

Læreren: "Og hvad var det vi vidste om de her slikbokse?"

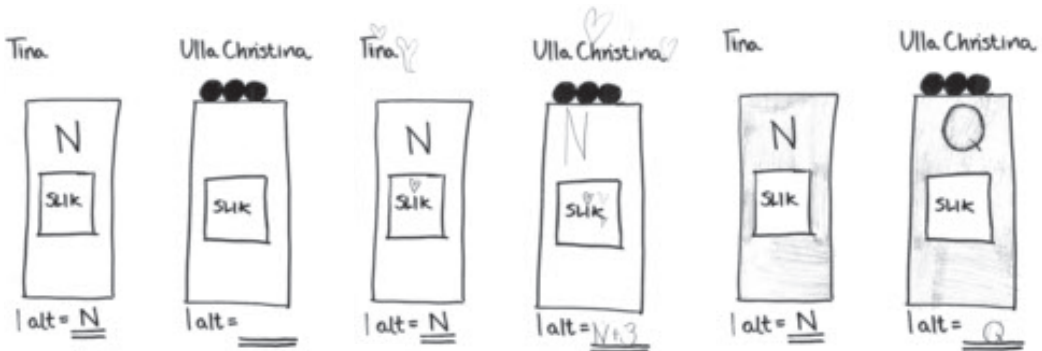
Kim: "At der var lige mange i dem, men der er tre mere i Ulla Christinas, altså dem der er ovenpå."

Fra mange mulige situationer til en generel notation af alle situationer

Denne samtale udvikler sig til en fællesdiskussion som bliver taget op på klassen. Læreren starter med at tegne en skitse af de to slikbokse på tavlen hvorefter læreren

foreslår at man kan kalde mængden af bolsjer i Tinas slikboks for "N". Efterfølgende beder læreren eleverne forklare hvad "N" betyder, eller hvad de forstår ved "N". En elev foreslår at "N" står for "nisse". En anden foreslår at "N" kan stå for et spørgsmålstegn, og begrundet det med at antallet af bolsjer i boksene er ukendt. Som resultat af denne elevs besvarelse bliver det konstateret at ingen ved hvor mange bolsjer der er i slikboksene, og at man umiddelbart kan betegne antallet som et spørgsmålstegn.

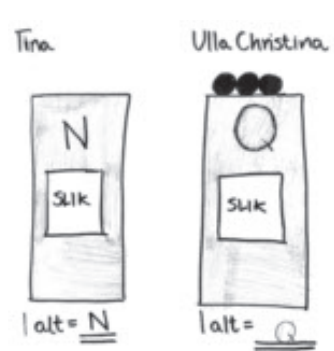
Klassediskussionen slutter af med at læreren fortæller at "N" i denne situation står for et tal som både kan være et lille og et stort tal, hvilket man ikke kan sige noget om da vi jo ikke må åbne boksene for at tjekke. Efter klassediskussionen får eleverne udleveret et aktivitetsark (figur 7) hvor de med hjælp og vejledning fra læreren skal finde frem til hvad man kan kalde antallet af Ulla Christinas bolsjer. Eleverne får derved udleveret et forslag til hvad man kan kalde antallet af Tinas bolsjer, og skal ud fra denne oplysning finde frem til hvad antallet af Ulla Christinas bolsjer kan kaldes.



Figur 7. Aktivitetsarket til eleverne.



Figur 8. Elevbesvarelsen "N + 3".



Figur 9. Elevbesvarelsen "Q".

Eleverne kommer med mange forskellige bud på hvad antallet af Ulla Christinas bolsjer kan kaldes, heriblandt "N + 3", "Q", "bolsje" og "3". De hyppigst forekommende besvarelser er hhv. "N + 3" og "Q" (figur 8 og 9), hvilket vi vælger at karakterisere som besvarelser der ligger tæt på den algebraiske tankegang. Umiddelbart overrasker besvarelsen "Q" os da vi ikke på forhånd har taget sådan en besvarelse i betragtning, og vi i første omgang ikke helt er med på hvordan eleverne har fundet frem til dette resultat. Det viser sig imidlertid at de elever som vælger at betegne Ulla Christinas antal bolsjer med "Q", har talt tre frem, fra "N" til "Q", i alfabetet, og eleverne med betegnelsen "N + 3" har adderet de tre ekstra bolsjer til den algebraiske notation (N) man allerede kender. Men besidder elever som giver de to forskellige svar, samme opfattelse af bogstavet "N"? Vi er af den overbevisning at de elever som betegner

Ulla Christinas antal bolsjer med “Q”, identificerer dette med et ubekendt tal, altså en pladsholder hvor eleverne som betegner Ulla Christinas antal med “ $N + 3$ ”, identificerer “N” som en variabel.

Afslutningsvis samles der op i klassen hvor eleverne fortæller hinanden hvad de er kommet frem til. På den måde får eleverne formuleret sig med det matematiske sprog eller med det naturlige sprog omhandlende noget matematisk, hvilket resulterer i at de ligeledes skal forsøge at følge andres forklaringer og ræsonnementer. Desuden arbejdes der med det mest grundlæggende inden for symbolmanipulation, det at udforme et symboludtryk.

Som afslutning på forsøgsundervisningen åbnes slikboksene for eleverne. Det kan diskuteres hvorvidt dette er den bedste afslutning, da der både er fordele og ulemper ved at åbne slikboksene til sidst. Ulemperne ligger i at elevernes illusion om at der er alt og intet i boksene, ødelægges. På den anden side giver det en fuldenndthed af undersøgelsen for eleverne at få lov til at åbne slikboksene. Endvidere giver det mulighed for at eleverne efterfølgende kan sætte det konkrete antal ind på N's plads i udtrykkene “N” og “ $N + 3$ ” og derved få mulighed for at opdage nogle sammenhænge.

Opsamling af resultaterne fra datamaterialet

Hovedformålet med forsøget var at undersøge om det er muligt at implementere generaliseret aritmetik, herunder introduktionen af en begyndende forståelse af variabelbegrebet, i indskoling, samt at få indskolingens elever til at arbejde med forskellige repræsentationer for samme begreb. Kort sagt viste forsøget sig at være relativt vellykket. Dog stødte vi på nye udfordringer, fx det at eleverne opfattede bogstavernes anvendelse forskelligt (“ $N + 3$ ” og “Q”).

Vi fandt samtidig ud af at introduktionen af den såkaldte mere “abstrakte” matematik fungerede tilfredsstillende i indskolingens undervisning. Når vi mener at vi i forsøgsundervisningen arbejdede med algebra som generaliseret aritmetik, skal der tages udgangspunkt i at hensigten med undervisningen bl.a. var at rykke eleverne kognitivt fra udelukkende at tænke på det konkrete og over til det mere generelle, nemlig fra deres gæt i form af talværdier over til algebraiske notationer. Eleverne arbejdede således med forskellige repræsentationer for samme begreb, nemlig talværdier, tegninger, det naturlige sprog, bogstavudtryk samt det konkrete materiale (slikboksene).

Eleverne der valgte at betegne Ulla Christinas antal bolsjer med “Q”, spurgte vi hvordan de havde fundet frem til netop dette bogstav som værende løsningen. De fortalte at de blot havde talt tre frem, fra N til Q, i alfabetet. Eleverne med betegnelsen “ $N + 3$ ” som løsning havde adderet forholdet til det element de allerede kendte. Spørgsmålet er om det er den samme opfattelse af bogstavet eleverne umiddelbart udtrykte? “Q” var en betegnelse der gav os stof til eftertanke, for hvordan betragtede eleverne egentlig

bogstavernes anvendelse? Hvad betød det for dem? Ville resultatet have set anderledes ud hvis vi havde arbejdet med N-tallinjer, som beskrives i afsnittet “Øvrige kommentarer”, inden forsøget, og ville eleverne da have foreslået løsningen “Q”?

I efterbehandlingen af empirien blev vi i tvivl om hvorvidt det at åbne slikboksene var det rigtige at gøre, da vi ved at åbne dem på sin vis ødelagde elevernes illusion om at boksene kunne indeholde alt og ingenting. Desuden oplevede vi at eleverne igen var optaget af hvem der havde gættet antallet af bolsjer rigtigt.

Vi valgte at gennemføre forsøget i én klasse og over en kort tidsperiode på fire lektioner, hvilket selvfølgelig har konsekvenser for resultaterne. Den kortvarige forsøgsundervisning kan opfattes som urealistisk smal når man ser det i et udviklingsperspektiv. Det bliver derfor svært at sige om de fire lektioner kan være med til at fremme elevernes påbegyndende algebraiske tænkning, da opbyggelsen af forståelse kræver en længere tidsperiode.

Øvrige kommentarer

Det her beskrevne forsøg er blot én af mange metoder til at lade indskolingseleverne stifte bekendtskab med tidlig algebra. Andre muligheder er fx at lade eleverne arbejde med tallinjer og udvide disse tallinjer til at omfatte variable. Jess et al. (2008) forklarer princippet i en sådan variabelinje, med “N” som nulpunkt, hvor eleverne kan lægge til og trække fra som de vil. Jess et al. foreslår endvidere at man kan lægge variabeltallinjen oven på en standardiseret tallinje, således at eleverne kan trække paralleller til de færdigheder de allerede har i at benytte sig af tallinjer.

Endvidere kan man arbejde med funktionspapkasser der går ud på at en elev anbringes i en stor papkasse og får oplyst en funktionsforskrift. De andre elever i klassen putter tal, altså den uafhængige variabel ind til eleven. Eleven i kassen skal så finde ud af hvad den afhængige variabel skal være, og skriver det på en lap papir der kommer ud af maskinen. Alle resultater bliver skrevet ned hvorefter eleverne skal finde en struktur i tallene.

Konklusion

Forsøget viser at elever i indskoling kan motiveres til at arbejde med den, for dem, “abstrakte” del af algebra på en alternativ måde. Endvidere viser det at eleverne kan håndtere arbejdet med mere abstrakte begreber, såsom ubekendte og variable. Dog viser det sig at eleverne muligvis sidder inde med forskellige opfattelser af bogstavets anvendelse. Dette ses i elevernes bud på hvor mange bolsjer Ulla Christina i alt har, hvor eleverne gætter på hhv. “Q” og “N + 3”.

Formidlingen af denne forsøgsundervisnings resultater har til hensigt at give un-

dervisere, særligt i grundskolen, et konkret bud på hvordan man kan indføre tidlig algebra i indskolingen. Vi håber at artiklen her kan vække underviseres nysgerrighed og gåpåmod mht. nye tiltag inden for algebraundervisningen i den danske grundskole.

Referenceliste

- Arcavi, A. (November 1994). Symbol Sense: Informal Sense-making in Formal Mathematics. *For the Learning of Mathematics*, s. 24-35.
- Bednarz, N. & Janvier, B. (1996). Emergence and Development of Algebra as a Problemsolving: Continuities and Discontinuities with Arithmetic. I: N. Bednarz, C. Kieran & L. Lee, *Approaches to Algebra* (s. 115-136). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Bergsten, C., Häggström, J. & Lindberg, L. (1997). Algebra i 1-12-perspektiv. *Nämnamnaren tema: Algebra för alla*, s. 9-32.
- Carpenter, T.P. & Levi, L. (2000). *Developing Conceptions of Algebraic Reasoning in the Primary Grades*. NCISLA/Mathematics & Science.
- Carraher, D.W. & Schliemann, A.D. (20. april 2002). Empirical and Logical Truth in Early Algebra Activities: From Guessing Amounts to Representing Variables. *NCTM*, s. 1-13.
- Carraher, D.W. & Schliemann, A.D. (2007). Early Algebra and Algebraic Reasoning. I: Frank Lester (red.), *Handbook of Research on Mathematics Education* (s. 669-705). Information Age Publishing.
- Carraher, D.W., Schliemann, A.D. & Schwartz, J.L. (2008). Early Algebra Is Not the Same as Algebra Early. I: J.J. Kaput, D.W. Carraher & M.L. Blanton, *Algebra in the Early Grades* (s. 235-302). New York: Taylor & Francis Group.
- Carraher, D.W., Schliemann, A.D., Brizuela, B. & Earnest, D. (2006). Arithmetic and Algebra in Early Mathematics Education. *Journal for Research in Mathematics Education*, s. 87-115.
- Cobb, P., Confrey, J., diSessa, A., Lehrer, R. & Schauble, L. (Januar/februar 2003). Design Experiments in Educational Research. *Educational Researcher*, s. 9-13.
- DR. (1. december 2010). *DR2 Deadline Talknuserne*. Lokaliseret den 2. december 2010 på: www.dr.dk/DR2/deadline2230/Talknuserne/verdensdyrestefolkeskole.htm.
- Driscoll, M. (1999). Smoothing the Transition to Algebra Through Algorithmic Thinking. I: M. Driscoll, *Fostering Algebraic Thinking – A Guide for Teachers Grades 6-10* (s. 20-46). Portsmouth: Educational Development Center, Inc.
- Duval, R. (2006). A Cognitive Analysis of Problems of Comprehension in a Learning of Mathematics. I: G. Frizsimmons, *Educational Studies in Mathematics* (s. 103-131). Springer.
- Finansministeriet. (November 1997). 4. *Effektivitet – hvor dyre er danske uddannelser?* Lokaliseret den 29. november 2010 på: www.fm.dk/FM/GamlePub/dkuddan/kap4.htm.
- Jensen, T.H. (2007). *Udvikling af matematisk modelleringskompetence som matematikundervisningens omdrejningspunkt – hvorfor ikke?* Roskilde University, Department of Science, Systems and Models, IMFUFA.

- Jess, K., Skott, J., Hansen, H. & Schou, J. (2008). Algebra. I: K. Jess, J. Skott, H. Hansen & J. Schou, *Matematik for lærerstuderende – Epsilon – 1.-6. klasse* (s. 195-236). Samfundslitteratur.
- Kaput, J.J. (2008). What Is Algebra? What Is Algebraic Reasoning? I: J.J. Kaput, D.W. Carraher & M.L. Blanton, *Algebra in the Early Grades* (s. 5-18). NCTM.
- Kilpatrick, J. & Izsák, A. (2008). A History of Algebra in the School Curriculum. I: C. E. Greens & R. Rubenstein, *Algebra and Algebraic Thinking in School Mathematics – Seventieth Yearbook* (s. 3-19). NCTM.
- Lincevski, L. & Herscovics, N. (1996). Crossing the Cognitive Gap between Arithmetic and Algebra: Operating on the Unknown in the Context of Equations. *Educational Studies in Mathematics*, s. 39-65.
- Lindenskov, L. & Weng, P. (2007). *15 Matematikopgaver i PISA*. København NV: Danmarks Pædagogiske Universitets-skole.
- Mortensen, U.C. & Petersen, T.O. (2011). *Tidlig algebra*.
- OECD. (2003). *PISA Country Profiles – Programme for International Student Assessment*. Lokaliseret den 26. november 2010 på: <http://pisacountry.acer.edu.au/index.php>.
- OECD. (2004). *Learning for Tomorrow's World – First Results from PISA 2003*.
- OECD. (2009). *PISA 2009 Assessment Framework – Key Competencies in Reading, Mathematics and Science*.
- OECD. (2010). *PISA 2009 Results: What Students Know and Can Do – Student Performance in Reading, Mathematics and Science (Volume I)*.
- Paludan, K. (2000). *Videnskaben, Verden og Vi*. Aarhus Universitetsforlag.
- Radford, L. & Puig, L. (2007). Syntax and Meaning as Sensuous, Visual, Historical Forms og Algebraic Thinking. *Educational Studies in Mathematics*, s. 145-164.
- Schifter, D., Monk, S., Russell, S.J. & Bastable, V. (2008). Early Algebra: What Does Understanding the Laws of Arithmetic Mean in the Elementary Grades? I: J.J. Kaput, D.W. Carraher & M. L. Blanton, *Algebra in the Early Grades* (s. 413-448). New York: Taylor & Francis Group, LLC.
- Schliemann, A.D., Carraher, D.W. & Brizuela, B.M. (2007). Preface: Rethinking Early Mathematics Education. I: A.D. Schliemann, D.W. Carraher & B.M. Brizuela, *Bringing Out the Algebraic Character of Arithmetic* (s. ix-xviii). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- TV 2. (8. december 2010). *Sputnik*. Lokaliseret den 8. december 2010 på: <http://sputnik.tv2.dk/play/go-morgen-danmark-25794/>.
- Undervisningsministeriet. (2009). *Fælles Mål 2009 – Matematik, Faghæfte 12*. Undervisningsministeriet.
- Van Amerom, B.A. (2003). Focusing on Informal Strategies when Linking Arithmetic to Early Algebra. *Educational Studies in Mathematics*, s. 63-75.
- Weng, P. & Lindenskov, L. (2004). Matematisk kompetence. I: J. Mejding, *PISA 2003 – Danske unge i en international sammenligning* (s. 35-96). København NV: Danmarks Pædagogiske Universitetsforlag.

MaTeam-projektet

– om matematiklærerfagteam, matematiklærerkompetencer og didaktisk modellering



Marikka Andreassen



Helle Sejer
Damkjær, begge
Læreruddannelsen i
Silkeborg, VIAUC



Tomas Højgaard,
DPU, AU

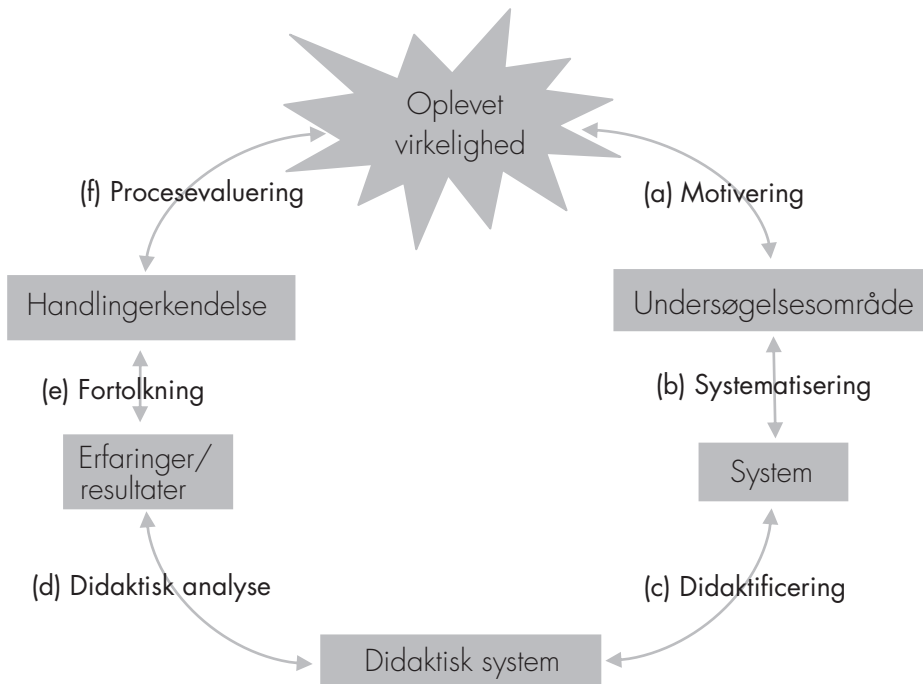
Abstracts. Projektet MaTeam beskrives med fokus på et toårigt forsøg hvor matematiklærerne på 4.-6. klassetrin på fire skoler i Silkeborg Kommune samarbejdede med forfatterne. Projektet handlede om udvikling af matematiklærerkompetencer med fokus på samarbejdet i de fire skolers matematiklærerfagteam. Hovedformålet var at etablere en eksplicit målstyret matematikundervisning med særlig vægt på faglige kompetencemål. Analysen her handler bl.a. om forhold der påvirker den enkelte matematiklærers fagidentitet. Vi opstiller idealtilstande for den professionelle matematiklærer, det udviklende matematiklærerfagteam og samarbejdsrelationer der indgår i projektet. Desuden beskriver vi forskellige typer af fagteam og lærere. Metodisk var MaTeam-projektet struktureret som en didaktisk modelleringsproces.

We describe Project Mathematics teacher Team. The empirical part ran over two years in which mathematics teachers in grades 4-6 from four schools cooperated with the authors in developing didactical teacher competencies through focusing on cooperation in four subject teams. The main purpose was to establish a teaching approach explicitly guided by learning objectives, with emphasis on specific competency objectives. We analyze matters affecting the professional identity of the individual teacher, applying ideal characteristics: of the professional mathematics teacher, of the teachers' teams, and of the cooperative relations in the project. We also describe types of teams and of teachers. Methodologically, MaTeam was structured as a didactical modelling process.

Indledning

I foråret 2007 blev der etableret et samarbejde mellem Læreruddannelsen i Silkeborg (ved Helle Sejer Damkjær, Marikka Andreasen og Hanna Mølgaard/Martin S. Klausen) og fire skoler i Silkeborg Kommune (ved Huno Jensen) om et treårigt forsknings- og udviklingsprojekt der havde som fokus at udvikle "god matematikundervisning" gennem styrket fokus på matematiklærerfagteam. Projektet blev udarbejdet i samarbejde med en forsker fra Danmarks Pædagogiske Universitet (Tomas Højgaard) og indgik som et projekt under Nationalt Videncenter for Matematikdidaktik (NAVIMAT). Dets omdrejningspunkt var et toårigt samarbejde – efterfølgende kaldet "forsøget" – mellem ovenstående deltagere og matematiklærerne på 4.-6. klassetrin på de involverede skoler: Buskelundskolen, Linå Skole, Sejs Skole og Virklund Skole.

Projektet og artiklen her er begge struktureret som den didaktiske modelleringsproces, der illustreres i figur 1 og beskrives nærmere i Blomhøj & Jensen (2007). De nedenfor følgende afsnit svarer til de delprocesser der er angivet i figur 1.



Figur 1. En model af den didaktiske modelleringsproces (Blomhøj & Jensen, 2007, s. 26).

Motivering: fra frustration til ambition

Som lærere på både grunduddannelsen til folkeskolelærere og efter- og videreuddannelseskurser for folkeskolelærere har vi (H. og M.) erfaret at viden og perspektiver fra forskningen i matematikdidaktik med fokus på grundskolen ikke altid kan spores i den daglige matematikundervisning. Ofte kan det være svært at se at matematik faktisk indgår i et moderne videnssamfund, og at eleverne gerne skal udvikle kompetencer som peger frem mod efterfølgende uddannelse, hverdagsliv og samfundsforståelse.

Desuden oplever vi at matematiklærere i stor udstrækning ureflekteret benytter sig af netop ét bogsystem, det af skolen valgte. Oftest forholder lærerne – også mange der er dygtige på det matematiklærerfaglige plan – sig kun til “bogen” uden at foretage fagdidaktiske refleksioner holdt op imod bogens bagvedliggende didaktik. Det afspejler sig bl.a. i årsplaner der ligner indholdsfortegnelsen i den anvendte lærebog, som i øvrigt bliver fulgt slavisk fra side til side med et princip om at alle elever skal regne alle opgaver. Vi oplever fagligt dygtige matematiklærere der ikke bevidst forholder sig til hvilke faglige mål de styrer imod i deres undervisning. De sætter deres lid til at arbejdet med bogsystemet i sig selv vil sikre elevernes faglige udvikling så de bliver parate til slutevalueringen i folkeskolens afgangsprøve i matematik.

Vores erfaring er i øvrigt at både praktiserende matematiklærere og vores studerende på læreruddannelsen udfolder og udvikler entusiasme for faget og fagdidaktikken når der er lejlighed til at samarbejde og diskutere i faglige fora og på kurser. Men fastholdes denne udvikling i matematiklærernes efterfølgende undervisning og i diskussioner og samarbejder med matematiklærerkolleger der ikke har deltaget i de samme faglige fora og kurser?

I matematiklæreres samarbejde har vi observeret at møder for en del af en skoles team af matematiklærere, fx dem der underviser på bestemte klassetrin, indholdsmæssigt ofte næsten udelukkende handler om de praktiske forhold som materiale- og bogindkøb og skemaplanlægning. Kun sjældent er didaktiske diskussioner og refleksioner en del af dagsordenen på sådanne møder.

Denne frustration over læreres manglende samspil mellem matematikdidaktiske refleksioner og egen undervisningspraksis har været en del af grundlaget for etableringen af MaTeam-projektet: Vi ønskede at udvikle nogle modeller for faglige fora og kurser hvor matematikdidaktiske projekter og dertil knyttede refleksioner satte sig spor på det praktiske plan hos de deltagende matematiklærere.

Systematisering

Arbejdet med at systematisere tilgangen i projektet har især været inspireret af tre rapporter der både analyserer og kommer med anbefalinger vedrørende de frustrationer og ambitioner vi havde.

I *Matematik på grundskolens mellemtrin* fra Danmarks Evalueringsinstitut (2006) anbefales det bl.a. at matematiklærere i fællesskab og med støtte fra skoleledelse gennemtænker deres lærings- og fagsyn, tager udgangspunkt i arbejdet med at fastsætte mål, benytter faghæftet mere aktivt, inddrager faglige kompetencer i undervisningen og desuden fremmer og systematiserer den interne vidensdeling.

I *Fremtidens matematik i folkeskolen* (Niss et al., 2006) er det bl.a. påpeget at uddannelsen af matematiklærere bør foregå i et miljø der rummer forskere i matematikdidaktik, samt at der skal skabes rammer for forskere, læreruddannere og lærere så de kan mødes og diskutere i faglige fora. Desuden anbefales det at efter- og videreuddannelsesstilbud skal henvende sig til *grupper* af lærere fra samme skole, og at "den overordnede planlægning af undervisningsforløb støttes af matematiklærerteamet på den enkelte skole." (ibid., s. 28).

I *Forskning, der kan bruges – nyorientering af den pædagogiske forskning* fra Kommunernes Landsforening (2005) nævnes behovet for at opbygge en mere systematisk og evidensbaseret viden om "Hvad skal lærere vide og kunne for at kunne gennemføre god undervisning? Hvad virker?" (ibid., s. 17). Desuden anbefales det at koblingen mellem forsknings- og uddannelsesmiljøerne og folkeskolen styrkes.

I forlængelse af disse anbefalinger var vi ved etableringen af MaTeam-projektet især optaget af at udvikle to former for samarbejde: For det første samarbejdet mellem forskning og undervisningspraksis, både i vores eget indbyrdes samarbejde mellem en universitetsdidaktiker og to læreruddannere og i samarbejdet mellem T. som forsker og de deltagende folkeskolelærere. Det vender vi tilbage til senere i artiklen. Og for det andet udvikling af læreres personlige, professionelle fagidentitet samt læreres praksis gennem en alternativ efter- og videreuddannelsesform med fokus på læreres indbyrdes samarbejde i matematiklærerfagteam.

Matematiklærer-fagteamsamarbejde

Analyserne i ovennævnte rapporter peger på at mange lærere mangler redskaber til fortsat at udvikle og professionalisere matematikundervisningen, at denne opgave i for høj grad er overladt til den enkelte underviser, og at der derfor er behov for at udvikle matematikundervisningen gennem en styrket indsats på kompetenceudvikling i og af matematiklærerfagteam. Ordet fagteam bruges i litteraturen på flere måder, så vi har valgt at arbejde med følgende definition: *Et matematiklærerfagteam er en gruppe der samarbejder om sager i relation til professionen som matematiklærer.*

I MaTeam ville vi afprøve forskellige former for matematiklærer-fagteamsamarbejder: de vertikale årgangsteam, de horisontale team for alle tre årgange på mellemtrinnet, de interne team på egen skole og de eksterne team flere skoler imellem.

Matematiklærerkompetencer

I KOM-rapporten karakteriseres “den gode matematiklærer” som en lærer der på den teoretiske front er fagdidaktisk reflekteret og på det praktiske plan kan “brænde igennem”, og som “konstant er i dialog med sig selv (og andre) om det komplementære forhold mellem den fagdidaktisk reflekterende og den praktiserende side af god undervisning.” (Niss & Jensen, 2002, s. 158-159).

Da vores frustration som nævnt i særlig grad gik på oplevelsen af matematiklæreres manglende samspil mellem matematikdidaktiske refleksioner og egen undervisningspraksis, lod vi os undervejs i projektet inspirere af KOM-rapportens kapitel om matematiklærerfaglighed der – jf. tekstboksen – analytisk forsøges indfanget ved at karakterisere seks matematikdidaktiske og -pædagogiske kompetencer.

KOM-rapportens kapitel 6 (se Niss & Jensen, 2002, s. 78-80, for egentlige definitioner) er et bud på en kompetencebeskrivelse af de matematikdidaktiske og -pædagogiske elementer i matematiklærerfaglighed. De seks kompetencer der udpeges, er i stikordsform som følger.

1. Læseplanskompetence – at kunne vurdere og udforme læseplaner
2. Undervisningskompetence – at kunne udtænke, tilrettelægge og gennemføre undervisning
3. Læringsafdækningskompetence – at kunne afdække og fortolke elevernes læring
4. Evalueringskompetence – at kunne afdække, vurdere og karakterisere elevernes faglige udbytte og kompetencer
5. Samarbejdskompetence – at kunne samarbejde med kolleger og andre om undervisningen og dens rammer
6. Professionel udviklingskompetence – at kunne udvikle sin kompetence som matematiklærer.

KOM-rapportens matematiklærerkompetencer har været udgangspunktet for vores definition af den gode professionelle matematiklærer og samarbejdet matematiklærere imellem. I kapitel 7 i KOM-rapporten peges der på at matematiklærere på alle niveauer også bør have en solid ballast i forhold til de otte matematikkompetencer

som er rapportens hovedfokus (Niss & Jensen, 2002, s. 81 f.). Vi er enige heri og anser et højt matematikfagligt niveau som afgørende for en karakteristik af “den gode matematiklærer”. Denne påstand kommer vi i øvrigt ikke nærmere ind på her, men den er vigtig i et dækkende billede af hvad der karakteriserer en professionel matematiklærer.

Samarbejde om hvad?

I det seneste tiårs matematikdidaktik er fokus flyttet fra en pensumtænkning til et fag- og læringssyn der tager afsæt i en kompetencetænkning hvor:

“... matematiklærerne i fællesskab sætter fokus på, hvordan en kompetencetænkning kan indgå i tilrettelæggelsen af undervisningen, og hvordan centrale kundskabs- og færdighedsområder i højere grad kan ses i sammenhæng i stedet for at se dem som isolerede områder.” (Danmarks Evalueringsinstitut, 2006, s. 31)

I forlængelse af denne og andre tilsvarende anbefalinger fra de tre førnævnte rapporter blev grundskolens styredokument *Fælles Mål* nyskrevet frem mod sommeren 2009 (Undervisningsministeriet, 2009), så de otte matematiske kompetencer beskrevet i KOM-rapporten blev gjort til et af de forpligtende centrale kundskabs- og færdighedsområder. Det bestyrkede os i vores lyst til at gøre dét at undervise med fokus på matematiske kompetencer til det indholdsmæssige omdrejningspunkt for lærernes fagteamsamarbejde. Ambitionen blev således at deltagerne udviklede en forståelse for at bringe kompetencerne i spil med matematiske stofområder og arbejdsområder, og at de skulle eksperimentere med at aktivere kompetencerne i deres planlægning, gennemførelse og evaluering af undervisningen.

Didaktificering

Vi er nu nået til et centralt sted i den didaktiske modelleringsproces. Systematiseringen er – både generelt og her – udtryk for en bevidst afgrænsning af hvad der sættes analytisk fokus på. Som så ofte i kombinerede forsknings- og udviklingsprojekter har resten af MaTeam-projektet kort sagt bestået i at forsøge at gennemføre den ønskede form for praksis, i vores tilfælde praksis for fagteamsamarbejde, og så kigge efter muligheder og hindringer på alle niveauer.

Men hvad vil det sige at “gennemføre den ønskede form for praksis” – gennemføre *hvad*? At kigge efter muligheder og hindringer giver kun mening hvis man har identificeret og karakteriseret den form for praksis man forsøger at virkeliggøre, på en didaktisk forpligtende måde, så man har noget at holde erfaringerne fra praksis op imod. Det sker under påvirkning af de forudgående dele af modelleringsproces-

sen fordi en sådan idealkarakteristik nødvendigvis er en (mere eller mindre bevidst) afspejling af hvilke aspekter af fx fagteamsamarbejde man fokuserer på (systematiseringen), hvilket igen afspejler de grunde man har til overhovedet at give sig i kast med et didaktisk studie af fagteamsamarbejde (motiveringen).

Idealtilstande

Det førte os frem til at karakterisere et "godt matematiklærerfagteam" gennem følgende idealtilstande:

Idealtilstand 1: Matematiklærere indgår i forskellige former for faglige lærersamarbejder. Disse samarbejder er ikke kun handlingsorienterede i forhold til planlægning af undervisning, men også orienterede mod at lærerne formulerer mål for undervisning og læring ud fra det gældende faghæftes centrale kundskabs- og færdighedsområder. Dermed gør vi op med den privatpraktiserende lærer.

Idealtilstand 2: Et fagteam er et aktivt og formaliseret samarbejde på skolen. Dagsordenen for fagteammøder indeholder punkter af didaktisk karakter, ikke kun rammemæssige temaer som fx indkøb af materialer. Lederne på skolen indgår aktivt som sparringspartnere i fagteam.

Idealtilstand 3: Forskere, læreruddannere, matematiklærere og lærerstuderende samarbejder løbende om at udvikle en fælles forståelse for matematikundervisning.

Ankerpositioner med kvalitetstegn

For at kunne identificere det gode matematiklærer-fagteamsamarbejde ud fra de tre idealtilstande opstillede vi nogle ankerpositioner og tilhørende kvalitetstegn som skulle bruges i analysen af i hvilken grad og i hvilken forstand idealtilstandene var blevet til virkelighed i forsøget.

1. Den enkelte lærer udvikler sin professionelle matematiklæreridentitet gennem medlemskab af et fagteam ved at han/hun i fagteamet:
 - 1.1. diskuterer mål før valg af elevaktiviteter
 - 1.2. bruger matematikfaglige kompetencemål som et centralt element i planlægningsfasen
 - 1.3. anvender matematikfaglige kompetencemål som sprog af 1. orden (Høines, 2006, s. 76-80).
2. Matematiklærerfagteamet fungerer som et funktionelt didaktisk forum ved at deltagerne:
 - 2.1. fungerer som en enhed med kollektivt ansvar

- 2.2. støtter hinanden gennem matematikdidaktiske refleksioner, herunder diskussioner om og planlægning af matematikundervisning
 - 2.3. samarbejder med ledelsen
 - 2.4. deler viden med hinanden i fagteamet på den enkelte skole og med de øvrige deltagere i MaTeam-forsøget.
3. Udvikling af samarbejdsrelationer interessenterne imellem og udvikling af efter- og videreuddannelseskoncepter:
 - 3.1. har afsmittende virkning på øvrige efter- og videreuddannelseskoncepter
 - 3.2. har afsmittende virkning på de studerendes refleksioner og på læreruddannelsen i linjefaget matematik
 - 3.3. bliver etableret i partnerskabet: forskning, praksis, læreruddannelse og organisation.

Analytisk beskrivelse af et forsøg

Som nævnt var omdrejningspunktet i MaTeam-projektet et toårigt udviklingsarbejde i 2007-2009. I afsnittet her beskriver vi dette forsøg, og i næste afsnit analyserer vi det med ovenstående idealtilstande som perspektiv. En mere detaljeret beskrivelse kan findes i Andreasen, Damkjær & Højgaard (2010).

Forarbejdet

Primæropgaven forud for selve forsøget var at beskrive hvordan vi konkret ville etablere fagteamsamarbejder. Vores interesse samlede sig om det kollegiale fagteam på mellemtrinnet. Ved at fokusere på mellemtrinnet ville den enkelte lærer formodentlig have overblik over det faglige niveau og indhold og på den baggrund kunne indgå i en kvalitativ sparring med de øvrige deltagere. Og at udvælge ét trin gav mulighed for at *alle* matematiklærere på det trin fra de deltagende skoler deltog. Hensigten var at den viden og inspiration matematiklærerne oparbejdede i fællesskabet, fik større afsmittende virkning på praksis end den ofte tavse viden som den enkelte lærer efter vores erfaring udvikler ved at tage alene på et kursus. Desuden ville der være større mulighed for at fortsætte en igangsat udvikling efter at projektet var slut.

For at sikre at lederne havde mulighed for at støtte fagteamsamarbejdet, var de som udgangspunkt også indskrevet som deltagere i forsøget. Desuden var det tanken at involvere en række studerende fra Læreruddannelsen i Silkeborg i forsøget, både fordi det kunne fremme deres viden om forsknings- og udviklingsarbejde, og fordi vi derigennem kunne få et yderligere perspektiv på projektets mulige afsmittende virkning på læreruddannelsens matematikundervisning. Konkret kunne det realiseres ved at studerende fra linjefagsholdet i matematik på 3. og 4. semester skulle deltage

i det omfang det gav mening for studiet. Seks studerende blev udvalgt fra H.s og M.s linjefagshold.

Før forsøget gennemførte vi et fokusgruppeinterview på hver af de fire skoler, og der blev afholdt et interview med de fire skoleledere samlet. Idéen med disse interviews var at afdække og dokumentere de deltagende læreres og lederes ønsker og forventninger til forsøget. Interviewene blev fulgt op af at lærerne og lederne udarbejdede hver deres individuelle forventningsbrev. Det var hensigten at deltagerne dermed fik mest muligt ejerskab til forsøget.

Forsøget

Vi ville gerne blive klogere på fagteamsamarbejde både blandt matematiklærere på en enkelt skole og når det vedrørte matematiklærere på tværs af skoler. Vi organiserede derfor fire forskellige modeller for matematiklærerfagteam med tilhørende typer af møder:

Fælles temadage a seks timer med alle matematiklærere og så mange skoleledere som muligt fra de fire skoler. Med et program forberedt og styret af forfatterne skabte vi her et forum for vidensdeling, og desuden gav vi konkrete oplæg til at implementere de matematikfaglige kompetencemål i undervisningen.

Didaktiske temamøder a tre timer med en eller to matematiklærere fra hver af de fire skoler. Dagsordenerne for møderne var og skulle være domineret af dialog om et didaktisk tema med fokus på målsætning med og evaluering af kompetencer. De fagdidaktiske temaer som blev udvalgt på baggrund af deltagernes udsagn på fokusgruppeinterviewene, var evaluering, undervisningsdifferentiering og faglighed i tværfaglig undervisning.

Fælles fagteam møder a tre timer med matematiklærere fra to skoler og M. eller H. som facilitator. Hensigten var at give lærerne mulighed for at opnå en gensidig forståelse for hvad der var væsentligt for et godt fagteam møde, samt blive inspireret af andre fagteamkulturer. Denne type af fagteam møder blev kun gennemført i forsøgets første år.

Fagteam møder a tre timer på den enkelte skole. Møderne gik fra i det første år at være styret både indholdsmæssigt og strukturelt af H. og M. til udelukkende at være styret af matematiklærerne selv det sidste halve år af forsøget. T. deltog som med-facilitator på Sejs Skoles fagteam møder. Hensigten med disse møder var at udvikle en professionel fagteamkultur på den enkelte skole med rum til refleksion, vidensdeling og udvikling. En professionel mødekultur karakteriserede vi ved at møderne var indholdsbestemt

og planlagt med dagsorden, mødeleder, referent mv. Dagsordener og referater blev lagt på en fælles elektronisk konference så alle kunne følge med i hvilket indhold der blev diskuteret på møderne.

Ud over disse fire typer møder med de fire fagteam som omdrejningspunkt blev der afholdt to såkaldte dialogmøder med deltagelse af en lærer og skolelederen fra hver af de fire skoler samt M., H. og en repræsentant for ledelsen på Læreruddannelsen i Silkeborg. Hensigten var dels at justere ift. vores plan- og indholdsvalg, dels at fastholde og synliggøre at dette var et fælles udviklingsprojekt til forskel fra et kursus. Desuden holdt ledelsen på Læreruddannelsen i Silkeborg et årligt møde med de fire skoleledere med den hensigt at lederne skulle reflektere over hvordan de kunne støtte op om forsøget.

Efterbehandling

Hele MaTeam-forsøget er blevet efterbehandlet, og diverse bilag og dokumentation, bl.a. alle dagsordener, referater, videooptagelser, båndoptagelser og notater, er tilgængelige ved henvendelse til M. og H. Det samme gælder projektrapporten (Andreasen, Damkjær & Højgaard, 2010). I artiklen Andreasen & Damkjær (2010) er udvalgte dele formidlet i relativt kort form.

Tilbageblik på forsøget

I nedenstående analyse forholder vi os dels til hvad der konkret lod sig gøre, dels til hvilke typer hindringer for godt fagteamsamarbejde vi kan pege på. Det analytiske perspektiv er de ankerpositioner med kvalitetstegn som vi under didaktificeringen udviklede til formålet.

Vi definerer forskellige typer af matematiklærere og fagteam som vi refererer til med betegnelserne “han” og “de”. Udgangspunktet er selvfølgelig vores oplevelser sammen med konkrete personer eller grupper fra MaTeam-forsøget, men beskrivelserne er ikke rettet mod disse personer. Der er tale om en analytisk kategorisering og formidling som formentlig vil gøre det muligt for andre end os deltagere at drage nytte af de høstede erfaringer.

Udvikling af den enkelte lærers professionelle matematiklæreridentitet

Udviklingen af de seks tidligere omtalte matematiklærerkompetencer varierede naturligvis meget fra person til person. Ved at kategorisere denne forskellighed i forhold til udgangspunktet for at udvikle sig kan vi se at det analytisk set er konstruktivt at arbejde med følgende typer matematiklærere:

Den udviklingsparate type: En lærer der før forsøget har en traditionel matematiklæreridentitet, og som undervejs bliver bevidst om at udvikle de seks matematiklærerkompetencer.

Den usikre type: En lærer der gerne vil udvikle sig, men ikke magter udfordringerne i forhold til at udvikle matematiklærerkompetencer. Usikkerheden går på matematiklæreridentiteten, ikke læreridentiteten.

Den udviklingsresistente type: En lærer der oplever udfordringerne som et angreb på sin matematiklæreridentitet og sin personlige frihed.

Højkapacitetstypen: En lærer der har et stort fagligt og fagdidaktisk potentiale til at udvikle de seks matematiklærerkompetencer.

Ting der lod sig gøre

Gældende for alle lærerne undtagen *den udviklingsresistente type* var at de undervejs i forsøget udtalte behov for udvikling af samarbejdskompetence som middel til at kunne udvikle deres matematiklæreridentitet.

Den udviklingsparate type oplevede vi som en lærer der inden forsøget havde en selvforståelse som en god matematiklærer defineret ved høj matematikfaglighed og veludviklet undervisnings- og læringsafdækningskompetence. Endvidere som en der besad professionel udviklingskompetence som han ikke fra forsøgets start var bevidst om. Vi så også selvforståelsen hos denne type lærer vakle en smule i en erkendelse af at man for at være en god matematiklærer skal udvikle alle seks matematiklærerkompetencer.

Lærere af denne type ændrede deres matematiklæreridentitet i almindelighed og opfattelsen af matematikundervisning i særdeleshed. Hvor der før blev målsat udelukkende med reference til de matematikfaglige stofområder, udvikledes en erkendelse af at det er givende for elevernes matematikfaglige udvikling også at målsætte i forhold til de otte matematiske kompetencer. Lærerne af denne type udtalte flere gange at det var samarbejdet med fagkollegerne – altså udfoldelse af samarbejdskompetence – der var den væsentligste årsag til denne udvikling. Til fagteam møderne i forsøgets start tog disse lærere tilrettelæggelsesmæssigt udgangspunkt i hvilke opgaver eleverne skulle løse, hvorimod de i forsøgets slutning talte med udgangspunkt i hvad eleverne skulle lære. Desuden forekom fagdidaktiske argumenter – for os: udfoldelse af de seks matematiklærerkompetencer – mere og mere hyppigt når disse lærere i løbet af forsøget argumenterede på fagteam møderne.

Den usikre type lærer udtalte flere gange i løbet af forsøget at han ikke havde et fagligt overblik til også at kunne koncentrere sig om de otte matematikfaglige kom-

petencer. Undervejs i forsøget forklarede han at udviklingen af de seks matematiklærerkompetencer foregik i kraft af hans deltagelse i et funktionelt fagteamsamarbejde, og at han i den forbindelse ikke mindst udviklede sin samarbejdskompetence. I løbet af forsøget så vi at han udviklede sin matematiklæreridentitet og herunder sin læseplanskompetence så meget at han på et forældremøde kunne omsætte indholdet fra faghæftet til et for forældrene forståeligt sprog af første orden.

For *den udviklingsresistente type* har vi ikke oplevet nogen udvikling af matematiklæreridentiteten, ej heller set tegn på udvikling af de seks matematiklærerkompetencer.

Højkapacitetstype-læreren så vi som en person med overskud til og ønske om at blive udfordret og som en der reflekterede på metaplanet i sin stræben efter at fortsætte udviklingen af de seks matematiklærerkompetencer. Han havde ikke behov for at tale om eller blive opfordret til at oversætte teorier til praksis. Tværtimod omsatte han selv de teorier vi bragte i spil, til egen praksis uden yderligere hjælp fra os. Matematikfagligt set fungerede han som et fyrtårn i fagteamsamarbejdet, og han fik i løbet af forsøget styrke til at formidle sin viden uden for de relationer han normalt optrådte i.

Hindringer

Den udviklingsparate type har vi ikke eksempler på har givet anledning til at forhindre udvikling af matematiklæreridentitet.

Den usikre type var i almindelighed ikke linjefagsuddannet i matematik og manglede i store træk alle de seks matematiklærerkompetencer. Disse lærere ville gerne udvikle deres kompetencer som matematiklærer, men magtede det ikke. En af dem var tydeligt imponeret over det de udviklingsparate lærere og højkapacitetslæreren kunne, og han mente at en linjefagsuddannelse kunne hjælpe ham med at deltage funktionelt i fagteamet. Enkelte af de usikre lærere udtaler at de ikke har det faglige overblik til at gennemføre en linjefagsuddannelse i matematik.

Lærerne af denne type manglede læseplanskompetence, tydeligt indikeret ved at de ikke læste faghæftet for matematik. Én lærer udtaler at han ikke kan bruge faghæftet til noget i planlægningen af undervisningen, og at han i øvrigt ikke forstår indholdet. Den usikre lærer havde modstand imod "de fine ord" der bliver brugt i fagdidaktiske sammenhænge. Samlet set har mangelfuld udvikling af de seks matematiklærerkompetencer afgørende betydning for den usikre lærertypes tilgang til fagteamsamarbejdet, og han magter ikke de udfordringer der udspringer af et sådant samarbejde.

Den udviklingsresistente type lærer oplevede selv at have stærk matematiklæreridentitet og et stort fagligt overblik. Disse lærere udviste modstand mod udvikling, hvilket påvirkede både den udvikling de selv kunne gennemgå, og de lærere de var i

team med, fx gennem fastholdelse af teamet i traditionelle vaner. Lærerne af denne type startede og sluttede i forsøget uden nogen markant ændring af de seks matematiklærerkompetencer og uden nogen aktiv deltagelse i de forskellige former for fagteamsamarbejde.

Disse lærere havde manglende ejerskab til forsøget og udviklingen; det kan beskrives gennem to forskellige karakteristika. Den ene udviklingsresistente type havde nok i sig selv og inddrog ikke andre i sin modstand mod udfordringer og udvikling. Han syntes ikke at være mentalt til stede i forsøget. Den anden udviklingsresistente type havde brug for at blive bekræftet i modstanden og forsøgte at trække kollegerne med i modstanden. Han satte barrierer og hindringer op og inddrog gerne andre i dem så snart han blev udfordret på sin egen selvforståelse.

Højkapacitetstypen havde et stort fagligt og fagdidaktisk potentiale, men manglede sparring i fagteamet til at udvikle de seks matematiklærerkompetencer når han kun havde samarbejdsrelationer med den usikre og/eller den udviklingsresistente lærertype.

Udvikling af matematiklærer-fagteamkultur på de enkelte skoler

Arbejdet i det enkelte matematiklærerfagteam er omdrejningspunktet for den anden af de tre ankerpositioner som vi beskrev i afsnittet om didaktificering. I forlængelse heraf har vi valgt at arbejde med følgende typer:

Det udviklingserfarne fagteam: Et fagteam der har erfaringer med udvikling og teamsamarbejde. Fagteamet har erfaret og erkendt et behov for fagteamsamarbejde og ser muligheder og ikke begrænsninger i at mødes.

Det udviklingsparate fagteam: Et fagteam der har erkendt et behov for samarbejde, men er uerfarne i hvad et samarbejde kan bidrage til.

Det individdominerede fagteam: Et fagteam hvor dominerende enkeltpersoner er afgørende for fagteamets udvikling, positivt såvel som negativt.

Ting der lod sig gøre

Generelt var det udviklingserfarne og det udviklingsparate fagteam domineret af den udviklingsparate type, den usikre type og højkapacitetstypen. Vi oplevede at en udviklingsresistent lærer ikke fik lejlighed til at standse udvikling af fagteamkulturen i disse to typer fagteam. Desuden så vi at i fagteam hvor der var nyuddannede matematiklærere, forekom der flere fagdidaktiske diskussioner.

Det udviklingserfarne fagteam havde fra starten fokus på at udvikle skolens matematiklærer-fagteamkultur på mellemtrinnet. Da lærerne havde erfaringer med fagteamsamarbejde, tog de hurtigt imod forsøgets fagdidaktiske udfordringer, bl.a. arbejdet med faglige kompetencemål, og indarbejdede dem i deres undervisningspraksis og i diskussioner om fagteamkulturen på fagteammøderne.

Det udviklingsparate fagteam brugte ved forsøgets start fagteammøderne til økonomisk-administrative opgaver som bestilling af nye bøger, indkøb af lommeregner osv. Ofte oplevede fagudvalgsformændene at de øvrige medlemmer af fagteamet ikke deltog i fagteammøderne, ved fysisk eller mentalt at være fraværende. Men efterhånden udvikledes en kultur hvor et fagteam er et forum hvor man debatterer fagdidaktiske spørgsmål, eksempelvis faghæftets indhold i relation til egen undervisningspraksis og udarbejdelse af og gensidig sparring om års- og undervisningsplaner. I takt hermed fik fagteammøderne en høj grad af tilslutning. Lærerne ville gerne møde op når der var en dagsorden og et indhold at mødes om.

I det udviklingsparate fagteam så vi hvordan den usikre type lærer undervejs i forsøget blev mere afklaret omkring sine utilstrækkeligheder og blev bevidst om hvordan han kunne bruge sine fagkolleger til at få styrket sine matematiklærerkompetencer. På en skole oplevede vi at deltagerne fra fagteamet inviterede skolens øvrige matematiklærere til et fælles fagteammøde for at vidensdele med dem om kompetencebegrebet.

Når *det individdominerede fagteam* var domineret af den udviklingsparate type eller højkapacitetstypen, havde det en positiv virkning på de fagdidaktiske diskussioner. Disse lærere var igangsatte uden at misbruge deres dominerende rolle. De trak læsset, men lod de andre deltagere komme til orde og opfordrede endda eksplicit kollegerne til at gå aktivt ind i udviklingsprocessen. I det lys virker uddannelse og ansættelse af fagdidaktiske ressourcepersoner og udviklingsmæssige drivkræfter som en rigtig god idé.

Hindringer

De udviklingserfarne fagteam oplevede – som vi så det – ingen hindringer for deres arbejde med at videreudvikle sig i og omkring MaTeam-forsøget. De ønskede bare mere tid og at de ikke blev frataget den tildelte tid når forsøget var slut.

De udviklingsparate fagteam illustrerede et par tydelige strukturelle udfordringer. En skole havde i årene forud for MaTeam-projektet opbygget en klassebaseret teamkultur. Dette kunne give problemer med at etablere andre teamstrukturer, fx fagteam. På en anden skole havde en enkelt lærer alle matematiktimer i alle klasser på en årgang. Det gav problemer med at kunne etablere et sparringsrum for planlægning af undervisningen hvor der i fællesskab målsættes, udarbejdes aktivitetsplan og evalueres.

Hvis et *individdomineret fagteam* er domineret af den udviklingsresistente lærer, har det stor betydning for fagteamets mulighed for at udvikle samarbejdskulturen. Vi så et tilfælde hvor den dominerende udviklingsresistente lærer satte sig igennem ved at være imod fx udvikling af mødekultur og inddragelse af nye fagdidaktiske udfordringer i teamets arbejde. Han påvirkede også de øvrige i fagteamet til ikke at ville vidensdele da han fik dem til at give udtryk for at det de havde udviklet, var uden værdi for andre fagkolleger. Det udmøntede sig i et noget splittet team hvor nogle så begrænsninger frem for muligheder. Som kontrast oplevede vi at resten af teamet gik selv hvis den type modvilje kom til udtryk i team domineret af udviklingsparate eller højkapacitetslærere.

Udvikling af samarbejdsrelationer i det samlede projekt

Vi beskriver og analyserer herunder nogle forskellige typer samarbejdsrelationer vi i MaTeam-projektet fik erfaringer med, som i særlig grad har været med til at forme MaTeam-projektet. Denne oversigt indeholder både hindringer og ting der lod sig gøre.

Læreruddannelse og skoleforvaltning: Gennem dette samarbejde er begge parter blevet bevidst om alternative modeller for efter- og videreuddannelse der giver deltagerne kompetencer og ejerskab til egen udvikling. Skolelederne udtaler i deres evalueringer at denne efteruddannelsesform giver lærerne ejerskab til projektet og påvirker skolens udvikling. De tilføjer at skolen ikke kan udvikle sig på det felt uden ekspertise udefra.

Det har også været vigtigt i MaTeam at der i kraft af arbejdet med faglige kompetencemål var et fagdidaktisk og aktuelt indhold som var en meget vedkommende *sag*. Når noget lykkedes, var det bl.a. fordi lærerne havde forståelse for at *sagen* var vigtig og vedkommende.

Folkeskoleledere og matematiklærere: En skoles matematiklærerfagteam på mellemtrinnet udviklede sig undervejs i MaTeam-forsøget som en fælles enhed med et kollektivt ansvar. I forlængelse heraf blev det et ønske fra fagteamet til ledelsen at hele skolen skulle få en fælles matematikdidaktisk samarbejdskultur. Konkret mente de at resten af skolen burde have samme viden om kompetencebegrebet og udvikle deres fagsyn på samme måde som mellemtrinsfagteamet nu selv havde lykkedes med i forsøgets toårige periode. På et fagteammøde oplevede vi lederen opfordre det deltagende matematiklærerfagteam til at vidensdele med de andre fagkolleger som del af et møde i skolens pædagogiske råd.

En skole udviste tydelig modstand mod ledelsen, hvilket delvist blev overført på projektet. Vores oplevelse er at det kan skyldes at lærerne ikke selv valgte at deltage, men blev tilmeldt MaTeam af skolelederen.

Generelt havde vi forventet en større deltagelse fra ledernes side i enkelte af fagteammøderne, en deltagelse som også matematiklærerne savnede.

Forsker og matematiklærere: T. har fået mulighed for på tæt hold at se begreber som han er en af ophavsmændene til, blive indarbejdet i lærernes bevidsthed og i kraft heraf i undervisningens praksis. Lærerne har kunnet sparre med T. som led i at få indsigt i og bearbejde de otte matematiske kompetencer som for dem er nye begreber.

Indimellem udtrykte flere af deltagerne at de oplevede afstanden stor mellem T.s “forskersprog” og deres “matematiklærersprog”. De havde ifølge eget udsagn af og til brug for på et efterfølgende fagteammøde at bearbejde deres forståelse af et oplæg af T. på en temadag. Uanset om det skyldes det konkrete oplæg eller modtagelsen heraf, er rodfæstning og konkretisering gennem efterfølgende bearbejdning en god og sund del af et læringsforløb. For enkelte af deltagerne kan de oplevede vanskeligheder med at forstå nogle oplæg være tegn på manglende matematiklærerkompetence, og for andre er der tale om modstand mod teorier og teoretisk sprogbrug. Andre lærere havde ikke tilsvarende problemer.

Forsker og læreruddannere: Som læreruddannere har vi – H. og M. – oplevet at T. har tilført vores arbejde et højere akademisk niveau og givet os ny viden ved tidligt i processen at introducere og derefter sammen med os reflektivt gennemløbe en didaktisk modelleringsproces (jf. fig. 1) som vi har benyttet til at bearbejde empiri og i det hele taget skrive på et akademisk niveau. Denne erfaring har desuden vist os hvordan vi ved at indtage samme rolle kan hjælpe lærerstuderende med at systematisere bearbejdningen af erfaringer og indsamlede data.

Som forsker har jeg – T. – haft stor glæde ved samarbejdet med H. og M. Det skyldes nok primært fire forhold som også kan være relevante for forløbet af lignende fremtidige projekter. For det første var jeg med allerede i etableringen af projektet. Det gav medejerskab, og aspekter som projektafgrænsning, problemformulering og andre systematiserende forhold kunne jeg bidrage til. For det andet var MaTeam et relativt langvarigt projekt som der var skaffet ressourcer til at jeg kunne gå substansielt ind i. For det tredje var det en god idé at afsætte timeressourcer til sammen at skrive artiklen her; det gav os mulighed for helt fra starten at lade struktureringen af skriveproces og af den didaktiske modelleringsproces støtte hinanden. For det fjerde og sidste havde og har vi indbyrdes god kemi!

Læreruddannere og lærerstuderende: Vi kan se at de lærerstuderende på sidste semester i linjefagsuddannelsen har en teoretisk velfunderet baggrund for at indgå i udviklingsarbejdet. De har været kvalificeret til at indgå i dialog med de uddannede matematiklærere når de otte matematikkompetencer skulle omsættes til praksis. Desuden har alle studerende inddraget erfaringer fra MaTeam i deres afsluttende linjefagseksamener.

Folkeskoleledere og læreruddannere: Det var af betydning at der løbende i projektperioden var møder mellem folkeskoleledere og læreruddannelsesledere hvor de diskuterede ledelsesmæssige forhold holdt op imod et udviklingsarbejde som MaTeam. Lederne fandt det væsentligt at de fik mulighed for at vende deres erfaringer med kolleger og en læreruddanner med kompetence inden for skoleledelse.

Opsummering og fortolkning af resultater

Vi vender tilbage til vores opdeling i hindringer og succeser.

Hindringer af eksemplarisk karakter

Som det fremgår, rummede MaTeam-projektet en række forhold som vedblev at være en hindring for en fuldkommen realisering af utopien om “det gode matematiklærerfagteamsamarbejde”. Nogle af disse forhold opsummerer vi her fordi både vi og andre med fordel kan have dem med i overvejelserne hvis et forsøg i stil med MaTeam skal gennemføres en anden god gang. Jævnfør de forudgående afsnit drejer det sig i kort form om følgende forhold:

Lokale modstandskulturer: Den udviklingsresistente lærer kan udgøre en hæmsko for udvikling af matematiklærerkompetencer ikke bare for sig selv, men også for de kolleger en sådan lærer er i fagteam med, hvis der ikke tidligt i processen sættes ind over for forsøg på at trække kollegerne med i modstanden.

Strukturelle hindringer for fagteamsamarbejde: Måden lærernes arbejde i udgangspunktet er organiseret på, kan vanskeliggøre etableringen af teamstrukturer hvor fagene er omdrejningspunktet, fx hvis der allerede er en klassebaseret teamstruktur så lærerne ikke engagerer sig i fagteam.

Inddragelsen af lærerstuderende: De lærerstuderendes deltagelse i et toårigt skoledefineret forsknings- og udviklingsarbejde er vanskeligt at organisere pga. en stram semesteropbygning af studiet, inkl. eksamener og obligatoriske forløb.

Succesfulde elementer i projektet

Succeser i et kvalitativt studie som dette, med et begrænset antal lærere og deres samarbejde i et endnu mere begrænset antal fagteam, må naturligvis identificeres som tilstande i og omkring fagteamsamarbejdet som er efterstræbelsesværdige og/eller interessante, og som derfor kan virke inspirerende for andre. Her er en række eksempler:

Identitetsskift: For den udviklingsparate type lærer er det et definerende træk at det i løbet af et længere projektførelse kan lade sig gøre at gennemgå et skift i sin matematiklæreridentitet i almindelighed og sin opfattelse af matematikundervisning i særdeleshed.

Udvikling af fagteamkultur: Det er muligt at udvikle og fastholde en fagteamkultur som et forum hvor man tager fagdidaktiske spørgsmål op, eksempelvis faghæftets indhold i relation til egen undervisningspraksis og udarbejdelse af og gensidig sparring om års- og undervisningsplaner.

Ressourcepersoner som drivkraft: For en lærer med høj fagdidaktisk og udviklingsmæssig kapacitet er det muligt at skabe en proces hvor kollegerne i fagteamet går med i en kollektiv udvikling af fagteamets matematiklærerkompetencer, og hvor teammøderne danner rammen om denne udvikling ved i stigende grad at være præget af fagdidaktiske diskussioner.

MaTeam-projektet som projekt var også en succes hvad angår alt det der kunne have været en forhindring, men ikke blev det. Det drejer sig ikke mindst om de mange former for kontakter og vellykket samarbejde som udgør et nødvendigt, men ofte ikke ekspliciteret socialt fundament for sådan et projekt, herunder det lokale samarbejde om selve projektetableringen, vores kontakt til de direkte involverede på skolerne og i kommunen samt, som antydnet ovenfor, ikke mindst vores eget samarbejde læreruddannere-forsker.

Procesevaluering

Som nævnt har både gennemførelsen og rapporteringen af projektet været struktureret som en didaktisk modelleringsproces. Et sådant aktivt metodisk valg kvalificeres ved at indtænke et reflektivt element i processen hvor spørgsmålet ikke vedrører resultaterne af undersøgelsen, men måden den er grebet an på: Har det i det konkrete tilfælde vist sig at være en god idé at bruge didaktisk modellering som metode til at håndtere den oplevede udfordring? Vores svar på det spørgsmål er ubetinget ja. At

tage afsæt i en tidligere udviklet model af den didaktiske modelleringproces (jf. figur 1) har på flere fronter vist sig at være en gevinst for projektet. For det første har det været med til at styrke validiteten af den samlede analyse gennemført i projektet. For det andet har det udstukket en analytisk kurs for den mere end to år lange arbejdsproces og derved hjulpet os med at holde sammen på og se en helhed i de forskellige elementer projektet kom til at bestå af. Og for det tredje har det været et væsentligt bidrag til at udvikle og fastholde det tidligere omtalte gode samarbejde os tre imellem ved både at udfordre og udnytte vores forskellige interesser og kompetencer. Alle disse tre gevinster skyldes samme definerende træk: Didaktisk modellering som metode forpligter analyser af mere overordnet og begrundelsesorienteret karakter på forestillinger om en konkret undervisningspraksis og vice versa. Konkret har vi oplevet det som metodens afgørende force, og mere generelt og fremadrettet virker en sådan forpligtethed også som en ofte brugbar ramme om kombinerede forsknings- og udviklingsprojekter.

Kan resultaterne fra MaTeam-forsøget generaliseres? Ja, det mener vi. Vores ja er begrundet i at analyserne bag resultaterne er båret af en intern validitet som kommer af at der er klarhed over forholdet mellem analyserne på et generelt og et konkret, lokalt forankret niveau som grundlag for at man kan følge og kritisk forholde sig til de fremlagte ræsonnementer. Men naturligvis får vores ja sin styrke i den udstrækning beskrivelsen og kontekstualiseringen af dem kan virke inspirerende på andre.

Referencer

- Andreassen, M., Damkjær, H. & Højgaard, T. (2010). *Udvikling af matematik-fagteam – MaTeam – og god undervisning i matematik på skolens mellemtrin*. Silkeborg: VIA, University College, Læreruddannelsen i Silkeborg.
- Andreassen, M. & Damkjær, H. (2010). Fagteamsamarbejde i matematikundervisningen – MaTeam. *Matematik, 4*, 12 siders vedhæftning fra NAVIMAT.
- Blomhøj, M. & Jensen, T.H. (2007). SOS-projektet – didaktisk modellering af et sammenhængsproblem. *MONA, 2007(3)*, s. 25-53.
- Danmarks Evalueringsinstitut. (2006). *Matematik på grundskolens mellemtrin*. Danmarks Evalueringsinstitut (EVA).
- Høines, M.J. (2006). *Begynderopplæringen. Fagdidaktikk for barnetrinnets matematikkundervisning*. 2. udgave (1. udgave 1987). Bergen, Norge: Caspar Forlag.
- Kommunernes Landsforening. (2005). *Forskning der kan bruges – nyorientering af den pædagogiske forskning*. KL-Huset.
- Niss, M. & Jensen, T.H. (red.). (2002). *Kompetencer og matematiklæring: Idéer og inspiration til udvikling af matematikundervisning i Danmark*. Uddannelsesstyrelsens temahæfteserie,

nr. 18, 2002. København: Undervisningsministeriet. (Kap. 6 lokaliseret den 8. juli 2011 på: <http://pub.uvm.dk/2002/kom/O6.htm>).

Niss, M. et al. (2006). *Fremtidens matematik i folkeskolen. Rapport fra udvalget til forberedelse af en handlingsplan for matematik i folkeskolen*. København: Undervisningsministeriet.

Undervisningsministeriet. (2009). *Fælles Mål 2009 – Matematik*. Undervisningsministeriets håndbogsserie, nr. 14, 2009. København: Undervisningsministeriet.

Udvikling og evaluering af undersøgelsesbaseret undervisning¹



Wynne Harlen

Originaltitel: EVALUATING INQUIRY-BASED SCIENCE DEVELOPMENTS – A PAPER COMMISSIONED BY THE NATIONAL RESEARCH COUNCIL IN PREPARATION FOR A MEETING ON THE STATUS OF EVALUATION OF INQUIRY-BASED SCIENCE EDUCATION. Artiklen er oversat af redaktionen. Den bringes her med forfatterens tilladelse. Originalen kan ses på http://www7.nationalacademies.org/bose/wharlen_inquiry_mtg_paper.pdf

Introduktion

af Jens Dolin, Institut for Naturfagenes Didaktik, KU

Redaktionen har valgt at oversætte Wynne Harlens artikel om undersøgelsesbaseret naturfagsundervisning – eller IBSE (Inquiry Based Science Education) som det efterhånden hedder på nudansk – som oplæg til MONA-konferencen om netop undersøgelsesbaseret naturfags- og matematikundervisning den 4. oktober 2011.

Artiklen kan ses som et led i den serie af "klassiker"-artikler der i MONA 2008(1) blev introduceret med John Deweys artikel fra 1909 om naturvidenskab som stofområde og som metode. Harlens artikel er langtfra så gammel og kan vel næppe kaldes en klassiker. Men den har en række generelle betragtninger, især vedrørende implementering af IBSE og problemerne ved at evaluere effekten af at indføre IBSE – betragtninger som desuden har værdi ud over IBSE. Og Wynne Harlen selv har været aktiv forsker inden for såvel evaluering som IBSE i en menneskealder, og hun er bl.a. medlem af det videnskabelige rådgivningspanel for Fibonacci-projektet (som er omtalt i Claus Michelsens artikel i dette nummer) – og en af hovedtalerne ved MONA-konferencen.

¹ Oversætterens anmærkning (o.a.): I artiklen oversættes "inquiry-based" konsekvent med "undersøgelsesbaseret". Der er et par steder angivet den originale engelske betegnelse ved den valgte danske betegnelse når det kan lette forståelsen.

En undersøgelsesbaseret tilgang til naturfagsundervisning og -læring er bestemt ikke ny – den kan næsten siges at række tilbage til Dewey og hans insisteren på at færdigheder og viden udvikles ved at den lærende aktivt undersøger sine omgivelser. Men den har aldrig været – og er stadig ikke – ukontroversiel. Undervisere og forskere strider om værdien af induktive kontra deduktive tilgange til undervisning, om hvorvidt man kan have projektarbejde uden et solidt fagligt grundlag, eller om projektarbejde netop er en (motiverende) vej til faglig viden. I den engelske litteratur formuleres det som en modsætning mellem “direct instruction” og “constructivist instruction”, og debatten er ophedet.

Virker en undersøgelsesbaseret tilgang, lærer eleverne noget? er det oplagte spørgsmål. Hvad er der evidens for? Harlens artikel påpeger hvor svært det er at undersøge dette spørgsmål, og på konferencen vil bl.a. Robin Miller argumentere for at det ikke er en farbar vej frem. Han støttes af kognitionsforskere som Paul A. Kirschner, John Sweller og Richard E. Clark der på baggrund af den menneskelige kognitions opbygning afviser en undersøgelsesbaseret tilgang. Det gør de i artiklen “Why Minimal Guidance During Instruction Does Not Work: An Analysis of the Failure of Constructivist, Discovery, Problem-Based, Experiential, and Inquiry-Based Teaching” (i *Educational Psychologist* 41(2), 2006) der gav anledning til en ophedet debat. Andre undersøgelser finder positive effekter af forskellige former for undersøgelsesbaseret undervisning.

En række metastudier giver ikke afklaring på spørgsmålet. Fx undersøger Minner et al. (2010) 138 studier af undersøgelsesbaseret undervisning, og selvom de viser at undersøgelsesprocesser har positiv indvirkning på faglig læring og fastholdelse af det lærte (undervisning virker!), så konkluderer undersøgelsen bl.a. at “evidens for effekter af en undersøgelsesbaseret undervisning ... er ikke overvældende positive”, og “et generelt højt undersøgelsesniveau var ikke associeret med et mere positivt læringsudbytte for eleverne” (s. 493, min oversættelse).

Så måske er pointen at man selv skal prøve og selv skal vurdere om det virker. Og her kan Harlens artikel være en stor støtte.

Referencer

- Kirchner, P.A., Sweller, J. & Clark, R. (2006). Why Minimal Guidance During Instruction Does Not Work: An Analysis of the Failure of Constructivist, Discovery, Problem-Based, Experiential, and Inquiry-Based Teaching. *Educational Psychologist*, 41(2), s.75-86.
- Minner, D.D., Levy, A.J. & Century, J. (2010). Inquiry-Based Science Instruction – What Is It and Does It Matter? Results from a Research Synthesis Years 1984-2002. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(4), s.474-496.

Indledning

Denne artikel har til hensigt at præsentere spørgsmål der har at gøre med evaluering af undersøgelsesbaseret undervisning og læring inden for naturfag, med særlig opmærksomhed rettet mod at vurdere alle effekter på elevernes udbytte i naturfag. Da mange af disse spørgsmål har med karakteren af undersøgelsesbaseret læring at gøre, begynder artiklen med en diskussion af hvad undersøgelse er, af hvad undersøgelsesbaseret undervisning er, og af begrundelserne for at benytte denne. Anden del omhandler spørgsmål om implementering og de vanskeligheder der er ved at vurdere effekten af ændringer på ét område af elevernes erfaringer når der er så mange andre ting der influerer på deres læring. Tredje del ser på nogle spørgsmål om evalueringsdesign. Den fjerde ser på nogle cases med evalueringsundersøgelser der kaster lys over nogle af disse spørgsmål, og det fører frem til sidste afsnit som ser på veje videre frem. Artiklen er skrevet ud fra et perspektiv der er klart positivt over for undersøgelsesbaseret undervisning og læring.

1. Om undersøgelse og undersøgelsesbaseret læring og undervisning

1.1 Undersøgelse

Det er ikke svært at finde definitioner af begrebet undersøgelse. Den ofte citerede beskrivelse i National Science Education Standards (boks 1) indfanger essensen.

Boks 1

Undersøgelse er en mangeartet aktivitet der involverer at foretage observationer, stille spørgsmål, undersøge bøger og andre kilder til oplysninger for at se hvad der allerede vides, at planlægge undersøgelser, gennemgå hvad der allerede vides, i lyset af eksperimentel evidens, anvende værktøjer til at indsamle, analysere og fortolke data, foreslå svar, forklaringer og forudsigelser og formidle resultaterne. Undersøgelse fordrer identifikation af antagelser, brug af kritisk og logisk tænkning og inddragelse af alternative forklaringer. (National Research Council, 1996, s. 23)

Forskere bruger undersøgelse til at udvikle forståelse af naturen og den menneskeskabte verden fordi det fører til teorier og idéer som forklarer observerede begivenheder og fænomener. Det indebærer også en erkendelse af at nuværende teorier giver de bedste forklaringer vi kan give på dette tidspunkt, men når der dukker facts op som

modsiges nuværende teorier, skal disse ændres, og alternativer afdækkes. Stephen Hawking forklarer dette i boks 2.

Når elever udvikler deres forståelse af naturen og den menneskeskabte verden omkring dem, kan de, ligesom forskerne, bruge undersøgelse til at nå frem til idéer og teorier der hjælper dem med at forklare hvad de observerer. Elever bliver også nødt til at ændre deres forestillinger når de støder på ny og modstridende viden. Og også ganske som forskerne begynder de ikke med en ren tavle, men med det de allerede ved, og de forestillinger de allerede har.

Men i modsætning til forskere har elever – især de mindreårige vi beskæftiger os med i grundskolen – ikke på forhånd en veludviklet evne til at observere, indsamle data, lave forudsigelser, teste mulige forklaringer og fortolke resultater. Derfor er det et centralt mål for undersøgelsesbaseret undervisning i naturfag på det elementære niveau at hjælpe eleverne med at udvikle disse evner (kaldet spørge-, undersøgelses- eller proceskompetencer). Men det er en fejl at opfatte kompetenceudvikling som det eneste fokus for undersøgelsesbaseret undervisning og læring, for formålet er også at udvikle deres indsigt. For igen at citere National Science Education Standards: “Når elever deltager i undersøgelse ... identificerer de antagelser, de bruger kritisk og logisk tænkning, og de overvejer alternative forklaringer. På denne måde udvikler elever aktivt deres forståelse af naturvidenskab ved at kombinere naturvidenskabelig viden med fornuft og tænkning.” (National Research Council, 1996, s. 2).

Boks 2

Enhver fysisk teori er altid foreløbig, i den forstand at den kun er en hypotese: Du kan aldrig bevise den. Uanset hvor mange gange forsøgsresultaterne stemmer overens med en teori, kan du aldrig være sikker på at resultatet ikke næste gang vil være i modstrid med teorien. På den anden side kan du modbevise teorien ved at finde blot en enkelt observation der strider mod teoriens forudsigelse ... Hver gang nye eksperimenter konstateres at stemme overens med teoriens forudsigelse, overlever teorien, og vores tillid til den vokser; men hvis der nogensinde bliver foretaget en ny observation der strider mod teorien, er vi nødt til at opgive eller ændre den. I det mindste er det det der bør ske, men man kan jo altid sætte spørgsmålstejn ved kompetencen hos den person der har foretaget observationen. (Hawking, 1988, s. 10)

1.2 Undersøgelserbaseret læring i praksis

Der er mange måder at lave undersøgelser på i skolerne: Det er ikke et undervisningsprogram, ikke en arbejdsplan eller en læreplan. Den praktiske udførelse af læring gennem undersøgelse kan variere fra en stribe aktiviteter hen over en måned der så udvikler sig til et helt år hvor eleverne er optaget af at studere en forårspyt, som beskrevet af Rankin (1999), til korte undersøgelser der passer til en eller to lektioner. At have forskelligartede gennemførelser "er ikke blot uundgåeligt, men også ønskeligt fordi de tegner et rigt billede af meningsfuld læring i forskellige situationer. En mangfoldighed af typer af undersøgelsesundervisning og -læring opmuntrer lærere til at engagere sig i at deltage i undersøgelse på måder der passer til deres egne forestillinger og undervisningstilgang" (Keys & Bryan, 2001, s. 632).

Det der knytter disse forskellige implementeringsmåder sammen og gør dem alle genkendelige som "undersøgelserbaseret undervisning og læring", er de aktiviteter som læreren og eleverne er engageret i. Boks 3 opsummerer nogle centrale træk ved disse aktiviteter.

Boks 3

Lærerhandlinger

- Sørge for oplevelser, materialer, informationskilder som elever direkte kan bruge.
- Demonstrere brugen af værktøjer og materialer som eleverne får brug for i undersøgelsen.
- Stille åbne og personcentrerede spørgsmål for at afdække elevers nuværende forståelse og deres måde at forklare det de finder ud af, på.
- Engagere elever ved at foreslå hvordan deres idéer kan afprøves, eller deres spørgsmål besvares gennem undersøgelse, eller hvordan de kan finde viden fra sekundære kilder.
- Hjælpe eleverne når det er nødvendigt med planlægning, så idéer kan testes ordentligt.

Elevhandlinger

- Engagere sig i udforskning af materialer, begivenheder, ting.
- Arbejde i grupper der sammen udveksler idéer og konstruerer forståelse.
- Stille spørgsmål og overveje hvordan de kan besvares via undersøgelse.
- Foreslå mulige forklaringer på observationer.
- Foreslå hvordan idéerne bag mulige forklaringer kan testes, eller spørgsmål besvares gennem undersøgelse/aktiv udforskning.
- Planlægge og udføre undersøgelser med relevante observationer og målinger eller på andre måder skaffe data der kan afprøve idéer.

- Lytte til elevernes idéer og tage dem alvorligt.
- Stille spørgsmål der opmuntrer eleverne til at tænke over hvordan man kan forklare det de finder.
- Sørge for muligheder for kollaborativ læring og dialog.
- Stilladsere alternative idéer der kan forklare undersøgelsesdata.
- Indsamle oplysninger om elevernes udvikling i kompetence og opfattelse gennem observation, spørgsmål og interaktion.
- Tage noter og optegne resultater hensigtsmæssigt.
- Knytte resultater til de forestillinger og spørgsmål der er under afprøvelse eller besvarelse.
- Kommunikere hvad de har foretaget sig; lytte til og udveksle idéer med andre.
- Reflektere over undersøgelsesprocessen og overveje eventuelle andre måder at gøre det på.

Aktiviteterne i boks 3 beskriver åben eller selvstændig undersøgelse hvor læreren giver plads til eleverne til at udvikle deres egne spørgsmål og designe egne undersøgelser. I praksis er så stor frihed sjældent mulig, og det er mere sandsynligt at eleverne undersøger "strukturerede" eller "guidede" spørgsmål identificeret af læreren (Windschitl, 2001).

1.3 Hvorfor vil vi gerne have børn til at lære på denne måde?

Svaret her vil nødvendigvis være kort, og det er begrænset til tre vigtige og indbyrdes forbundne pointer. Den første er at læring gennem undersøgelse er i overensstemmelse med moderne læringspsykologi, ifølge hvilken den lærende spiller en aktiv rolle i sin læring. Det "behavioristiske" syn på læring (Skinner, 1974) – baseret på idéen om at den adfærd som regelmæssigt belønnes, vil blive styrket, mens den adfærd der gentagne gange straffes, vil forsvinde – placerer styringen af læring uden for den lærende. Eleven er modtageren af færdiglavet forståelse af hvad der skal accepteres og huskes. Dette synspunkt er helt i modstrid med opfattelsen af læring som konstrueret gennem den lærendes mentale aktivitet der knytter nye og tidligere erfaringer sammen. Evidensen for at den lærende deltager aktivt i læringen, kommer ikke kun fra læringspsykologer, men fra studier af hjernens funktion (Bransford, Brown & Cocking, 1999). Piaget (fx 1929, 1955, 1956) førte an ved at påvise at selv små børn bestræber sig på at finde mening i det de ser omkring sig. Nyligere studier af babyer viser også hvordan de kan skelne mellem forskellige detaljer ved ting længe før de kan tale (Gopnik, Meltzoff & Kuhl, 1999). Så når børn kommer i skolen, er deres hoveder på ingen måde "tomme kar".

Den anden pointe drejer sig om karakteren af naturvidenskabelig viden. Meget af naturfagsundervisningen i skolen formidler en gammeldags opfattelse af videnskab som værende værdifri, en række fakta der skal læres, og som afspejler "sandheder" som på en eller anden måde eksisterer og skal opdages af dem der er kloge nok til at gøre dét. Men naturvidenskab ses i dag (fx Hawking, 1988) som et resultat af menneskelig tænkning der resulterer i teorier som accepteres så længe de passer til den til rådighed stående viden. Teorierne kommer fra fælles tænkning blandt videnskabsfolk og er, som historien viser, udtryk for hvad der er socialt og kulturelt acceptabelt. (Det tog Kopernikus' idéer [om at jorden og planeterne bevæger sig om solen] hundrede år at blive accepteret selvom denne model stemte langt bedre overens med observationer end Ptolemæus' verdensmodel, primært fordi den geocentriske model var blevet accepteret af den kristne kirke. Og der er nutidige eksempler på teorier baseret på kulturmønstre der i nogle samfund foretrækkes frem for videnskabelige teorier). Hvis vi således betragter det at elever lærer naturvidenskab som en parallel til at forskere "laver naturvidenskab", så er det vigtigt at eleverne diskuterer og sammenligner deres teorier med andre og kombinerer deres tænkning om hvordan evidens gives mening. En elev er en del af en gruppe, bidrager til gruppens tænkning og vinder meget fra det. Nu om stunder er "gruppen" ikke nødvendigvis fysisk samlet på ét sted, men selv når læring foregår på afstand, lærer en person af og med andre. Idéen om "social konstruktion af idéer" stammer fra Vygotskys arbejde (1978) hvor han argumenterede for at forståelse eksisterer i den sociale interaktion når lærende som gruppe diskuterer resultater ("evidence", o.a.) og forsøger at forklare og beder andre om at retfærdiggøre deres forklaringer; hver enkelt lærende opbygger sin forståelse gennem denne proces.

Begge disse pointer knytter an til den tredje begrundelse for undersøgelsesbaseret undervisning, nemlig at den sætter os i stand til at tage højde for de forestillinger som elever allerede har. Den betydelige mængde af forskning der afdækker elevers forforestillinger om naturvidenskab, bevidner at børn stræber efter at skabe mening i verden omkring dem uanset om de bliver undervist i naturfag eller ej. De forestillinger de bruger til at forklare tingene, giver mening for dem ud fra deres (begrænsede) erfaring og kompetencer. Selvom disse forestillinger ofte virker mærkelige og ulogiske for voksne, kræver det kun en smule eftertanke at se hvordan eleverne kan have dem. Disse idéer afspejler hvad eleverne har oplevet, og viser tydeligt deres bestræbelser på at give mening til deres erfaringer. Som et eksempel beskriver en otteårig i boks 4 hvordan rust på et søm opstår, ud fra sine erfaringer og observationer af form og forekomst af rust.

Boks 4

Der er en væske i sømmet som siver ud af det.

Derved dannes store klumper efterhånden som det siver ud.

Denne væske kommer kun ud når det er vådt.

Der må være en slags signal der fortæller det at det skal lække.

Boks 5

En eftertænksom 12-årig pige sagde at hun syntes det var svært at tro på noget af det hendes lærer sagde. Fx forklarede læreren forekomsten af dug på græs på en kold morgen ved vanddamp i luften. Pigen havde allerede sin egen forklaring på det, nemlig at kulde i græsset skabte vandet. Denne idé passede også med hendes oplevelse af vanddråber på en flaske som lige er taget ud af køleskabet. Selvom lærerens forklaring ikke gav mening for hende, kunne hun ikke bare afvise den så den forblev en forklaring hun kendte til og kunne huske hvis hun blev spurgt, men den var ikke en del af hendes forståelse.

Børnenes egne forestillinger giver mening for dem og bliver foretrukket frem for det "naturvidenskabelige synspunkt" når der ikke er nogen overbevisende grunde til at deres egne idéer er fejlagtige, eller at den alternative forklaring skulle give bedre mening. I boks 5 var pigen ikke i stand til at teste hverken sin egen eller lærerens forklaring på en måde der kunne overbevise hende. Der er en hel del evidens for at børn beholder deres egne ikkevidenskabelige synspunkter sideløbende med de naturvidenskabelige når sidstnævnte blot er superponeret på førstnævnte i stedet for at erstatte dem som et resultat af viden ("evidence", o.a.) opnået gennem undersøgelse.

Naturvidenskabelige forklaringer passer ikke blot i en bestemt situation, men forklarer også tilsvarende fænomener. Et vigtigt mål for naturfagsundervisning er at give eleverne mulighed for at udvikle mere bredt anvendelige idéer ("store" tanker) da disse har større forklaringskraft end "små" idéer som kun forklarer konkrete tilfælde. Ved at starte med de forestillinger børn har fra tidligere erfaringer, kan undersøgelsesbaseret forbinde disse med nye erfaringer og derved danne "større" idéer. Ved således at hjælpe eleverne med at bruge og udvikle deres forestillinger sætter læreren dem i stand til at forstå en bred vifte af fænomener. Men læring kan ikke finde sted i den omvendte rækkefølge, ved at kortslutte det undersøgende og undervise direkte

i "store" idéer, fordi disse er for abstrakte og for fjerne fra elevernes erfaringer til at give mening. Fx udvikler elever forestillinger om hvordan dyr og planter i deres egen have eller park eller å sameksisterer med hinanden, og ud fra dem udvikler de mere generelle idéer om levende organismers indbyrdes afhængighed. Men hvis de store idéer er udgangspunktet, kan det være at forståelsen ikke stikker dybere end slogans, og det vigtige begreb bliver måske aldrig virkelig forstået.

Men selv med en forudsætning om at det at sætte børn i stand til at lære gennem undersøgelse er et værdifuldt mål, skal der i mange klasserum betydelige ændringer til for at tilvejebringe den slags lærer- og elevhandling der er angivet i boks 3. Så nu vender vi os imod måder det kan gøres på, og hvordan vi kan konstatere hvor effektive de er.

2. Gennemførelse og evaluering af undersøgelsesbaseret undervisning og læring

2.1 Om at skabe forandring i klasseværelset

At skabe forandring i klasselokalet udefra sker ved en kombination af en eller flere af følgende:

- a) Direkte ændringer i elevernes oplevelser ved brug af særlige oplevelser eller "lærersikrede" materialer ("teacher-proof", forklaring følger, o.a.), online eller papirbaserede
- b) Ændringer i undervisningen gennem tilvejebringelse af undervisningsmaterialer eller programmer med lærervejledning og andre materialer
- c) Ændringer hos lærere gennem faglig udvikling, online eller ansigt til ansigt.

a) Direkte ændringer i elevernes oplevelser kan tilvejebringes ved særlig undervisning eller oplevelser som ikke er en del af skolens sædvanlige aktiviteter, såsom naturfags-sommerlejr. Noget tyder på at undersøgelsesbaserede oplevelser af denne art kan påvirke læring (selvom det meste af forskningen er lavet med gymnasieelever) og, måske endnu vigtigere, kan præge mere varige holdninger til naturvidenskab (Gibson & Chase, 2002). Men den slags aktiviteter berører kun et lille antal elever, og for at opnå store forandringer er det vigtigt at påvirke den almindelige undervisning. Det er formentlig en myte at der kan laves materialer til elever som i det store og hele kan køre uafhængigt af en lærer og direkte kan influere på eleven ("lærersikrede"). Det kan godt være at man kan stille regneopgaver på den måde, men man kan ikke stimulere den slags elevhandling der nævnes i boks 3. Det ligger i undersøgelsesbaserede aktiviteter natur at deres forløb er vanskelige at forudsige, og selvom it-programmer kan være mere interaktive end papirbaserede materialer, så er en lærers facilitering

nødvendig for at give den samkonstruktion af forståelse som ligger i at lære naturfag gennem undersøgelse. Derfor vil vi ikke yderligere omtale denne direkte vej til elever.

b) Udvikling af programmer der for lærere udstikker procedurer for undersøgelsesbaserede aktiviteter (og ofte også indeholder elevmaterialer) er en almindelig måde at skabe forandring på; tiltalende fordi den åbner mulighed for at nå alle de skoler der er villige til at bruge programmet. Men det er svært udelukkende skriftligt at formidle begrundelserne for de klasserumsinteraktioner der skal til hvis lærerne skal udvikle elevernes forståelse gennem undersøgelse, og der er meget der tyder på at mange lærere bruger disse tilgange uden engagement og opbakning til de underliggende værdier. Af den grund begrænser nogle programudviklere brugen til dem der også har deltaget i efteruddannelsesaktiviteter, selvom disse ofte er minimale.

c) At bruge faglig udvikling (efteruddannelse) som det vigtigste middel sker i erkendelse af at forandring i undervisningen sandsynligvis fordrer mere end bare tilvejebringelse af egnede undervisningsmaterialer, og at der kan være behov for ændringer i lærernes opfattelse af naturvidenskab, af undersøgelse og af hvordan elever lærer. Mange efteruddannelsesprogrammer (fx Institute for Inquiry på Exploratorium) forsøger gennem deres tilgang at modellere de undervisningsaktiviteter som lærerne skal bruge. De giver også lærerne lejlighed til at opleve undersøgelse på deres eget niveau og skaber dermed et solidt grundlag for forståelse af den intenderede elevlæring. De afspejler Supovitz & Turners (2000) seks kritiske komponenter af høj kvalitetsefteruddannelse opregnet i boks 6. Disse erfaringer kræver tid, ganske som refleksion over dem og diskussionerne om konsekvenserne for lærerens rolle gør. Den nedenfor refererede forskning viser at 80 timers efteruddannelse er nødvendig for at dette bliver virkningsfuldt. Dette understøttes af erfaringer hos efteruddannelsesudbydere, der finder at praksisforandringen hos deltagere der tager mere end ét kursus, stiger.

Boks 6

For at være af høj kvalitet skal faglig udvikling:

- lade deltagerne fordybe sig i undersøgelse
- være både intensiv og vedholdende
- involvere lærere i konkrete undervisningsopgaver og være baseret på læreres erfaringer med elever
- fokusere på faglig viden og uddybe lærernes faglige kompetencer
- være baseret på et fælles sæt af standarder for faglig udvikling
- være forbundet med andre aspekter af skolereform.

(Fra Supovitz & Turner, 2000, s. 964-965)

2.2 Hindringer for evaluering af virkningen af programmer og efteruddannelse

Som nævnt ovenfor skal storskalaforbedringer af elevers læring foregå i en tottrinsproces hvor input i form af programmer eller efteruddannelse medieres af læreren (boks 7). Dette bringer en række ubekendte ind i billedet som slører ("confound", o.a.) evalueringen af effekterne, og det rejser spørgsmål om design og de anvendte instrumenter.

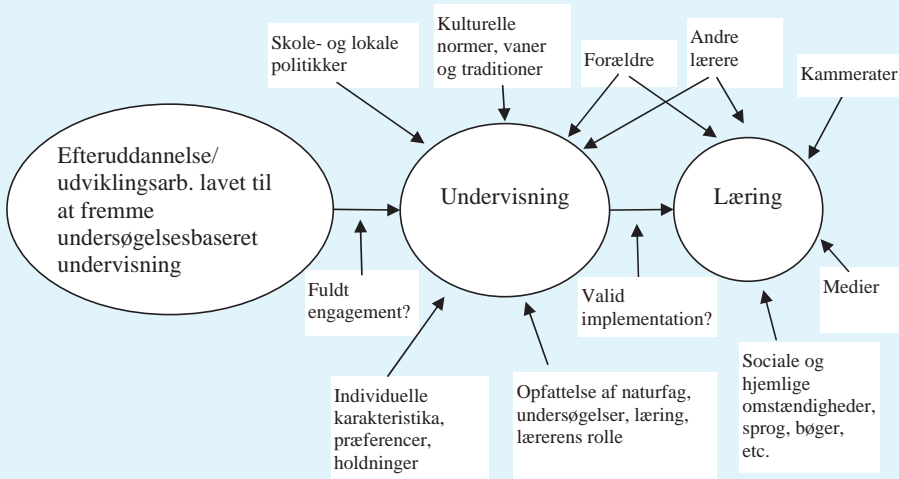
Slørende variable

Spørgsmålet om hvor effektive undersøgelsesbaserede udviklingsprogrammer og efteruddannelse er til at gennemføre ændringer i undervisning og læring, er notorisk vanskeligt at besvare. Det kræver kun en smule eftertanke at indse at der er rigtig mange faktorer der påvirker processerne på hvert enkelt trin fra oprettelsen af programmet eller efteruddannelsesdesignet frem til den lærende. Dermed kan det synes som om en hvilken som helst effekt kan forventes at blive for udvandet til at kunne måles, selv før man begynder at overveje hvordan denne effekt overhovedet skulle kunne konstateres. I boks 7 er der en liste over nogle af de mulige begrænsende faktorer for implementering af et udviklingsprogram.

Forbindelsen mellem et program eller de professionelle udviklere og klasserumlæreren er den første trussel mod implementeringen; læreren er måske ikke helt og fuldt engageret eller kan have misforstået nogle af de intenderede signaler. Læreres muligheder for at føre noget ud i livet kan være begrænset af skolepolitikker, fx skemalægning, eller skolevæsenets politikker, fx krav om at forberede elever til visse test. Andre af klassens læreres undervisningspraksis kan være i strid med det der kræves for undersøgelsesbaseret læring, og kan være forskellig, fx hvad angår omfanget af forventet elevsamarbejde og indbyrdes diskussion af deres lektier. På den måde får elever blandede signaler om hvilke aktiviteter læring indebærer. Forældre kan også have visse forventninger til hvad lærerne laver, som kan adskille sig fra hvad et program kræver. Hertil kommer effekterne af lærernes egen baggrund, erfaringer og overbevisninger som kan forvandle programmet, måske ubevidst. Derfor kan det være et spørgsmål i hvilken grad programmet kan implementeres efter hensigten.

Selvom alle disse andre indvirkninger på undervisningen ikke er så store at de hæmmer de elever der får undersøgelsesbaserede erfaringer, så bliver disse kun en del af deres samlede erfaringer. Andre lærere, kammerater, forældre og medier har direkte eller indirekte indflydelse på deres læring.

Boks 7



3. Spørgsmål vedrørende evalueringsdesign

3.1 Variabelkontrol

Hvis virkningen af undersøgelsesbaserede oplevelser skal kunne ses i sammenhæng med alle de andre faktorer der har indflydelse på elevernes læring, er det nødvendigt at kigge på en situation hvor undersøgelseserfaring er den eneste forskel mellem to grupper hvis læring så kan sammenlignes. Det betyder at grupperne skal være ens fx mht.:

- indholdet af naturfagsundervisningen
- elevernes karakteristika og baggrund (køn, etnicitet, modersmål osv.)
- lærernes baggrundsforståelse af og holdning til naturvidenskab og undersøgelsesundervisning

for blot at nævne nogle få variable der vides at være forbundet med forskelle i læring. Hvis man skal kunne kontrollere disse variable for at få sammenlignelige "eksperimentel"- og "kontrol"-grupper, skal man kunne måle dem, og det er i sig selv meget vanskeligt. Desuden er de ikke indbyrdes uafhængige, så en gruppeudvælgelse på grundlag af én kan forårsage forskellighed i en anden.

En måde at undgå dette på er at bruge en gruppe som sin egen kontrol, det vil sige at måle ændringer et stykke tid før interventionen (den undersøgelsesbaserede undervisning) begynder, og derefter måle ændringerne over en tilsvarende periode efter interventionen. Det er klart nok at der er problemer her på grund af de forandringer der

under alle omstændigheder finder sted med eleverne over tid. Alternativt kan elever og lærere, i teorien, placeres tilfældigt i forsøgs- og kontrolgrupperne, men det ødelægger de normale elev-elev- og elev-lærer-relationer og skaber en kunstig situation hvis resultater ikke kan overføres til normalklasser. Det kan også være at lærerne er tilbageholdende med at acceptere den forventede rolle eller ikke har tiltro til den gennemførte intervention, og det kan føre til udviskning af afvigelserne mellem de to grupper.

Disse komplikationer og det tilsyneladende umulige i at afdække eventuelle læringsændringer der kan henføres til en intervention, har betydet at program- og efteruddannelsesudbydere kun i ringe omfang har forsøgt at vurdere ændringer i elevernes resultater. De har snarere været tilbøjelige til at bedømme validiteten af deres programmer ud fra det indhold og de frembringelser der indgår, og fra reaktionerne fra brugere og kursusedtagere. På den måde bliver spørgsmål om hvordan man vurderer den opnåede læring, undgået.

Men spørgsmålet er ikke blot om evaluering bør fokusere på undervisningsforandring *eller* læringsforandring – begge dele er nødvendige. At vide *at* elevernes læring er forbedret, fortæller os ikke noget om hvordan denne ændring er sket. I ekstreme tilfælde kan de observerede forandringer have haft meget lidt direkte at gøre med de anvendte programmer eller den gennemførte efteruddannelse. Endvidere kan det hævdes at medmindre der sker ændringer i undervisningen, er ændringer af den intenderede slags læring usandsynlige. Man må også vide hvad slags undersøgelsesbaseret der bliver benyttet (åben, guidet eller struktureret) for at kunne vurdere effekten af tiltaget.

3.2 Valg af troværdige mål for elevers udbytte

På trods af hindringerne for at kunne se de ændringer i læring der kan tilskrives virkningen af undersøgelsesbaserede programmer, er det fortsat sådan at den endelige bedømmelse af værdien af en intervention når denne er gennemført, skal være om elevernes læring er blevet forbedret. Så vi *skal* forholde os til spørgsmålet: Hvilke målinger ville give evidens for “succes”? De vigtigste alternativer er:

- om man skal vurdere de resultater der er specifikke mål for undersøgelsesbaseret naturfagsundervisning, såsom brug af proceskompetencer og evnen til at kunne anvende begreber
- om man skal bruge almindelige summative evalueringsmetoder (normalt test) som forventes at lægge større vægt på faktuel viden og negligere kompetencer.

Hvis kun den første af disse bruges, kan resultaterne måske ikke overbevise skeptikerne. Det vil med rette kunne hævdes at hvis man sammenligner med en kontrolgruppe der ikke har haft undersøgelsesbaserede oplevelser, vil alle forvente de bedste

resultater hos forsøgsgruppen. Desuden er der på nuværende tidspunkt ikke mange målemetoder til rådighed til vurdering af resultaterne af undersøgelsesbaseret læring som har den fornødne validitet og pålidelighed.

Hvis den anden mulighed vælges – at bruge sædvanlig evaluering eller test – er det muligt at der i det mindste på kort sigt ikke kan konstateres nogen læringsforbedring. Men i betragtning af påstanden om at undersøgelsesbaseret undervisning forbedrer elevlæring i naturfag generelt, er det et stærkt argument at det at påvise bedre resultater med de gængse læringsmålemetoder giver mere overbevisende evidens.

I begge tilfælde er der et spørgsmål om hvor store ændringer der skal til i forsøgsgruppens resultater fra præ- til postundersøgelsesbaseret undervisning for at de bliver opfattet som tilstrækkelige til at berettige at læreplaner og praksis ændres. Er en smule mere læring hos forsøgsgruppen nok – eller skal det være væsentlig mere? Hvem skal fælde dommen? At basere sig på statistik i denne beslutning er problematisk da det statistisk signifikante ikke nødvendigvis er uddannelsesmæssigt signifikant.

3.3 Tidshorisont

Et andet vigtigt designspørgsmål vedrører tidsrammen for en evaluering: Hvilken tidshorisont giver overbevisende dokumentation for reelle læringsfordele? Her er det vigtigt at skelne mellem kun at holde øje med umiddelbare læringsforbedringer og forbedringer som stadig kan ses flere år senere. Der kan argumenteres for værdien af umiddelbare ændringer uanset om de holder sig eller ej, eftersom eleverne kan agere på et højere niveau end ellers, og deres læring vil nødvendigvis have fordel af dette.

Der er flere ting der taler til fordel for en længere tidshorisont før man vurderer læringsgevinsten. For det første er der den tid det tager for læreren at blive fuldt fortrolig med reformen/ændringen og at blive forpligtet på den (dette punkt vender vi tilbage til senere). For det andet det at forskellene mellem naturfagsundervisning gennem undersøgelse og andre tilgange til undervisning er temmelig subtile, så "behandlingen" skal køre over ret lang tid for at give de langsigtede virkninger en chance på præstationsniveauet. Det tredje er at i starten af en implementering kan lærere føle sig usikre på deres rolle. De nødvendige omstillinger kan reducere deres selvtillid (som tidligere har været baseret på en traditionel opfattelse af lærerrollen) og forårsage et midlertidigt kompetencetab indtil han/hun begynder at føle sig dygtig nok i en ny rolle. Dette understøttes af erfaringer (se CASE-eksemplet senere) om at det varer nogen tid før undersøgelsesbaserede oplevelser dukker op i resultatet, og der kan være den fare som Ruiz-Primo et al. (2002) peger på, at konklusioner drages for tidligt i og med at "effekter ikke bliver konstateret selvom de er der, men er små, og den reform der har frembragt dem, skulle have været plejet."

Veje videre frem i forhold til nogle af disse spørgsmål kan udstikkes af undersøgelser af klasserumsaktiviteter og af tegn på forandring i lærerforståelsen. Næste afsnit

giver derfor eksempler fra nylig forskning der er særdeles informativ hvad angår de faktorer der påvirker forandring, også selvom de indskrænker sig til at se på ændringer i undervisningen. Bagefter betragter vi nogle af det begrænsede antal undersøgelser der har set på elevernes udbytte.

4. Eksempler på evalueringsundersøgelser

4.1 *Undersøgelser af virkningen på undervisning*

Supovitz & Turners (2000) undersøgelse af The Local Systemic Change Initiative indsamlede i 1997 oplysninger om 24 projekter fra hele USA. Spørgeskemaer gav selvrapporterede data om lærerholdninger, lærerforestillinger og undervisningsformer. Skoleledere besvarede også spørgsmål om deres støtte til initiativet. Ud fra det store antal svar (787 skoler og 4.903 lærere) kunne forskerne udvikle skalaer for indikatorer for undersøgelsesbaseret undervisningspraksis. Via en flerniveaumodel knyttede de omfanget af gennemført efteruddannelse (blandt andre lærervariable) til indikatorer for lærernes undersøgelsesbaserede undervisningspraksis og deres niveau for undersøgelsesmæssig klasserumskultur. De fandt at “det var først efter ca. 80 timers efteruddannelse at lærernes svar angav at de betydelig hyppigere end gennemsnitslæreren benyttede undersøgelsesbaseret undervisning” (ibid., s. 973). Deres konklusion var at der var “stærk og signifikant sammenhæng mellem faglig udvikling og lærernes praksis og klasserumskultur” (ibid., s. 975), men varigheden af de fleste efteruddannelsesforløb var for kort til at være effektiv. Deres undersøgelse henledte også opmærksomheden på andre faktorer der påvirker ændring. Fx bruger lærere på skoler hvor eleverne har lav socioøkonomisk status (SES), mere traditionelle undervisningsmetoder end dem med elever med højere socioøkonomisk baggrund. En anden vigtig faktor var skoleledelsens støtte. Et studie af TERC/Lesley Universitys² online masterprogram for grund- og mellemskolenaturfagslærere viste at efteruddannelse i undersøgelsesbaseret naturfag kan udbydes online med samme virkning som face-to-face hvis det sker på et omhyggeligt udformet onlinekursus designet til at give læringserfaringerne gennem undersøgelse. Harlen & Altobello (2003) sammenlignede forandringer hos deltagerne på introduktionskurset i programmet (Try Science) med forandringer hos deltagerne på et kursus med samme mål og indhold som blev afholdt som tilstedeværelseskursus. Omkring halvdelen af kursustiden blev brugt på at lære naturfag vha. undersøgelse, og halvdelen på at studere aspekter af undersøgelsesbaseret undervisning. I alle dele af kurserne arbejdede deltagerne i grupper. Onlinedeltagerne blev placeret i grupper på seks eller syv, og deltagerne

2 TERC, Technical Education Research Centers, er en amerikansk organisation til fremme af naturvidenskab og matematik. Den har en hjemmeside: www.terc.edu (o.a.).

udvekslede asynkrone mails med hinanden hver uge. Onlinedeltagere gennemførte undersøgelser eller analyse af dokumentation for undervisningen ved hjælp af videoer eller casestudier offline, fulgt af onlinerapportering af resultater eller forslag til deres gruppe. Forskerne indsamlede data om erfaringerne med kurset, ændringer i forståelsen af naturvidenskabens indhold, ændringer i forståelsen af undersøgelse og af undersøgelsesbaseret undervisning, ændring i selvtillid ift. naturfagsundervisning og anvendelse af strategier for undersøgelsesbaseret undervisning i deres egen undervisning. Selvom det primære formål med undersøgelsen var at sammenligne ændringer der havde med online- og face-to-face-undervisning at gøre, er det relevante her det omfang hvori der skete ændringer hos deltagerne på begge kurser.

De vigtigste resultater er opsummeret i boks 8. Hvad angår forståelse af undersøgelse og af undersøgelsesbaseret undervisning, rapporterede begge sæt lærere en større forandring end der kunne observeres ud fra mere objektive kriterier, såsom de definitioner de blev bedt om at angive i præ- og postkursusspørgeskemaer. Der var således en opfattelse af en udvikling af forståelse som ikke var til stede i deres praksis. Det var også slående at der var større succes med at udvikle lærernes naturfagsforståelse end med at skabe forandring af praksis i klasseværelset (bedømt for alle deltagere ud fra deres lektionsplaner og oversigter over disses omsætning til praksis og for fem lærere ud fra observation af lektioner).

Boks 8

Virksomheden af de to forskellige undersøgelsesbaserede kurser:

- Try Science-kurset, både i online- og on-campus-versionen, havde succes med at involvere deltagerne i naturvidenskabelig udforskning hvor de regelmæssigt gjorde brug af undersøgelseskompetencer.
- Begge sæt kursister ændrede deres forståelse af kursets naturfaglige indhold; ændringen var signifikant større for onlinedeltagerne.
- Der var kun få synlige ændringer i deltagerens forståelse af definitioner af det undersøgelsesbaserede i deres præ-/postsvar, men deltagerne i begge kurser mente at deres forståelse af undersøgelse i naturfag var blevet forbedret.
- De fleste deltagere havde velbegrundede meninger om undersøgelsesundervisning, og dette ændrede sig kun lidt i kursets løb.
- De lektionsplaner som deltagerne i begge kurser havde udarbejdet, gav eleverne mulighed for hands-on-aktiviteter og for at lave forudsigelser, men levede ikke op til forventningerne til elever der skal anvende begreberne i undersøgelser af egne spørgsmål.

Forskelle mellem online- og on-campus-efteruddannelse:

- Den vigtigste forskel mellem online og on-campus i deltageres erfaring var at førstnævnte hyppigere end sidstnævnte reflekterede over deres læring og over undersøgelsesprocessen.
- Onlinedeltagere oplevede, værdsatte og kommenterede deres kollaborative læring; de følte ikke at de arbejdede alene.
- Den tillid til egen undervisningskompetence i naturfag gennem undersøgelse som lærerne gav udtryk for, steg i kursets løb, og betydelig mere for online- end for on-campus-deltagerne.
- Det gennemsnitlige tidsforbrug på kurset for onlinedeltagere var ca. 90 timer og for face-to-face-deltagerne omkring 66 timer (heraf 36 timer som undervisning).

Baseret på Harlen & Altobello (2003).

Undersøgelser af ændringer hos lærere har påpeget forskellige stadier i implementering af nye strategier, startende med anerkendelse af og tilslutning til forandring uden megen forståelse og sluttende med fuld forståelse og tilslutning (Rudduck & Kelly, 1976; Doubler, 1991). En bredt valideret række af stadier for gennemførelse udvikledes af Hall & Loucks (1977) baseret på de overvejelser lærere gør sig når reformer skal føres ud i livet. Ud fra denne teori har Hord et al. (1987) udviklet de stadier der er anført i boks 9.

Boks 9

0	Opmærksomhed	Minimale overvejelser om eller deltagelse i en reform
1	Information	Almindelig opmærksomhed over for reformen
2	Personlig	Usikkerhed om reformens krav og personlig formåen til at opfylde disse krav
3	Styring	Opmærksomhed fokuseret på effektivitet, organisation, forvaltningskrav
4	Konsekvens	Fokusering på konsekvenserne af reformen for eleverne
5	Samarbejde	Koordinering og samarbejde med andre i udnyttelsen af reformen
6	Nyfokusering	Udforskning af mulighederne for større ændringer og alternativer

Selvom der måske ikke er almindelig enighed om hvordan de specifikke stadier skal beskrives, er der accept af at lærere gennemløber en gennemførelsesproces der således ikke er én enkeltstående begivenhed, men en gradvis ændring af forståelse og af praksis. Det kan også være forskelligt for de forskellige aspekter hvad der skal til. Fx kan nogle lærere lettere arbejde sig frem til fase fire hvad angår ændringer i egen spørgepraksis, hvorimod de kan befinde sig på et tidligere stade hvad angår fx at sætte elever i stand til at undersøge egne spørgsmål.

For deltagerne i Try Science-kurser fremgik det at de kun befandt sig på begyndelsesstadier af forandring. Deltagernes forståelse for og engagement i at foranstalte den slags oplevelser for eleverne som kræves for undersøgelsesbaseret læring, var ikke tilstrækkelig god til at ændre deres eksisterende praksis. I et introducerende kursus kan man naturligvis ikke forvente dét. Anekdotisk evidens tyder på at de senere i onlinemasterprogrammet blev bedre til at foretage de radikale ændringer i deres rolle der skal til for at gennemføre undersøgelsesbaseret læring i klasseværelset.

4.2 Studier af virkninger på elevlæringen

Spørgsmålet om hvor tæt vurderingen af læring bør svare til læringsaktiviteterne, blev behandlet i Ruiz-Primo et al.s (2002) forskning om ændringerne hos elever i 5. klasse der fulgte emner i FOSS³-pensum. Deres multiniveau-tilgang var baseret på testscorer som indikator for reformens virkning. De fremførte at hvis der er ændringer, vil de først vise sig i præstationer i klasserumsaktiviteter, derefter i overførsel til nært beslægtede aktiviteter med et andet indhold, derefter i mere fjernt forbundne opgaver og så videre. På dette grundlag identificerede de metoder til vurdering af læring på fem niveauer af afstand fra klasserumslæring: umiddelbar, nær, proksimal, distanceret og fjern ("immediate, close, proximal, distal and remote", o.a.). De udviklede mål for forandringer på disse niveauer i to 5.-klasses-naturfagsmoduler af FOSS-programmet (boks 10).

Forskerne brugte elevernes noter, indsamlet ved afslutningen af de otte måneders undersøgelse, som datakilde for forløbet af modulet såvel som et mål for "umiddelbar" læring. Vurderinger af "nær" og "proksimal" blev lavet ved præ- og posttest. Efter posttest blev "distanceret"-vurdering udført.

Resultaterne viste at der i gennemsnit for de 20 involverede klasser var signifikante forskelle mellem præ- og posttestresultater for både den "nære" og den "proksimale" vurdering. Som ventet var forskellene større for "nær"-målene end for de "proksimale", og der var et betydeligt spænd på tværs af klasser og mellem de to enheder der blev undervist. Bedømt ud fra elevernes noter bemærkede forskerne at "kravene i de lærerstillede opgaver ... var generelt lave. Læreren var tilbøjelig til at bede eleverne

3 FOSS Full Option Science System, www.fossweb.com (o.a.).

registrere forsøgsresultaterne (ikke at fortolke dem) eller til at gentage definitioner. Disse opgaver kan næppe i sig selv hjælpe eleverne med at forbedre deres forståelse.” (ibid., s. 383). Da der ikke var nogen prætestresultater for den distale måling, blev korrelationer mellem de distancerede og de nære og proksimale posttestscorer brugt til at estimere effekten på “distanceret”-vurderingerne. Disse korrelationer var signifikante og, imod forventning, af nogenlunde samme størrelsesorden alle sammen.

Boks 10

Variabelenheder for niveauerne umiddelbar, nær, proksimal, distanceret og fjern for FOSS (Ruiz-Primo et al., 2002)

- Umiddelbar: vurdering af artefakter i løbet af læseplansaktiviteter; specifikt hvor godt variable blev identificeret og manipuleret i pendulsvingninger.
- Tæt: vurdering ifm. en modificeret pendulaktivitet, med variation i de anvendte materialer og den måde den afhængige variabel blev målt på.
- Proksimal: vurdering baseret på at bede eleverne om at forklare hvad der får flasker til at flyde eller at synke, hvor eleverne er nødt til at bruge viden om udregninger med variable og om hvordan resultater kan fortolkes i en noget anderledes situation.
- Distanceret: en test udviklet til storskalavurdering baseret på National Science Education Standards og administreret af California Systemic Initiative Assessment Collaborative, med “affald” som emne.
- Fjern: ingen specifikke oplysninger, bortset fra at det ville være en generel vurdering af uddannelsesniveaut.

Selvom konklusionerne i denne undersøgelse var foreløbige, viser de at en vurderings “afstand” fra klasserummet er af betydning.

The Cognitive Acceleration through Science Education (CASE)-projekterne i Storbritannien er egentlig ikke undersøgelsesbaserede forløb, men deres formål med at udvikle tankeprocesser gør dem særdeles relevante i denne sammenhæng. Der er tre CASE-projekter der alle har som mål at udvikle niveauet af børns tænkning. I det første projekt var målgruppen de 11- og 12-årige, og målet for klasserumstiltagene var at fremme tænkning fra Piagets konkret-operationelle niveau til det formelt-operationelle niveau. Adey & Shayer (1990) udformede en række aktiviteter der skulle udvikle elevernes identificering af variable og deres brug af variabelrelationer til at

foretage forudsigelser for at stimulere kognitiv konflikt og tilskynde til metakognition og eksplicit sammenkædning af strategier til sammenhænge uden for dem hvori de blev udviklet.

Lærere der gjorde brug af disse materialer under evalueringens testfase, fik særlig træning. I testfasen fik de kontrolbesøg om den måde selve forløbet kørte på. Forsøgs- og kontrolklasser blev testet før og efter de to års forsøg med en forskerudviklet Piaget-ræsonnementstest. Posttesten omfattede også en naturfaglig test udviklet i samarbejde med lærerne som kunne tjene som skolens årsprøve. Der var også en umiddelbar posttest, en posttest ét år efter forløbet og én efter endnu et år.

Resultaterne af de nationale test (GCSE) i naturfag der tages af alle 16-årige, indgik også. Disse målinger kan altså beskrives som "distancerede" med de glosor der anvendes i Ruiz-Primo et al. (2002).

Resultaterne umiddelbart efter de to års forløb udviste kun forskelle i Piaget-ræsonnementstesten, hvor signifikante forskelle fra kontrolgruppen kun blev fundet for 12-årige drenge. Et år senere var disse forsvundet, men forskelle begyndt at vise sig i naturfagsposttesten. Naturfagspræstationerne var tilsyneladende forbedret, og effekten var endnu større i GCSE-resultaterne senere. Forsøgsgruppen var signifikant foran i naturfagstesten, men der var også fremgang i matematik og i engelsk, hvilket muligvis kan forklares ved at det er eksaminer der kræver analyse af figurer og forståelse af tekster, og den kompetence kan godt have været påvirket af forløbets aktiviteter. Resultaterne synes at vise at generel tænkning kan læres. Men de viser også at effekten meget vel kan komme senere.

Succesen for CASE på grænsen mellem konkret og formel tænkning opmuntrede til en indsats på de lavere alderstrin, hvor børn ifølge Piaget rykker fra præoperationel til konkret-operationel tænkning. CASE blev derfor udviklet til fem- til syvårige, i et projekt der hedder Let's Think. Her er der udviklet aktiviteter ud fra Piagets skema for konkrete operationer, dvs. seriation, klassificering, synspunkter, kausalitet, regler og tidssekvensering (Adey et al., 2002). Resultaterne af det ét år lange forsøg viste at de elever der brugte denne slags aktiviteter, havde væsentlig større fremgang på test for rumlig forståelse og på en bevarelestest ("conservation test" jf. Piaget, o.a.) end tilsvarende kontrolgrupper. Da bevarelsesbegrebet ikke indgår i programmet, viser dette overførsel og antyder at disse aktiviteter kan hæve elevernes generelle tænkeniveau (Robertson, 2004).

Som forventet var der variation på tværs af skoleklasser, og undersøgelser af årsagerne til dette øger forståelsen af hvad der har indflydelse på implementering. En vigtig og forventet faktor var støtte fra skoleledelsen og den centrale ledelse. Presset på engelske skoler for at opfylde de nationale pensumkrav kan begrænse lærernes frihed til at give aktiviteter af denne art den tid de har brug for for at blive korrekt implementeret, og til at gøre det på det tidspunkt på dagen hvor børn er fokuserede.

Forskerne fandt også at aktiviteterne fungerede bedst når eleverne arbejdede i grupper af blandet køn, etnicitet, evner og personlighed. Eleverne havde også kognitiv udbytte i de klasser hvor læreren var opmærksom på hvad der betinger godt gruppearbejde, samtidig med at han/hun gjorde det klart at succeskriteriet for dét er at "hjælpe hinanden med at tænke bedre".

Et tredje CASE-projekt der bruger materialer udviklet for otte- og niårige, er i gang for tiden. Det bruger de nationale test som gives til 11-årige og omfatter naturfagstest, til at evaluere indvirkningen på børns læring.

Et andet engelsk projekt (Black et al., 2003) hvor efteruddannelse var det eneste input, brugte National Tests i naturfag som et mål for effektivitet. Dette projekt fokuserede på at udvikle læreres brug af formativ evaluering. Selvom det ikke direkte fokuserede på undersøgelse, kræver formativ evaluering ganske tilsvarende tilgang af læreren – specielt skal han/hun finde og bruge oplysninger om elevernes forestillinger og færdigheder, dele læringsmål med eleverne og opmuntre dem til at tage ansvar for egen læring og at reflektere over hvordan de lærer, så de kan vurdere deres eget arbejde. Projektet involverede efteruddannelsesdata for en toårig periode, hvor den vigtigste drivkraft for ændring var samarbejde i lærergrupper snarere end input fra forskerne hvis rolle var at reagere på lærernes behov. De 19 lærere der deltog, besluttede selv hvilke aspekter af deres praksis de ville ændre for at kunne foretage formativ evaluering, hvoraf de vigtigste var at spørge, at give feedback via rettelser, peer- og selvevaluering og formativ brug af summative test. Mellem efteruddannelsesmøderne besøgte en forsker klasserne for at observere undervisningen og give feedback til lærerne på disse observationer. Efter to års kollaborativt arbejde blev resultaterne for hver klasse sammenlignet med en tilsvarende klasse på samme skole. De fundne forskelle kan udtrykkes ved Nationalt Curriculum-niveauer (ét niveau svarer stort set til to år): knap et halvt niveau for elever i 11-åriges test og lidt over et halvt niveau for eleverne i 13-åriges test. Det er stor fremgang.

Også dette projekt fandt variationer på tværs af klasser og identificerede faktorer der hæmmede implementeringen af ønskelige tilgange. Disse omfattede en lektiepolitik der kræver karakterer på alt arbejde, hvor projektet dokumenterede at det at give kommentarer øger indsatsen (Butler, 1988). Et andet eksempel var målfastsættelse som kræver hyppig repetition og hæmmer ændringer i læringstilgang. Derfor er det vigtigt at skolens ledelse er indstillet på at slække på den slags krav så læreren kan have mulighed for at afprøve fornyelser.

5. Veje frem

Disse cases er kun eksempler, men de kaster lys over de spørgsmål der blev stillet i afsnit 2. Dette afsnit indledes med et sammendrag af disse punkter, fulgt af nogle konsekvenser for fremtidige evalueringer.

5.1 Forskning i lærerændringer

Hovedpunkterne er:

- Forandring af undervisning kræver ændring både hos lærere og i skolepolitik. Derfor er støtte fra skoleledere og øverste ledelse afgørende for nyskabelsers ordentlige gennemførelse og evaluering.
- Forandring sker mere sandsynligt når lærerne har et vist ejerskab af implementeringsprocessen i klasserummet.
- Nyskabelser bør være til stede i klassen i mindst et år og helst længere før elevernes læringsudbytte vurderes.
- De fleste efteruddannelser er for korte til at have varig effekt.
- Evalueringsmetoder der kun bruger læreres selvrapportering, kan antyde lærerpåvirkninger som ikke nødvendigvis omsættes til praksisændringer.

Disse punkter viser at man overordnet skal være opmærksom på at identificere hvor langt lærerne er kommet i deres forståelse og gennemførelse af undersøgelsesbaseret undervisning. Som uddannede fagfolk besidder lærere faste synspunkter og praksisser om naturfagsundervisning som udspringer af deres forståelse af hvordan elever lærer, og af hvad naturvidenskab er (Harlen & Osborne, 1985). Holdninger ændrer sig i en gradvis proces som det er beskrevet, hvor der er variation fra person til person og hos den enkelte ud fra i hvor høj grad visse aspekter af reformen opfattes og internaliseres. Når virkningerne af reformen på eleverne undersøges, er det derfor afgørende at fastslå hvilket punkt på implementeringsbanen læreren er nået til, da dette sandsynligvis vil påvirke elevernes udbytte.

5.2 Forskning i elevændringer

De vigtigste punkter er:

- Data om processen fra klasserummet bør fokusere på forekomsten af kollaborativ læring og af elever der bruger deres undersøgelseskompetence til at forfølge egne spørgsmål under anvendelse af evidens.
- Data om udbyttet skal muliggøre sammenligning af observerede ændringer med hvad der ville være sket i samme tidsrum uden undersøgelsesbaseret naturfagsundervisning.

- Valget af vurderingsinstrumenter for læringsresultaterne kan afgøre om forandringer bliver fundet eller ej; afstanden for overførsel ("transfer", o.a.) er en faktor der skal overvejes.
- Nogle erfaringer er lang tid om at have effekt på elevers tænkning og deres udnyttelse af denne i videre læring.
- Resultatmålinger som er overbevisende for aftagerne af evalueringen, bør anvendes; vurderinger af mål som kun kan opnås af dem der oplever selve nyskabelsen, er nyttige forskningsmæssigt, men ikke politisk.
- Omfanget af læringseffekten skal kunne kommunikeres i termer som aftagerne er bekendt med.

Alt i alt understreger ovenstående punkter hvilke beslutninger om forskningsdesign der har indflydelse på evalueringsresultaterne. Når disse beslutninger træffes, skal man være opmærksom på formålet med evalueringen, så oplysningerne er relevante for brugerne. Listen her påpeger også behovet for at give lærerændringerne tid så lærerne først kan forårsage ændringer i elevernes klasserumsoplevelser og dernæst i deres kompetencer og forestillinger. De mest værdifulde og varige læringsudbytter er sandsynligvis dem der tager længst tid om at vise sig i vurderinger af læringsresultater.

5.3 Konsekvenser

Hvis vi forudsætter at småskalaforsøg gennemført i udviklingen af efteruddannelsesprogrammer eller undervisningsmaterialer har godtgjort at disse initiativer kan give læring gennem undersøgelse, så retter opmærksomheden sig mod evalueringen af deres implementering i almindelige skoler og klasser. Som skitserne af evalueringer ovenfor har vist, er der mange faktorer der spiller ind når det skal afgøres i hvilket omfang et elevudbytte kan påvises. Vi kan inddele dem i to hovedgrupper: dem der vedrører den "uafhængige variable", dvs. omfanget af elevernes erfaring med undersøgelsesbaseret læring, og så dem der vedrører måling af den afhængige variabel, dvs. effekten på eleverne.

Hvad angår den uafhængige variabel, tyder eksisterende praksis på at seriøs opmærksomhed skal rettes mod at sikre at vi ved *hvad* resultaterne skyldes. Det betyder at der skal indsamles data om lærernes forståelse af reformen, om deres undervisningstilgange og om elevernes resultater. Alt for mange evalueringsundersøgelser (som fx Ruiz-Primo et al., 2002) har rapporteret at aktiviteterne i klasserummet kun trak på nogle få af de praksisser der er forbundet med undersøgelsesbaseret læring. I den slags tilfælde giver resultaterne ikke noget grundlag for en gyldig vurdering af værdien af programmet. De stærke beviser for skolelederens indflydelse indikerer at ledelsen skal være involveret i beslutninger om initiativer for at sikre en mere effektiv implementering.

Når det står klart at den uafhængige variabel er på plads, skal den være i drift i mindst et år før der foretages resultatmålinger. Denne tidsramme tilgodeser alle de andre påvirkninger af elevresultaterne og at det tager tid at etablere de ændringer i måder at lære på som undersøgelsesbaseret sigter efter.

Med hensyn til den afhængige variabel er der vigtige beslutninger at træffe om arten af de anvendte målemetoder uanset om de skal vurdere holdninger, præstationer, valg af videre undersøgelser osv. Som diskuteret tidligere skal disse målinger overbevise dem der skal informeres om evalueringen og/eller træffe beslutninger på baggrund af den. De skal også sættes ind over et stykke tid så spørgsmål om kort- hhv. langsigtede ændringer i læring kan besvares.

Evalueringdesignet skal gøre det muligt at sammenligne de observerede ændringer med hvad der ville være sket uden indgreb. Men størrelsen af eventuelle forskelle skal udtrykkes meningsfuldt; det er usandsynligt at procentuelle forskelle er til nogen hjælp – og statistisk signifikans er ikke ensbetydende med uddannelsesmæssig signifikans, især ikke når de involverede tal er store. Black & Wiliam (1998) fandt fx at det var med til at gøre indtryk på de politiske beslutningstagere at påpege at hvis formativ evaluering blev indført i hele landet, ville den potentielle gevinst have løftet England fra midten af de 41 lande i TIMSS-undersøgelsen til en placering i top-5.

Og endelig skal evalueringdesign tage hensyn til de dybtgående ændringer der skal ske i lærernes og elevernes tænkning. Kun hvis de ændringer får nok tid så de kan blive indlejret i praksis, kan evalueringerne forsyne de politiske beslutningstagere og praktikere med valide oplysninger om eleveffekten.

Referencer

- Adey, P., Robertson, A. & Venville, G. (2002). Effects of a Cognitive Acceleration Programme on Year 1 Pupils. *British Journal of Educational Psychology*, 72, s. 1-25.
- Adey, P. & Shayer, M. (1990). Accelerating the Development of Formal Thinking in Middle and High School Students. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(3), s. 267-285.
- Black, P., Harrison, C., Lee, C., Marshall, B. & Wiliam, D. (2003). *Assessment for Learning. Putting it into Practice*. Maidenhead: Open University Press.
- Black, P. & Wiliam, D. (1998). *Inside the Black Box*. School of Education, King's College London.
- Bransford, J., Brown, A.L. & Cocking, R.R (red.). *How People Learn*. Washington DC: National Academy Press.
- Butler, R. (1988). Enhancing and Undermining Intrinsic Motivation: The Effects of Task-Involving and Ego-Involving Evaluation on Interest and Performance. *British Journal of Educational Psychology*, 58, s. 1-14.
- Doubler, S. (1991). *Change in Elementary School Teachers' Practice in the United States*. Upubliceret PhD thesis. University of Liverpool.

- Gibson, H.L. & Chase, C. (2002). Longitudinal Impact of an Inquiry-Based Science Program on Middle School Students' Attitudes towards Science. *Science Education*, 86, s. 693-705.
- Gopnik, A., Meltzoff, A.N. & Kuhl, P.K. (1999). *The Scientist in the Crib*. New York: William Morrow.
- Hall, G.E. & Loucks, S.F. (1977). A Developmental Model for Determining Whether the Treatment Is Actually Implemented. *American Educational Research Journal*, 14(3), s. 263-276.
- Harlen, W. & Altobello, C. (2003). *An Investigation of Try Science Studied On-line and Face-to-Face*. Cambridge, MA: TERC.
- Harlen, W. & Osborne, R. (1985). A Model for Learning and Teaching Applied to Primary Science. *Journal of Curriculum Studies*, 17(2), s. 133-146.
- Hawking, S.W. (1988). *A Brief History of Time*. London: Bantam Press.
- Hord, S.M., Huling-Austin, L., Hall, G.E. & Rutherford, W. (1987). *Taking Charge of Change*. Alexandria, VA: ASCD.
- Keys, C.W. & Bryan, L.A. (2001). Co-constructing Inquiry-Based Science with Teachers: Essential Research for Lasting Reform. *Journal of Research in Science Teaching*, 38 (6), s. 631-645.
- National Research Council. (1996). *The National Science Education Standards*. Washington DC: National Academy Press.
- Piaget, J. (1929). *The Child's Construction of the World*. London: Routledge and Kegan Paul.
- Piaget, J. (1955). *The Child's Construction of the Reality*. London: Routledge and Kegan Paul.
- Piaget, J. (1956). *The Child's Construction of Space*. London: Routledge and Kegan Paul.
- Rankin, L. (1999) Lessons in a Pond: A Year-Long Inquiry Investigation. *Foundations 2*, Arlington, VA: NSF, s. 71-78.
- Robertson, A. (2004). Let's Think: Two Years On. *Primary Science Review*, 82, s. 4-7.
- Rudduck, J. & Kelly, P. (1976). *The Dissemination of Curriculum Development: Current Trends*. Slough: The National Foundation for Educational Research.
- Ruiz-Primo, M.A., Shavelson, R.J., Hamilton, L. & Klein, S. (2002). On the Evaluation of Systemic Science Education Reform: Searching for Instructional Sensitivity. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(5), s. 369-393.
- Skinner, B.F. (1974). *About Behaviourism*. New York: Alfred A. Knopf.
- Supovitz, J.A. & Turner, H. M. (2000). The Effects of Professional Development on Science Teaching Practices and Classroom Culture. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(9), s. 963-980.
- Vygotsky, L.S. (1978). *Mind in Society*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Windschitl, M. (2003). Inquiry Projects in Science Teacher Education: What Can Investigative Experiences Reveal About Teacher Thinking and Eventual Classroom Practice? *Science Teacher Education*, 87, s. 112-143.

Haymount Coach House, Bridgend, Duns, Berwickshire TD11 3DJ, Scotland, UK
wynne@torphin.freeserve.co.uk

Aktuel analyse

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

IBSME – inquiry-based science and mathematics education



Claus Michelsen, *SDU*

Med valget af IBSME som tema sætter årets MONA-konference fokus på en aktuell naturfags- og matematikdidaktisk metode hvor der foreligger såvel nationale som internationale erfaringer fra undervisningspraksis. Akronymet IBSME står for inquiry-based science and mathematics education. Der er tale om en elevstyret problem- og undersøgelsesbaseret tilgang til undervisningen i naturfag og matematik hvor der lægges vægt på nysgerrighed og observationer fulgt af elevstyret problemløsning og eksperimentelt arbejde. Metoden blev oprindeligt kendt under akronymet IBSE, og M'et for matematik er senere blevet tilføjet, hvilket bifaldes af undertegnede der er en varm fortaler for øget samarbejde mellem matematik og naturfag. Betegnelsen IBSME anvendes dog kun i begrænset omfang, og ønsker man at søge information om metoden i den internationale forskningslitteratur, så skal akronymet IBSE anvendes. Metoden fremhæves som havende et potentiale til at udvikle undervisningspraksis og øge elevernes engagement i matematik- og naturfagsundervisningen på primært og sekundært niveau (se fx Osborne & Dillon, 2008).

Ifølge Harlen & Allende (2006) findes der ikke en egentlig model for hvordan IBSE-metoden omsættes til undervisningspraksis. Implementering af metoden i undervisningspraksis vil variere med undervisningens tema, læreren, elevernes alder og ikke mindst hvilke ressourcer der er til rådighed. Det er imidlertid muligt at opstille en liste af indikatorer for at undervisningspraksis kan betegnes som undersøgelsesbaseret. Disse vil ikke nødvendigvis være til stede i enhver undersøgelsesbaseret undervisningspraksis, men over tid vil eleverne have været involveret i:

- undersøgelser baseret på observationer, og hvis det er muligt, baseret på håndtering af reelle objekter
- at forfølge og undersøge problemstillinger som de opfatter som værende deres egne – også selvom de er introduceret af læreren

- aktiv deltagelse i planlægningen af undersøgelser og formulering af specifikke spørgsmål
- at udvikle og anvende færdigheder til at indsamle data gennem observation og måling samt anvendelse af sekundære kilder
- at udvikle og anvende færdigheder til at organisere og fortolke data, ræsonnere, foreslå forklaringer og fremsætte forudsigelser baseret på egne undersøgelser
- samarbejde om undersøgelser, kommunikation af egne idéer og stillingtagen til andre elevers idéer
- at udtrykke sig i tale og skrift ved hjælp af naturfaglige begreber og repræsentationer
- offentlige diskussioner hvor de forklarer deres undersøgelser
- selvkritiske refleksioner over såvel proces- som produktaspekter af deres undersøgelser
- at anvende de tilegnede færdigheder og kompetencer i autentiske situationer.

Europa-Kommissionen udgav i 2007 rapporten *Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe*, udarbejdet af en ekspertgruppe under ledelse af den franske ministerpræsident Michel Rocard og med deltagelse af bl.a. den daværende præsident for European Science Education Research Association, professor Doris Jorde, Universitet i Oslo. Rapporten konstaterer at der er en række svagheder i den eksisterende naturfagsundervisning i Europa i forhold til at øge og styrke skoleelevers interesse for og udbytte af undervisningen. Der peges specielt på at den deduktive tilgang stadig er udbredt i naturfagsundervisningen. Det anbefales at nytænke naturfagsundervisningen baseret på en undersøgelsesbaseret tilgang, og IBSE nævnes eksplicit som midlet til denne nytænkning. IBSE har ifølge rapporten vist sig at have en positiv effekt på elevers motivation for og læringsudbytte af naturfagsundervisningen på både primært og sekundært uddannelsesniveau. Specielt nævnes det at IBSE fremmer pigers interesse for og deltagelse i naturfaglige aktiviteter. En naturfagsundervisning baseret på IBSE-metoden vil ifølge rapporten styrke relationerne mellem formelle og uformelle læringsarenaer og fremme mulighederne for samarbejder der involverer skoler, virksomheder, universiteter samt lokale aktører som fx kommuner, foreninger, forældre og andre lokale ressourcer. Sluttelig understreges det at IBSE og den traditionelle deduktive tilgang ikke udelukker hinanden. De bør tværtimod kombineres i naturfagsundervisningen med henblik på at imødekomme forskellige tankegange og aldersgruppepræferencer (Europa-Kommissionen, 2007).

Europa-Kommissionens blåstempling af IBSE gør det interessant at undersøge i hvilket omfang EU støtter projekter med fokus på en undersøgelsesbaseret tilgang. Tabel 1 nedenfor giver eksempler på EU-støttede projekter med et tydeligt fokus på denne tilgang.

Projekt	Varighed	Formål
Pollen (Pollen, 2007)	2006-2009	At give en empirisk beskrivelse af hvordan naturfagsundervisningen kan reformeres på et lokalt niveau gennem involvering af det omgivende samfund
Mind The Gap	2008-2010	At forbedre naturfagsundervisningen på det sekundære niveau i de europæiske skoler ved at bygge bro mellem teori og praksis i inquiry-based science teaching
S-TEAM (S-TEAM, 2009)	2009-2012	At udvikle materialer og modeller til efteruddannelse af naturfagslærere i IBSE
Fibonacci (Fibonacci consortium, 2010)	2010-2013	At designe, implementere og teste en model for udbredelse af undersøgelsesbaseret undervisning i naturfag og matematik
Primas (Primas, 2010)	2010-2013	At fremme udbredelsen af undersøgelsesbaseret undervisning i naturfag og matematik
ESTABLISH (ESTABLISH, 2010)	2010-2013	At facilitere og implementere en undersøgelsesbaseret undervisning i naturfag og teknologi gennem involvering af alle interessenter og anvendelse af elevernes autentiske erfaringer fra virksomhedssamarbejder
Pathway	2011-2013	At sætte rammerne for en rute der fører til standarder for undersøgelsesbaseret undervisning i naturfag, og støtte udbredelsen af undersøgelsesbaseret undervisning ved at præsentere metoder til at overvinde begrænsninger sat af lærere og skolens organisatoriske rammer

Tabel 1. EU-støttede projekter med fokus på undersøgelsesbaseret undervisning i naturfag og matematik.

Tabel 1 giver en form for status på de europæiske tiltag rettet mod implementering af undersøgelsesbaseret undervisning i naturfag og matematik. Projekterne fokuserer på udvikling af IBSE-ressourcer og -materialer, tilvejebringelse af autentisk materiale i samarbejde med virksomheder, afholdelse af workshoper for lærere, uddannelse og efteruddannelse af lærere med henblik på implementering af IBSE i undervisningspraksis samt udbredelse af IBSE-metoden. Alle projekterne har implementering af IBSE i undervisningspraksis som den overordnede målsætning. Andre fokusområder i projekterne er udgivelse af materiale med eksempler på undersøgelsesbaserede metoder i

undervisningspraksis (Primas, 2010) og uddannelse og efteruddannelse af lærere med henblik på at udstyre dem med færdigheder og kompetencer til at implementere en undersøgelsesbaseret undervisning i egen praksis (ESTABLISH, 2010; S-TEAM, 2009). Med de nationale briller på falder specielt Fibonacci-projektet i øjnene. Projektet har deltagelse af 26 europæiske lande og har til formål at udbrede undersøgelsesbaseret undervisning i matematik og naturfag. Projektet har dansk deltagelse der styres af Center for Undervisningsmidler i Danmark i samarbejde med University College Syddanmark. Den danske del af projektet har til formål at fremme undervisningsrammer der giver eleverne mulighed for:

- større ejerskab til arbejdsspørgsmål der kan danne udgangspunkt for undervisningen
- øget bevidsthed om læringsindhold.

Projektet har i skoleårene 2010-11 og 2011-12 deltagelse af 25 klasser og deres matematik- og/eller naturfagslærere fordelt rundt i Danmark, matematik- og naturfagskonsulenter fra centrene for undervisningsmidler og University College Syddanmark i samarbejde med 36 europæiske universiteter. Der afholdes i foråret 2012 et nationalt seminar hvor der er præsentation af erfaringer med undersøgelsesbaseret matematik- og naturfagsundervisning, workshopper og idéudvikling for fremtidig undervisning (VIA, 2010).

Som et resultat af de omtalte projekter foreligger der nu materialer baseret på IBSE-metoden og strategier og modeller for uddannelse og efteruddannelse af lærere med udgangspunkt i metoden. Yderligere er der i de fleste europæiske lande lærere der har gjort sig erfaringer med IBSE-metoden, samtidig med at metoden vinder indpas i læreruddannelsen. Men det er sandsynligvis kun et mindretal af lærere og lærerstuderende i Europa der har et indgående kendskab til IBSE. Østergaard et al. (2010) beskriver erfaringerne fra læreruddannelsen ved VIA med at implementere IBSE-principperne i en dansk læreruddannelseskontekst og konkluderer midlertidigt at implementeringen af en ny deltagerstyret problem- og undersøgelsesbaseret naturfagsundervisning ikke uden videre lader sig gøre. Mange lærerstuderende oplever fx en faglig usikkerhed når den deltagerstyrede dimension i IBSE genererer mange forskelligartede spørgsmål inden for det naturfaglige område. Implementering af IBSE-metoden må derfor baseres på en integration i den eksisterende undervisningspraksis på læreruddannelsen så læreren har de overordnede didaktiske færdigheder i relation til metoden. Yderligere må metoden forankres i læringsnetværk med henblik på at dele idéer og erfaringer samt udvikle metoden i relation til dansk undervisningspraksis.

Trods talrige udviklingstiltag og omfattende aktivitet med henblik på udbredelse af den undersøgelsesbaserede undervisning i Europa er IBSE endnu ikke forankret i undervisningspraksis, og adskillige udfordringer skal overvindes før det er tilfældet.

Således peger Osborne & Collins (2001) på at lærerne på grund af skema, læremidler og undervisningsformer ofte oplever en række begrænsninger i forhold til at anvende en undersøgelsesbaseret tilgang. Yderligere er der en tendens til at lærernes bestræbelser på at skabe en undersøgelsesbaseret undervisningspraksis resulterer i et undervisningsindhold bestående af en række usammenhængende emner. Det enkelte emne kan for så vidt godt retfærdiggøres, men der er hverken horisontal sammenhæng eller vertikal kontinuitet. Undervisningen kommer til at mangle en overordnet idé som kan skabe sammenhæng, og eleverne oplever en fragmenteret undervisning og manglende kontrol over deres egen læring. Det giver i den forbindelse god mening at lade sig inspirere af Rosalind Drivers epokegørende arbejde i 80'erne med udgangspunkt i den på det tidspunkt omfattende forskning i elevers alternative opfattelser af naturfaglige begreber. I sit hovedværk *The Pupil as Scientist?* forholder Driver (1983) sig til en undervisningspraksis i naturfagene baseret på opdagelse og hands-on-aktiviteter og konkluderer at praktiske aktiviteter ikke i sig selv er nogen garanti for at eleverne udvikler en forståelse af teoretiske modeller og naturfaglige begreber. En vis guidning er nødvendig hvis elevens praktiske erfaringer skal indarbejdes i hvad der muligvis er helt nye tænkemåder for hende. Efter min opfattelse er en af de største udfordringer for IBSE-metoden at skabe sammenhæng mellem den undersøgelsesbaserede tilgang og den konceptuelle forankring af teoretiske modeller og begreber. Hvis den sammenhæng ikke skabes, har de kompetencer og færdigheder eleverne tilegner sig i forbindelse med deres undersøgelser, ingen overførselsværdi. Desuden mener jeg at evalueringsaspektet af IBSE-metoden skal adresseres. Der er kun i begrænset omfang beskrivelser af hvordan den viden og de færdigheder og kompetencer eleverne udvikler i forbindelse med deltagelse i undersøgelsesbaseret undervisning, kan evalueres. Anvendes der traditionelle evalueringsformer, vil der sandsynligvis ikke være overensstemmelse mellem læringsmål, læringsaktiviteter og evaluering. En nødvendig forudsætning for udvikling af evalueringsformer der kan give denne overensstemmelse, er at der udvikles en beskrivelse af hvilke centrale færdigheder og kompetencer der er målet med en undersøgelsesbaseret undervisningspraksis.

Der er tydeligvis et behov for at udstyre lærerne med redskaber til at vurdere hvilke strategier der skal bringes i anvendelse for at skabe en undervisningspraksis der med rette kan betegnes som byggende på IBSE-metoden. Østergaard et al. (2010) har en vigtig pointe når de peger på at IBSE-metodens overlevelsese- og udviklingsmuligheder i en dansk kontekst er afhængig af en forankring i et aktivt læringsnetværk med deltagelse af nuværende og kommende naturfagslærere samt de fagdidaktiske miljøer. MONA-konferencen om IBSME giver en enestående mulighed for at vurdere metodens muligheder for at forandre undervisningspraksis i naturfag og matematik så elevernes udbytte og engagement forøges. Ved konferencen kan der stilles spørgs-

mål til metoden, herunder de kritiske spørgsmål, og der vil være erfaringsudveksling mellem undervisere, udviklere og forskere der har indgående kendskab til IBSME. Så der er mange gode grunde til at sætte kryds ved den 4. oktober 2011 i kalenderen.

Referencer

- Driver, R. (1983). *The Pupil as Scientist?* Open University Press.
- ESTABLISH. (2010). *European Science and Technology in Action: Building Links with Industry, Schools and Home*. Acrosslimitis. www.establish-fp7.eu.
- Europa-Kommissionen & High Level Group on Science Education. (2007). *Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe (EUR 22845)*. Bruxelles: DG Research.
- Fibonacci consortium. (2010). *The Fibonacci Project: Disseminating Inquiry-Based Science and Mathematics Education in Europe*. www.fibonacci-project.eu [lokaliseret 20. januar 2011].
- Harlen, W. & Allende, J. (2006). *IAP Report of the Working Group on the International Collaboration in the Evaluation of IBSE Programs*.
- Osborne, J.F. & Collins, S. (2001). Pupils' Views of the Role and Value of the Science Curriculum: A Focus-Group Study. *International Journal of Science Education*, 23(5), s. 441-468.
- Osborne, J. & Dillon, J. (2008). *Science Education in Europe: Critical Reflections*. London: King's College, London.
- Pollen. (2007). *A Community Approach for a Sustainable Growth of Science Education in Europe*. www.pollen-europa.net.
- Primas. (2010). *Promoting Inquiry in Mathematics and Science Education Across Europe*. www.primas-project.eu.
- S-TEAM. (2009). *Science-Teacher Education Advanced Methods*. NTNU. www.ntnu.no/wiki/display/steam/SCIENCE-TEACHER+EDUCATION+ADVANCED+METHODS.
- VIA. (2010). Fibonacci – et europæisk project – naturfag og matematik. www.viauc.dk/cfu/fag/Internationalisering/Sider/Fibonacci.aspx.
- Østergaard, L.D., Sillasen, M., Hagelskjær, J., & Bavnthøj, H. (2010). Inquiry-based science education – har naturfagsundervisningen i Danmark brug for det? *MONA*, 2010(4), s. 25-43.

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

De danske PISA-rapporters håndtering af PISA-undersøgelserne



Hans Bay, UCC

I december 2010 udkom den 4. danske PISA-rapport (PISA, 2009). Rapporten er omtalt i *MONA* i Egelund (2011), i Davidsson (2011) og i Lindenskov & Weng (2011). For fjerde gang er et stort antal elever blevet testet, og der er blevet spurgt ind til deres holdninger og baggrunde. Tilsvarende har deres skoleledere og forældre fået et såkaldt baggrundsskema. Det er ubestrideligt at PISA-rapporterne har fået stor gennemslagskraft såvel internationalt som nationalt. I den sidste PISA-undersøgelse deltog 65 lande – en kraftig stigning fra de 32 lande der deltog i den første. Niels Egelund noterer da også “... der er næppe tvivl om at PISA er kommet for at blive, og der er endnu ingen OECD-lande der har meldt sig ud af PISA” (Egelund, 2011). På nationalt plan har regeringen meddelt at Danmark skal være i top-5 på PISA-ranglisten i 2020¹. Her virker det som om den danske regering betragter PISA som et verdensmesterskab². Og netop “konkurrenceelementet”, herunder rangordningen af lande, har bevirket at PISA-undersøgelserne er betragtet med stor skepsis i store dele af uddannelsessektoren. Men fakta er nok at PISA er kommet for at blive (mindst frem til år 2020). Det er derfor rimeligt at fokusere på hvordan det danske PISA-konsortium³ tackler denne internationale undersøgelse, samt at fokusere på det faglige indhold i PISA-rapporterne.

1 *Danmark 2020* udgivet af regeringen i februar 2010: “I 2020 skal danske skolebørn være i top fem internationalt – både for så vidt angår læsning, matematik og naturfag målt ved de regelmæssige, sammenlignelige PISA-undersøgelser og for så vidt angår engelsk målt i forhold til ikke-engelsktalende lande”.

2 Noget i modsætning til statsministerens “10 drømmemål for Danmark” skriver Niels Egelund: “Nogle skolesystemer, især i Sydøstasien, betragter PISA som et verdensmesterskab der gerne skal vindes, mens flere vestlige lande tager mere afslappet på PISA.” (Egelund, 2011, side 63).

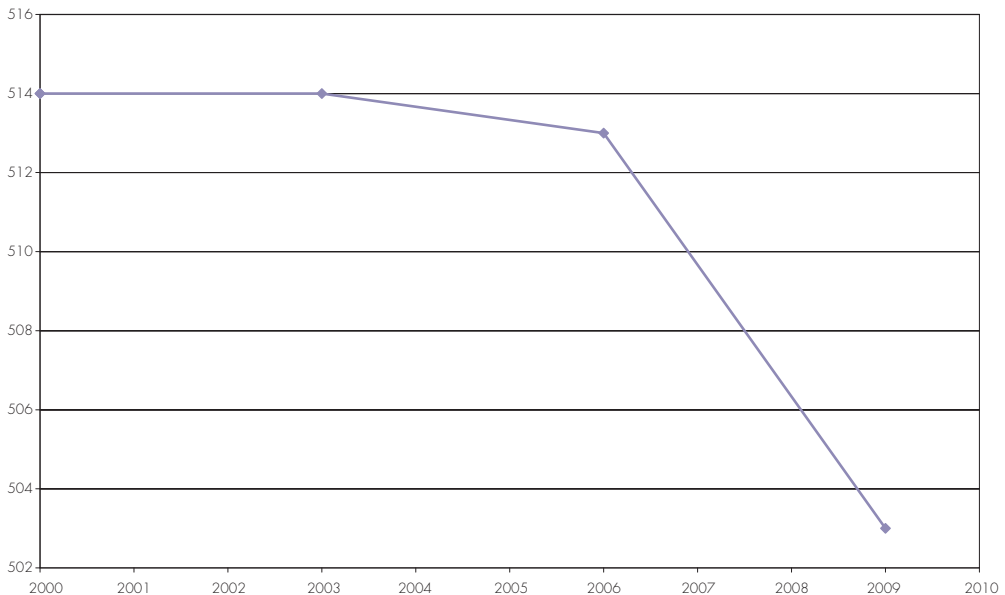
3 Det danske PISA-konsortium består af DPU, SFI og AKF. Konsortiet er beskrevet i PISA-rapporterne.

Udvikling i matematikscoren

I den netop udgivne PISA-rapport er der vist en meget overraskende udvikling i scoren for domænet matematik. Udviklingen er vist i nedenstående figur 1.

Efter stort set uforandrede målinger på 513-514 i en periode omfattende ni år er der i 2009 sket et signifikant fald ned til 503. "Der er tale om en signifikant tilbagegang i de danske elevers præstationer fra 2006 til 2009 på 11 point" (PISA, 2009, s. 88). Der er tale om en overraskende og uventet ændring for Danmarks vedkommende. Ikke mindre er overraskelsen når man sammenstiller med udviklingen for læsning. Angående læsning fremhæver PISA-rapporten følgende: "... så har variationen i det danske gennemsnit været så lille, at den ikke er signifikant – resultaterne kan derfor ikke siges at afvige fra hinanden. Danske 15 åriges læsefærdigheder har altså, som vi også så det ovenfor, ikke ændret sig mellem 2000 og 2009" (PISA, 2009, s. 42). Endelig er der om naturvidenskab konstateret følgende: "I forhold til PISA 2006 ligger de danske elever i 2009 på et talmæssigt lidt højere, men ikke statistisk signifikant niveau. Det kan dermed konstateres, at den ganske markante stigning, der var sket i 2006 i forhold til 2003 og 2000, har holdt sig" (PISA, 2009, s. 121). Så man står med en uændret score i læsning i hele perioden (på 12 år), en uændret udvikling i forhold til 2006 inden for naturvidenskab og en markant tilbagegang for matematik efter tre perioders fuldstændig stabilitet.

Fig 1 . Udvikling i PISA score (matematik)



Og hvad siger PISA-rapporten om dette? Forholdsvis lidt. I PISA-rapporterne bliver eleverne inddelt i seks kategorier baseret på deres score. De enkelte kategorier sammenstilles på tværs af de nordiske lande. Men det er svært at uddrage en egentlig holdbar konklusion af denne sammenligning. Der omtales også de "parallelle" PISA København-rapporter⁴. Men her er det vanskeligt at afgøre om udviklingen i disse rapporter er i overensstemmelse med udviklingen i de landsdækkende PISA-rapporter.

Der synes ikke at være nogen umiddelbar forklaring på det klart signifikante fald i matematik. Endvidere er der i rapporten kun fokuseret på kvantitative opgørelser. Der er ingen didaktiske analyser af opgaverne, herunder sammensætning/oversættelse af opgaver. Det er selvfølgelig vanskeligt at lede efter noget man ikke kender, men det må påhvile konsortiet at man bruger en del ressourcer på at lede efter forklaringer på en så dramatisk ændring.

Ej heller i Lindenskov & Weng (2011) er der nogen særlig omtale af at Danmark er faldet signifikant. Her kunne man ellers forvente at der havde været fokuseret på de kompetencer/domæner hvor faldet havde været størst. Derimod er der fokusering på at andelen af de bedste elever (især drenge) er blevet mindre (Lindenskov & Weng, 2011, s. 62). Stikprøven i 2009 er væsentlig større end de foregående tre undersøgelser. Stikprøven i 2009 er på 5.924 mod ca. 4.200 de foregående år. Udvidelsen er sket ved at man i PISA 2009 har lavet en oversampling af elever med anden etnisk baggrund end dansk (PISA, 2009, s. 188). Elever med anden etnisk baggrund scorer (som i stort set alle andre lande) lavere end de etniske danskere. Man spekulerer derfor som læser på om det er denne oversampling der bevirker at andelen af gode elever er mindsket. Der står desværre ikke noget specifikt om dette.

I Egelund (2011) står der "Ved testen i 2009 er vi gået en smule tilbage i matematik". Dette er mildt sagt en underdrivelse. Nedgangen fra 513 til 503 er ikke en smule, og frem for alt er nedgangen som tidligere nævnt (også i PISA-rapporten) signifikant. Dette må man forholde sig til⁵. Senere skriver Niels Egelund så: "Tilbagegangen i matematik i 2009 kan måske skyldes at mundtlig matematik ikke længere indgår i afgangsprøven, men indtil videre afventer vi resultaterne af den kommende testning i 2012 før vi kommer med mere bastante forklaringsmodeller". Dette må siges at være noget nonchalant – skal den undrende nation blot sidde stille i flere år før man påbegynder arbejdet med at forklare faldet?

4 PISA København laves også hvert tredje år, første gang i 2004. Rapporten fra 2010 forventes at udkomme medio 2011.

5 Hvis ændringen var gået i modsat retning, ville Danmark have haft samme niveau som Japan og være det tredjebedste land i Europa, kun overgået af Finland og Schweiz/Liechtenstein.

Klassestørrelser

I den aktuelle PISA-rapport er der et afsnit om klassestørrelser og læsefærdigheder. Begrundelsen for dette afsnit er at "Klassestørrelse er også en omdiskuteret parameter i debatten om, hvordan vi forbedrer de danske elevers faglige præstationer" (PISA, 2009, s. 174).

Man har så valgt at se på en såkaldt "dosisrespons"-model. Responsen er her PISA-scoren. PISA-scoren skal jo reflektere ca. ti års læring i skolen. Det vores elever kan præstere i 9. klasse, er et produkt af ca. ti års skolegang. Som forklaringsvariabel (dosisvariabel) har man valgt at bruge klassestørrelsen i 9. klasse (i dansktimerne). Dette er ikke rimeligt. 9.-klasserne er et klassetrin hvor man ofte enten vil slå klasserne sammen eller dele klasserne. En af årsagerne er at mange elever eksempelvis vælger efterskole i 9. klasse, og dette påvirker selvfølgelig klassestørrelsen. Så der er en meget stor sandsynlighed for at små 9.-klasser dækker over at mange af eleverne tidligere i skoleforløbet har været i en stor klasse, og omvendt. Så størrelsen "Antallet af elever i 9. klasse" kan ikke bruges som en variabel der vurderer antallet af elever i klassen over for udbyttet af klasseundervisningen.

Lad mig give to yderligere eksempler: Antag at man laver en undersøgelse blandt lungecancerpatienter (altså patienter der har fået konstateret lungecancer), og man spørger dem om de ryger nu. Så vil langt hovedparten af patienterne formentlig svare nej, da de er holdt op med at ryge. Bruger man alene disse oplysninger, vil man komme frem til at rygning ikke er korreleret med lungecancer. Præcis fordi man ikke spørger til historien når man skal undersøge en kumuleret effekt. Tilsvarende hvis man spørger personer om de har kæledyr (hund eller kat, eksempelvis), og samtidig spørger om de lider af allergi. Personer der ikke har allergi, vil have mulighed for at kunne holde kæledyr. Men konklusionen er ikke at kæledyr modvirker allergi⁶.

Næste punkt er så at opgøre hvor oplysningen om antallet af elever i klassen kommer fra. Det naturlige valg ville da være at spørge skolens ledelse hvor mange elever der er i klasserne.

Her kan det konstateres at der i skolelederskemaet ikke stilles spørgsmål om klassestørrelse. Der stilles derimod spørgsmålne:

Antal indskrevne elever pr. 1. februar 2009 (drengene og piger) (spørgsmål 6).

Hvad er det samlede antal elever i 9. klasse på skolen? (spørgsmål 10a).

Ingen af disse spørgsmål kan umiddelbart bruges til at fortælle om antallet af elever i den enkelte 9.-klasse.

I elevskemaet stilles derimod følgende spørgsmål:

⁶ For et års tid siden (sommeren 2010) hørte jeg faktisk denne konklusion i en radioavis. Jeg glemte desværre at notere den præcise dato.

Hvilket klassetrin er du på? (fx 8. eller 9. klasse). Skriv klassetrin (spørgsmål 1).
Hvor mange elever er der i gennemsnit i din klasse i dansktimerne? (spørgsmål 35).

Så det kan konstateres at det internationale PISA-konsortium ikke har ønsket at indsamle oplysninger om hvilken klasse den enkelte elev går i – man har kun spurgt til klassetrin. Muligvis i erkendelse af at denne oplysning (den specifikke klasse på skolen) ikke er brugbar i dette design. Det danske PISA-konsortium har valgt at bruge "... svar fra eleverne om det gennemsnitlige antal elever i deres dansktimer." (PISA, 2009, s. 174). Dette spørgsmål har ca. 5 % af eleverne ikke besvaret. De øvrige besvarelser er mellem 2 og 50. Der er altså elever der mener at der i gennemsnit er 50 elever til stede i dansktimerne, og tilsvarende findes der elever der mener at kun 2 elever er til stede i dansktimerne. Når man vil analysere klassestørrelser, så forventer man – som læser – at elever der går i samme klasse, også bliver målt på samme måde (hvad størrelsen af klassen angår). Dette er ikke muligt da man ikke har spurgt til hvilken klasse eleven går i. Man ved kun hvilken skole eleven går i, og hvilket klassetrin de er på. Hvis der er flere klasser på skolen, bliver dette ikke registreret. Det danske PISA-konsortium har udarbejdet en fordeling af elever efter klassestørrelse. Den præcise konstruktion af denne klassestørrelse mangler. En formodning kunne være at man har brugt gennemsnittet af elevernes svar (inden for den pågældende skole). Hvis dette er tilfældet, så får alle elever på samme skole (uanset hvilken klasse de går i) registreret den samme klassestørrelse. Dermed er der fuldstændig overensstemmelse mellem skolen og klassestørrelsen. Kender man skolen, så ved man også hvilken klassestørrelse eleverne er registreret for. Så den pågældende analyse hvor man ser på klassestørrelse, er i virkeligheden en analyse af hvordan skolen er registreret.

Den samlede konklusion på ovenstående analyse er at den ikke skulle være blevet foretaget på dette grundlag. Det er muligt at rapporten ikke skal være en videnskabelig produktion, men de metoder der bruges, skal have et videnskabeligt fundament. Dette synes ikke at have været tilfældet her.

Afslutning

Undervisning og skolegang er overordentlig vigtige indsatsområder for en moderne velfærdstat. Det er derfor meget forståeligt og helt legitimt at regering og Folketing har besluttet at Danmark skal deltage i de internationale PISA-undersøgelser. Men kravene til det konsortium der skal udarbejde undersøgelsen og den efterfølgende rapportering, er omfattende. Et konsortium der skal udføre en så vigtig undersøgelse som PISA, må være indstillet på at der stilles kritiske spørgsmål, samt at konsortiet som minimum kan:

- opstille modeller der er relevante for problemstillingen, og som samtidig er baseret på videnskabelig litteratur (modellen vedr. klassestørrelse opfylder ikke dette)
- forsøge at beskrive og forklare dramatiske udviklinger ikke mindst i et så vigtigt domæne som matematik.

Hvis konsortiet ikke kan leve op til ovenstående klare standarder, vil der uundgåeligt brede sig en opfattelse af at PISA-rapporter er et bestilt arbejde, og dette vil ikke fremme debatten om hvordan vi stadig kan forbedre uddannelserne i Danmark. Niels Egelund konstaterer at “Mange lærere ønsker sikkert PISA hen hvor peberet gror” (Egelund, 2011). Dette er muligvis rigtigt, men det bør ikke afholde det danske PISA-konsortium fra at fokusere på kvaliteten i rapporterne. Der synes at være rigelig plads hertil.

Referencer

Danielsson, E. (2011). PISA naturfag 2009. *MONA*, 2011(1), s. 66-72.

Regeringen. *Danmark 2020*. Lokaliseret den 1. august 2011 på: www.stm.dk/publikationer/arbprog_10/Danmark%202020_viden_vaekst_velstand_velfaerd_web.pdf.

Egelund, N. (2011). PISA (Programme for International Student Assessment) – 2009. *MONA*, 2011(1), s. 58-65.

Lindenskov, L. & Weng, P. (2011). Matematikken i PISA i didaktisk perspektiv. *MONA*, 2011(2), s. 56-69.

PISA. (2009). *PISA 2009. Danske unge i en international sammenligning. Bind 1 – Resultatrapport*. DPU, december 2010, Egelund, N. (red.). Lokaliseret den 1. august 2011 på: www.ktst.dk/skolen/~media/Styrelsen/internationalt/PISA%20dec%202010/Resultatrapport.ashx.

Fra redaktionen: Vi bringer et svar fra Niels Egelund i næste nummer af MONA

Kejserens nye klæder?



Mette Boritz, *Nationalmuseet*

Kommentar til artiklen "Hvordan designer man historier?" i MONA, 2011(2), s. 23-35

På Nationalmuseet har vi i mange år og i mange sammenhænge anvendt det narrative som formidlingsgreb, både i udstillinger, i teaterstykker og på Facebook, men nok i særlig grad i relation til undervisningen. Resultaterne af disse forskellige tiltag peger på at "den gode fortælling" eller det at bruge fortællingen kan være et meget virkningsfuldt middel til at få børn og unge engageret i forhold til museets udstillinger og øvrige virksomhed, hvilket der i det følgende vil blive sat fokus på.

Et hjælpende lag i udstillingerne



I 2006 havde Nationalmuseet en særudstilling med titlen "Tycho Brahes verden". For netop at gøre denne udstilling mere tilgængelig for børn blev der indføjet et særligt børnespor i udstillingen beregnet på de 6-12-årige. Idéen var at lade Tycho Brahes dværg, Jeppe, være børnenes guide. I 1590'erne havde der nemlig boet en dværg ved navn Jeppe på Hven, som man bl.a. kan læse nogle små, anekdoteprægede beskrivelser om i Ole Worms breve fra 1648-53. Bl.a. hedder det sig at når Tycho Brahe spiste middag, sad Jeppe ved hans fødder og pludrede uafbrudt. Det lå derfor lige for at lade Jeppe fortælle stort og småt, trist og sjovt om den store videnskabsmand Tycho Brahe og hans bedrifter,

da narrens rolle netop er at svinge mellem det sjove eller underholdende og det fornuftige og skarpsindige. Ved hjælp af en række afskærmede højtalere kunne man høre ham fortælle om alt fra spændende laboratorieforsøg, alkymisme og stjernekyndere til kattejammermusik og drabelige dueller. For at høre disse fortællinger måtte man dog først finde Jeppe i udstillingen. Syv steder var han blevet genskabt i helfigur (1:1), iklædt tidens mode, og skuespilleren Lars Knutzon havde været så venlig at lægge stemme til den lille Jeppe. Børnene kunne selv vælge i hvilken retning de ville gå, og hvor meget de ville høre. To poster kunne måske være nok til at give dem en lille oplevelse og evt. skærpe deres nysgerrighed og lyst til at se på udstillingen og dens genstande.

En evaluering af dette narrative tiltag rettet mod børn viste at alle de børn som havde fulgt børnesporet, syntes det var skægt. De yngste syntes det var sjovt at finde Jeppe. De lidt ældre mente historierne var spændende, og gav udtryk for at det gjorde udstillingen meget bedre, ligesom de fandt Jappes historier sjove og meget lærerige. En af kommentarerne var: "... det er rart at høre noget når man har gået rundt og kigget. Jeppe, han er sjov". Voksne som fulgtes med børn, var gennemgående på museum på børnenes præmisser og lod sig derfor velvilligt trække rundt i udstillingen i jagten på Jeppe og historierne. Størstedelen gav udtryk for at Jeppe gjorde udstillingen mere levende for børnene, og at historierne var et godt supplement til resten af udstillingen. Men selvom Jeppe var rettet mod børn, var der også voksne uden børn som lod sig fange af historierne. De fremhævede bl.a. at det var et godt afbræk i udstillingen, et pusterum hvor de kunne blive ladet op og lade sig underholde. Nogle hørte historierne for at få det hele med i udstillingen og brugte dem som et supplement til kataloget. Det var derfor heller ikke alle som bemærkede at Jeppe var et specielt børnespor. Med hjælp fra Jappes opdigtede fortællinger kunne man konkludere at både børn og voksne er åbne for en god fortælling når de går på museum – en fortælling som bidrager til at gøre en udstilling tilgængelig på en anderledes, men også underholdende måde.

At gøre fortiden tilgængelig

Et spørgsmål der ofte stilles på de kulturhistoriske museer, er: Hvordan gør vi historien mere tilgængelig, og hvordan får vi børn og unge til for alvor at interessere sig for museernes udstillinger og samlinger? Mulighederne er mange, men et af de centrale omdrejningspunkter i arbejdet på Nationalmuseet har været at arbejde enten med greb eller emner som eleverne umiddelbart kan identificere sig med, eller at relatere det de ser til noget de kender i forvejen. Som den amerikanske pædagogiske tænker John Dewey i flere af sine bøger har gjort opmærksom på, er det ikke nok i sig selv at stille viden til rådighed for børn. Hvis man vil have børnene eller eleverne til for alvor at interessere sig for eller tilegne sig denne viden, så kræver det at stoffet der arbejdes med, på en eller anden måde spiller sammen med elevernes erfaring (Dewey, 2005;

2008). Ud fra Deweys betragtning er det vigtigt at børn i et eller andet omfang kan relatere sig til det de skal beskæftige sig med. Det er netop her at man til tider med fordel kan træde til med en god fortælling.

Det virkningsfulde eventyr

I undervisningen på Frilandsmuseet såvel som på Nationalmuseet inddrages sagn og eventyr ofte i undervisningsøjemed. Ikke konstruerede og nydigtede historier, som det var tilfældet med Jeppest, men originale gamle folkeeventyr og sagn eller eventyr af bl.a. H.C. Andersen der har skrevet adskillige eventyr som er gode at inddrage når der fx arbejdes med guldalderen. Når museernes undervisere tyr til eventyrene under elevernes besøg på museerne, tjener det gerne flere formål. Dels er eventyr og sagn en del af en folkelig tradition som der også kan være en pointe i at lære noget om. Dels tjener de som en god måde at underbygge en faglig pointe på. I brødrene Grimms eventyr "De tre spindersker" bliver der fx spundet hør så læben hang, og tommelfingeren blev stor. Præcis dette eventyr bliver ofte fortalt når eleverne undervises om brugen og forarbejdningen af uld og hør – noget som kan synes meget abstrakt og for nogle elever også lidt uvedkommende. Men er deres tanker fløjet andre steder hen, og koncentrationen ved at være sluppet op, så sker der noget næsten magisk når underviseren begynder på eventyret. Observerer man eleverne, kan man se at de med ét atter retter blikket mod underviseren, men også at de synes at slappe af. Den sagte hvisken i krogene forstummer, og eleverne lytter gladelig med. For i eventyr er der ikke bare noget genkendeligt, en formidlingsform som eleverne let og umiddelbart kan relatere sig til. Det er også helt tydeligt at eleverne forbinder dét at høre et eventyr med noget behageligt, noget de har lyst til at høre. Opgaven for underviserne kommer til gengæld til at bestå i at få integreret og brugt eventyret målrettet og fremadrettet i undervisningen så det netop ikke forbliver underholdning i en undervisningssituation.

En hjælp til både elever og museum

Det er de færreste udstillinger der på de kulturhistoriske museer bliver skabt med børn som den primære målgruppe. Derfor ligger der ofte en stor opgave i at gøre udstillingerne relevante og nærværende i en undervisningssituation. Det er ikke nødvendigvis elevernes skyld hvis de ender med at rende forvildede fra udstillingsrum til udstillingsrum og trykke på knapper. Hvis eleverne ikke ved noget om det de skal se, og ikke har nogen knager at hænge det sete op på, er det måske dér hvor der skal sættes ind. Her kan et godt undervisningsmateriale netop vise sig at være en hjælp, ligesom materialet om "Kejseren der troede sine egne øjne" der netop benytter sig af træk fra eventyrets verden. Et egentligt folkeeventyr er det ikke da det ikke benytter

sig af de karakteristika som netop kendetegner “de rigtige” folkeeventyr. Alligevel er der dog ingen tvivl om at eleverne vil tage fortællingen til sig som et eventyr.

En af de allersværeste ting ved museumsbesøgene er at sikre at besøgene ikke kommer til at stå som en foreteelse som ikke inddrages yderligere i undervisningen – en problematik som flere forskere har arbejdet med. Men erfaringerne fra Nationalmuseet giver dog også et fingerpeg om at et sjovt og spændende undervisningsmateriale ikke altid er nok i sig selv. Mange skoler benytter sig ikke nødvendigvis af undervisningsmateriale selvom de er gratis. Her må man som institution trøste sig med at man i det mindste har forsøgt at stille optimale muligheder til rådighed for at eleverne kan få et godt besøg. Men museerne må også når det kommer til undervisningsmateriale, af og til gribe i egen barm og erkende at man indimellem er for seriøs på elevernes og klassernes vegne. Antallet af timer i historie, natur/teknik og andre lignende fag er yderst begrænset. Samtidig magter børn i de mindste klasser ofte kun at læse én side fra undervisningsgang til undervisningsgang. Med andre ord kan der i nogle af de flotte materialer som museerne tilbyder, være undervisningsstof til et helt skoleår blot om ét emne.

Den personlige historie



På Nationalmuseet arbejder vi en del med den personlige narrative fortælling. Nogle gange er der, ligesom i Experimentariums tilfælde, tale om rent opdigtede, fiktive personer. I 2010 slog museet bl.a. sine folder på Facebook i et halvt år, med udgangspunkt i den fiktive unge borgerskabspige Ida Charlotte som vi “legede” kom til København i 1772 (Boritz et al., 2011). Dag for

dag skrev hun til sine venner på Facebook om livet som det formede sig i 1772, og som hun oplevede det. Gennem disse skrivelser blev 1700-tallet langsomt vakt til live – dels gennem fiktion (Ida Charlotte, hendes familie, venner og personlige oplevelser var fiktive), dels gennem fakta (hentet fra historiske kilder, genstande m.m.), idet hun oplevede mange af de ting som reelt skete i København i 1772, bl.a. Struensees henrettelse. Projektet om Ida Charlotte på Facebook var det vi kaldte en faktionsleg. Faktion er et begreb som er kendt fra bl.a. tv og betegner et produkt som bygger på både fakta og fiktion. Virkelighed og historisk realitet blandes her med opdigtede figurer, hændelsesforløb og steder. Både fakta og fiktion kan noget, men også noget forskelligt når det handler om at engagere folk i forhold til kulturhistorien. En fiktiv person kan frit

tillægges følelser, tanker, værdier og handlinger. Med den fiktive Ida Charlotte kunne der digtes og dramatiseres mere frit – en digtning som dog foregik på så plausibelt et grundlag som muligt. Ved at forbinde faktionsbegrebet med “leg” indikeres en uformel aktivitet, men samtidig også et fokus på aktivitet. En invitation til leg er en opfordring til et samvær der bygger på gensidighed og udfordrer til kreativitet. Hele intentionen med projektet var at de der fulgte Ida Charlottes liv og færden, ikke skulle være passive beskuere, men have mulighed for også aktivt at deltage. Ønsket var at de, som brugere, skulle være med til at skabe historien – med deres spørgsmål, kommentarer, interesser og valg. Projektet har med andre ord haft aktiv brugerinddragelse og deltagelse som målsætning. Målgruppen var unge kvinder, dem vi ikke så ofte ser på museerne. Da projektet om Ida Charlotte blev evalueret, pegede de over 200 besvarelser af PollDaddy-undersøgelsen på at netop det at kunne leve sig ind i 1700-tallet via den fiktive Ida Charlotte havde været noget af det bedste. “Det at blande fakta og fiktion fungerede rigtig godt,” skrev en. “Fortsæt med at lege 1700-tal,” skrev en anden.

At turde lege

Måske er det dét det hele handler om. At vi på museerne indimellem tør lege, og at vi tør fortælle en god historie uden at være bange for at elever, lærere eller andet godtfolk skal betragte det som sukkerglasur, som useriøst eller unødvendigt: en frygt som folkene bag Experimentariets undervisningsmateriale “Kejseren der troede sin egne øjne” imellem linjerne synes at give udtryk for. For tænk om det skulle gå ligesom det gik kejseren i H.C. Andersens kendte eventyr om kejserens nye klæder. Tænk hvis nogen kom til at tro at man som kulturinstitution ikke “havde noget tøj på”, forstået som ikke havde den faglige viden i orden og ikke var den seriøse vidensinstitution man ellers giver udtryk af at være. En frygt der i reglen bliver manet i jorden når brugerne selv får lov at give deres besyv med. Flere år efter udstillingen om Tycho Brahe kom en klasse en dag ind i et af Nationalmuseets undervisningslokaler hvor en af Jeppefigurene levede en lidt hengemt tilværelse i et hjørne. Men idet klassen kom ind, fik flere af børnene staks øje på ham, og en af pigerne råbte spontant og begejstret “Jamen det er jo Jeppe!” hvorefter han straks blev foreviget på hendes mobiltelefon. Den lille historiefortæller havde åbenbart sat sig dybe spor.

Referencer

- Boritz, M., Ramsing Jensen, M., Jensen, C.S.H & Lund-Andersen, I. (2011). Digital levendegørelse – 1700-tals faktionsleg på Facebook. *Nordisk Museologi*, 2011(1), s. 60-80.
- Dewey, J. (2005/1915). *Demokrati og Uddannelse*. Aarhus: Klim.
- Dewey, J. (2008/1938). *Erfaring og opdragelse*. København: Hans Reitzels Forlag.

Udviklingen indeni eller udenfor?



Henning Westphael,
Læreruddannelsen i Århus,
VIAUC

Kommentar til artiklen "Elevens faglige udvikling i matematiske klasserum" i MONA, 2011(2).

Indledning

I gennemlæsningen af Thomas Kaas' artikel "Elevens faglige udvikling i matematiske klasserum" slog det mig hvorledes han i høj grad valgte at fokusere på det sociale perspektiv i Coop & Yackels sociokulturelle læringsteori. Det er selvfølgelig kun naturligt at gøre ekstra ud af at præsentere det ikkesædvanlige perspektiv, jf. kortlægningen i forbindelse med projektet (s. 20). Men med det stærke fokus på den sociale del kan man spørge sig selv hvorvidt den psykologiske side af Copp & Yackels teori har noget særligt at tilbyde. Behøver vi at referere til det der er inde i eleven? Kan vi ikke nøjes med at forholde os til det uden for eleven?

Enkelte steder i artiklen, særligt i præsentationen af det teoretiske grundlag, bliver der refereret til det psykologiske perspektiv. På side 20 angives det psykologiske perspektiv som et nødvendigt, men ikke tilstrækkeligt perspektiv, hvilket også for mig at se er artiklens hovedpointe:

"Det giver med andre ord ikke mening at fastholde et rent psykologisk, individuelt perspektiv på en analyse af elevens begrebsmæssige faglige udvikling i et klasserum – det individuelle, psykologiske perspektiv må sammentænkes med det sociale perspektiv"

Jeg vil i det følgende diskutere disse to perspektiver og søge at argumentere for et sociokulturelt perspektiv.

Hvordan kan vi gøre rede for elevernes faglige udvikling?

Overskriften er et kondensat af et af spørgsmålene der drev undersøgelsen bag Kaas' artikel. Valget af teoretisk fortolkningsramme er som nævnt Copp & Yackels

bud på en socialkonstruktivistisk tilgang. Valget er truffet ud fra tre grundpositioner omhandlende opfattelse af faget matematik, læringsteoretisk position og antagelser omkring matematikundervisning. Grundpositionerne er svar på hvad Tine Wedege vil kalde *“de tre konstituerende spørgsmål”* der former et valgt teoretisk perspektiv (Wedege, 2006). Tilgangen er beskrevet i artiklen som værende et forsøg på at sammentænke *“et psykologisk og et socialt perspektiv på klasserummet”* (s. 8).

Mange har kritiseret denne sammentænkning, blandt andre Anna Sfard der trækker det meget skarpt op når hun siger at det grundlæggende handler om hvordan man opfatter menneskers individuelle forskellighed (Sfard, 2008). Man kan vælge at beskrive forskelligheden ud fra biologiske faktorer, således at også en matematikfaglig udvikling beskrives som biologiske forandringer, eller man kan vælge at beskrive forskelligheden ud fra en antagelse om at mennesker grundlæggende er sociale væsener der hele livet deltager i aktiviteter med andre, hvorved den matematikfaglige udvikling beskrives som en ændring i måden den enkelte deltager i disse aktiviteter på (Sfard, 2008).

Kaas giver kun et argument for også at opretholde et psykologisk perspektiv:

“... men hans faglige udvikling er samtidig et resultat af en personlig konstruktionsproces – ellers ville det være svært at forklare hvorfor alle elever i klassen ikke har haft den samme faglige udvikling som Villy” (s. 20), hvilket er et dårligt argument. Selvfølgelig sker der en biologisk udvikling og forandring af os mennesker hele tiden, men det er en misforståelse at man ud fra et socialt (sociokulturelt) perspektiv ikke kan se på den enkelte elev og dennes faglige udvikling. Der er talrige eksempler på det, men lad mig blot henvise til artiklen *“Matematik er noget man bruger til at lave lektier med”* i *MONA*, 2009(2), af Alrø, Skovsmose & Valero (2009), hvor fokus er på enkelte elevers manglende mening med matematikken i relation til et liv uden for skolen. Matematikken opleves ikke af eleverne som en del af deres forgrund, hvilket kan være medvirkende til en manglende faglig udvikling hos dem.

Pointen er at for at kunne *“se”* det der sker i klasserummet, er vi nødt til at kigge ud over klasserummet.

Hvorfor ikke gå hele vejen?

Pladsen er for kort til at præsentere et egentligt sociokulturelt perspektiv her, men for at give et eksempel vil jeg vise hvordan et ændret perspektiv på lærerens rolle kan være med til at tydeliggøre lærerens ansvar som indfører i en matematikholdig praksis, hvad enten den kaldes hverdagsmatematik eller videnskabsmatematik.

Når der i artiklen tales om at der i klassen løbende forhandles sociomatematiske

normer (s. 11), så er forhandling i citationstegn. Er det fordi forfatteren godt ved at der ikke er tale om en egentlig forhandling? Der er (forhåbentlig) ikke megen faglig ligeværdighed imellem lærer og elever i den "forhandling". Det bliver også senere hen i artiklen til at læreren "guider klassens sociomatematiske normer" (s. 16).

Ved at tale om en forhandling fjernes fokus fra at læreren er den der ved! Viden, skal det nævnes, i sociokulturelt perspektiv er IKKE en personlig ting lagret i hovedet hos den enkelte, men i stedet for knyttet til argumentation og handling som er noget der sker MELLEME mennesker (Säljö, 2000).

Det er et stort ansvar at være den vidende. Det er et ansvar både over for eleverne og over for den viden man repræsenterer. Lærerens ansvar over for eleverne er at de igennem argumentation og handling med læreren og med hinanden får mulighed for at deltage i matematikfagets forskellige praksisser gennem relevante aktiviteter tilrettelagt af læreren. Det er et stort ansvar, det ved vi alle. Men læreren har også et ansvar over for den matematikpraksis de enkelte aktiviteter repræsenterer. Den praksis er konstitueret som en del af det sociale liv læreren og eleverne er en del af, og som eleverne skal indføres yderligere i gennem skolen. Derved rører vi ved noget helt centralt i forhold til begrebet fagfaglighed. Det må være at man som lærer gennem egen deltagelse i matematikholdige praksisser demonstrerer, vedligeholder og udvikler indsigt i de praksisser man skal indføre eleverne i. Man skal som lærer være sig bevidst at man selv bruger matematik uden for klasserummet, for at kunne agere som lærer i klasserummet.

Ud over at sætte fokus på en anderledes faglighed kan dette perspektiv også i højere grad støtte læreren i den daglige undervisning. I artiklen er anbefalingen til læreren et større fokus på udviklingen af de sociomatematiske normer (s. 21) som støtte for elevernes faglige udvikling, men hvordan gør man? I eksemplet med brugen af taltavler til udregning af additionsstykker uden tierovergang faldt det undervisningsmæssigt ikke så heldigt ud i forhold til at arbejde med tierstænger og enerklodser. Analysen med fokus på de sociomatematiske normer viste at normerne repræsenterede et fokus på matematik som et fag hvor det handlede om at huske metoder og lave opgaver rigtigt, hvilket ikke var det intenderede fra lærerens side. På den led bliver de sociomatematiske normer blot en indikator på at noget er anderledes end det læreren ønskede, men det synes ikke i artiklen at være særlig handlingsanvisende.

Deltagelsen i en praksis som et centralt perspektiv

Nu ved jeg naturligvis ikke hvad der faktisk er foregået i undervisningen. Jeg har kun transskriberingerne i artiklen at tale ud fra, så jeg vil ikke påstå at nedenstående fortolkning har forrang for forfatterens, men jeg medtager den for at eksemplificere at der kan være mere at sige som kommer tættere på lærerens muligheder for at understøtte elevernes udvikling. I et sociokulturelt perspektiv kunne man fx vælge at se

på deltagelsen i tre forskellige praksisser der involverer addition: brug af tierstænger og enerklodser, brug af talsymbolerne og "skridt" på en taltavle. Bemærk hvordan forskellige talrepræsentationer indgår i de tre praksisser: klodser og stænger, talsymboler og placering på en taltavle. Særligt den sidstnævnte ser man stort set ikke andre steder end i et matematikklasseværelse.¹ Når vi bruger tal og regner med tal, er det ifølge Anna Sfard udtryk for en objektivisering af en tælleproces (Sfard, 2008). Frem for hver gang at skulle tælle til 17 og 12 tal videre kan vi ved brug af forskellige talrepræsentationer og additionsoperationer med enere og tiere få det til 29, hvilket er en stor lettelse i hverdagen. En side af objektiviseringen af tal er at kunne håndtere tiere som repræsentation for det at tælle til ti. I de tre forskellige praksisser er der forskellige former for objektivisering af "tieren" relateret til de forskellige talrepræsentationer: Tierstængerne er en meget konkret objektivisering af det at tælle til ti: Ti klodser er limet sammen. I brugen af talsymbolerne ligger en del af objektiviseringen i positionssystemet – at tallene tæller noget forskelligt alt efter hvor de står. Kaas taler om "meningsindholdet i tallene" (s. 18 og 19), hvilket jeg forstår som en reference til positionssystemets betydning. I forbindelse med taltavlen er den tilsvarende objektivisering at "skyde genvej" ved hjælp af tierskridt. Nu kan vi se at elevernes deltagelse i de forskellige praksisser må være forskellig i relation til hvor langt de er i objektiviseringen af tallene, og i hvor høj grad de kan se sammenhænge mellem de forskellige praksisser. Eleverne kan tilsyneladende se en lighed mellem klodser/stængerpraksissen og talsymbolpraksissen (eksempel s. 17), men ikke nødvendigvis mellem de forskellige former for objektivisering. Arbejdet med at tælle i tiere fx på taltavlen vil derfor være et godt sted at sætte ind for læreren.

Udenfor frem for indeni

Ved overhovedet at inddrage sociale perspektiver på klasserummet i analyse af elevers faglige udvikling er et stort skridt taget i en retning hvor vi ikke nøjes med et forsøg på at kigge ind i eleverne, men min pointe ovenfor er at det ikke er nok. For at kunne "se" elevers udvikling inde i klasserummet er vi også nødt til at inddrage perspektiver uden for klasserummet. Det sociale perspektiv må være større end blot det enkelte klasserum. Over de seneste to årtier har flere og flere valgt et sociokulturelt perspektiv på matematikundervisningen, hvor mening, tænkning og ræsonnement er produkter af sociale aktiviteter (Lerman, 2006) til forskel fra mentale entiteter. Det er ikke ønskeligt at blande de to perspektiver sammen (Lerman, 2006), og i valget mellem de to er jeg af den overbevisning at den sociokulturelle tilgang har mere at byde på.

1 Det er almindelig praksis ved optælling at samle i bunker og tælle bunkerne, hvilket er pointen med tierstængerne, hvorimod jeg kun kan komme på banko som en mulig praksis uden for matematiklokalet der kan siges at udnytte tierskridt på en taltavle.

Referencer

- Alrø, H., Skovsmose, O. & Valero, P. (2009). Matematik er noget man bruger til at lave lektier med. *MONA*, 2009(2), s. 7-20.
- Kaas, T. (2011). Elevers faglige udvikling i matematiske klasserum. *MONA*, 2011(2), s. 7-22.
- Lerman, S. (2006). Cultural Psychology, Anthropology and Sociology: The Developing "Strong" Social Turn. I: J. Maasz & W. Schloeglmann (red.), *New Mathematics Educations Research and Practice* (s. 171-188). Rotterdam: Sense Publishers.
- Sfard, A. (2008). *Thinking as Communicating*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Säljö, R. (2000). *Læring i praksis*. København: Hans Reitzels Forlag. Oversat til dansk i 2003 af Bjørn Nake.
- Wedegge, T. (2006). Hvorfor staves problematik med q? – Hvad, hvordan og hvorfor i matematikkens didaktik. I: O. Skovsmose & M. Blomhøj (red.), *Kunne det tænkes? – om matematiklæring* (kapitel 16). København: Malling Beck.

Litteratur

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

En vidunderlig bog om is



Bjørn Johanssen, *Institut for Naturfagenes Didaktik, KU*

Anmeldelse af The Fate of Greenland – Lessons from Abrupt Climate Change af Philip Conkling, Richard Alley, Wallace Broecker og George Denton, MIT Press, ISBN 978-0-262-01564-6

Introduktion

Det jeg allerbedst kan lide ved naturvidenskab, er måden vi med sikkerhed får noget at vide om vores omgivelser på. Det er ikke så meget det jeg får fortalt om naturen, jeg godt kan lide. Nej, det er de øjeblikke hvor jeg mener jeg forstår det jeg får fortalt, og opdager hvordan det ændrer mit syn på alt muligt andet omkring mig også som jeg er vild med. De øjeblikke hvor jeg inde i mit eget hoved bliver deltagende i de naturvidenskabelige opdagelser og selv opdager.

Mit bud er at de fleste andre også har det på den måde. Og at det dybest set er derfor vi underviser i naturvidenskab alle de steder vi overhovedet kan komme til det. Men vi lykkes ikke særlig godt med det. Med tiden er undervisning i naturvidenskab blevet til en fortælling om alt det vi allerede ved. Fortællingen er blevet til en formidling af fakta – de fakta vi



er helt fuldstændig stensikre på er fakta. Fakta som er blevet så integreret en del af vores kultur at det er svært at forestille sig at de kommer som nogen overraskelse for eleverne når vi endelig når til dem i vores pensum. Men det er rigtig svært systematisk at invitere elever med på de naturvidenskabelige opdagelsesrejser som vi selv har været med til, og endnu sværere at finde på noget de kan deltage meningsfuldt i så de også lærer noget af det selv. Autenticiteten plejer lidt at gå af det når vi alligevel prøver.

Men nu har MIT lige udgivet en bog

som ifølge forlagets egen beskrivelse potentielt kunne være en invitation til noget der minder om denne type naturvidenskabelige opdagelsesrejser. Det er en beretning om en rig amerikaner som på sine gamle dage hyrede de bedste klimaforskere han kunne finde. Sammen gik de om bord på den rige mands båd og tog på eventyr rundt i det grønlandske ishav for at forstå de processer der var styrende for de mange klimaforandringer jorden har gennemgået gennem tiderne.

Eventyrene er der kommet en virkelig smuk beretning ud af. Både i form og indhold. Den er udformet som en lille (20 x 20 cm) coffeetable-bog og er trykt i en kvalitet der sikrer at de mange billeder som er beretningernes omdrejningspunkt, tydeligt gengives. De fysiske, geologiske, glaciologiske, meteorologiske, oceanografiske, ja endda biologiske, kemiske og historiske teorier som sættes i spil for at forklare de fænomener som besætningen oplevede under deres rejse, er alle forklarede på en måde så man sådan med rimelighed forstår dem. Men ikke bare det. Man får også lyst til at spørge videre, og bogen giver løbende læseren de forudsætninger der skal til for at man faktisk *kan* spørge videre – eller bare kan fornøjes ved at undres. Det er helt sikkert en vidunderlig bog, egnet til efterårets regnfulde aftener eller sensommerens kølige aftentimer. En bog der går så glimrende til både portvin og rosé. Men kunne det også være en bog der kan bruges i naturfagsundervisning i gymnasiet? Som udgangspunkt for forløb om klimaforandringer i fysik, kemi, biologi

eller naturgeografi? Eller i tværfaglige forløb? Det er det jeg undersøger i denne boganmeldelse.

Kan den bruges i gymnasiet?

Det korte svar er nej. Jeg tror ikke man kan bruge *The Fate of Greenland* som undervisningsmateriale i gymnasiet. Men jeg tror helt bestemt man kan bruge bogen til at blive inspireret til sin undervisning. Det er nok de færreste af os der læser *MONA*, der rigtigt har oplevet at forske i naturvidenskab, omend de fleste af os har skrevet et speciale. Det er nok også de fleste af os der sagtens kan tåle at vores fascination for naturvidenskabens pirres. Og de fleste af os der sagtens kunne trænge til at blive mindet om hvad det nu lige er naturvidenskab er når det bliver til. *The Fate of Greenland* taler så absolut til alle disse behov.

Den er en populærvidenskabelig fortælling om palæostudier (studier af jordens fortid) som tager sit udgangspunkt i abrupte klimaforandringer og holder sit fokus der. Det helt særlige ved palæostudier, som må kunne tænde vores alle sammens interesse på forskellig vis, er at der slet ingen grænser er for hvilke videnskabsområder der overlapper og gensidigt informerer denne gren af videnskaben.

Bogen tager sit udgangspunkt i vikingetidens bosættelser på Sydgrønland, som efter at have været der i nogle århundreder pludselig bukkede under for lokale klimaforandringer og forsvandt. Argumentet er at der inden for historisk

tid er kilder til så omfattende klimaforandringer at de har haft umiddelbare og omfattende konsekvenser for et samfund. Spørgsmålet der rejser sig, er om det kan ske igen? Og specielt nu hvor vi opvarmer atmosfæren, er spørgsmålet præsent. Hvad er det der har drevet klimaforandringerne i fortiden?

Hvis man skal besvare det spørgsmål sådan nogenlunde dækkende og underholdende, bliver man nødt til at strække historien over nogle hundrede sider. Samtidig må man holde tungen lige i munden og kun oplyse læseren i det omfang det er absolut nødvendigt for at fortællingen hænger sammen. For en gymnasielærer tvivler jeg på at det kan være særlig frugtbart at sætte sine elever til at læse en sådan fortælling og så håbe på at der kommer noget godt ud af det. For man skal selv have sin lyst til at vide med for at få noget godt ud af bogen. Den mangler lige den didaktiske finesse og intention om dybde som ellers ville være kendetegnende for en god lærebog til gymnasiet. Den starter med at sætte scenen helt fint med historien om vikingerne der forsvandt, men så venter den helt til de sidste kapitler med at forholde sig til hvad bogen har med fremtidens klimaforandringer at gøre. Som litterært virkemiddel er det glimrende at vente med at afsløre pointen til sidst, men som læremiddel er det ret dumt. Skal bogen bruges i gymnasiet, vil det derfor være helt nødvendigt at læreren foretager en kritisk redaktion og i øvrigt supplerer med relevante opgaver til fordybelse i bestemte stofområder. Det letteste vil

derfor være at man som gymnasielærer læser bogen og selv bliver inspireret til et undervisningsforløb. Og det bliver man!

Klimaforandringer i bogen – kort fortalt

Den historie der fortælles i *The Fate of Greenland*, er nogenlunde følgende: Danske geofysikere har i mange år boret iskerner ud af den grønlandske indlandsis sammen med kolleger fra resten af verden. Det gør de fordi isen indeholder information om atmosfærens CO₂-indhold, nedbør, temperatur og meget andet, nydeligt stablet år for år – fra nu og hundredtusinder af år tilbage i tiden. I udgangspunktet kan man vise at der findes en helt tydelig sammenhæng mellem atmosfærens indhold af CO₂ og temperaturen på Grønland over tid. Argumentet er selvfølgelig at vi risikerer at forandre klimaet når vi fylder unaturlig meget CO₂ ud i atmosfæren.

Men noget der kom som en overraskelse for iskerneforskerne, var hvor hurtigt temperaturen har ændret sig. Vi ved at vi har haft istider mange gange, og vi kan se at istidernes periode falder sammen med jordens baneparametre. I dag er det sådan at vi oplever sommer på den nordlige halvkugle når jorden i sin elliptiske bane er længst fra solen. I løbet af ca. 11.000 år er situationen omvendt. Så har vi i stedet vinter på den nordlige halvkugle når vi er længst fra solen. Der er også andre parametre der ændres (fx jordens hældning), og alt i alt kan man regne sig frem til hvornår der i hvert fald

burde være rigtig koldt, og hvornår der i hvert fald burde være noget varmere heroppe. Det viser sig at passe med hvornår vi har haft istider, og hvornår vi ikke har. Så den er fin. Men ændringen i baneparametrene foregår langsomt og løbende over mange tusind år. Frem og tilbage, helt stille og roligt. Så det burde temperaturen på Grønland også. Men det gør den ikke. Det bliver varmere og varmere, langsomt, og så lige pludselig bliver det pissekoldt. Man kan spørge sig selv om det så bare er temperaturen på Grønland som ændrer sig, eller om det er et globalt fænomen. Og man kan spørge hvorfor søren der findes sådan et fænomen. Og det gør bogen også.

Vi kommer på ture til Nordamerika og Skandinavien og til Alperne, hvor vi i øvrigt også får at vide hvordan en bjergbestiger fik idéen til istider. Vi kommer til drypstensgrotter i Kina, ud midt i Atlanterhavet og til Antarktis. Vi får lidt at vide om atmosfærekemi, om hvordan man daterer døde træer og små krebsdyr, om hvordan man analyserer døde vikin-gers tænder for at få at vide hvad temperaturen var da de var små, og hvordan Golfstrømmen virker. Vi kommer vidt omkring, og jeg vil helst ikke afsløre for meget, for det er ret spændende alt sammen. Men det der er mest spændende, det er måden hvorpå bogen med åbenhjertig ærlighed fortæller hvordan det hele hænger sammen – og nogle gange alligevel ikke gør.

Karakteristisk for bogens form er at vi følger en tre-fire klimaforskere gennem hele deres karriere. Vi hører hvordan de

fik ret gode idéer på basis af forskningsresultater som var forkerte, men som alligevel viser sig at holde vand. Og vi hører hvordan de bogstavelig talt har siddet med svaret for deres fødder, men først fattet det årtier senere. Helt basalt får vi fortællingen om hvordan naturvidenskabelig forskning bliver til. Og den bliver til når man går ud og kigger på naturen, virkelig betragter den – og undres.

En bog til en studiekreds

Vi andre er ikke altid så heldige som bogens forfattere. Vi kender ikke nogen der har en milliard dollars at bruge på at tage rundt og kigge på is og smukke bjerge. Men heldigvis har vi så en bog som *The Fate of Greenland*. Den er fyldt med billeder som vi kan studere for ved selvsyn at genkende nogle af de fortolkningsforslag bogen tilbyder. Men ud over det afleverer bogen også en påmindelse om at naturen overalt omkring os, også i Danmark, er formet gennem tiderne af klimaet. Man skal bare gå ud og kigge og ikke bare tage den for givet – så opdager man det nok. Og mon ikke man også kunne få gymnasieelever med på det?

Da jeg startede med at læse *The Fate of Greenland*, håbede jeg den kunne bruges som ressource når vi skal ud og opdage aktualiteten af naturvidenskaben i naturen omkring os. Det kunne den ikke, men så var den noget andet i stedet for. Fx kunne den være et rigtig godt indslag i en gymnasielærerlæseklub. Den har noget for alle lærere, lige fra naturfagene til historie, engelsk og samfundsfag. Og

så i øvrigt for alle andre også. For det bogen handler om, er nok det mest aktuelle og nærværende stykke naturvidenskab vi længe vil blive udsat for. De stadig

ubesvarede spørgsmål om klimaforandringer: Hvad er de, hvem vil de ramme, hvordan og hvornår? God fornøjelse.

Nyheder

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

MONA-konference om IBSME

Temaet for årets konference 4. og 5. oktober er Inquiry Based Science and Mathematics Education (IBSME), eller på dansk: Undersøgelserbaseret Naturfags- og Matematikundervisning. Den finder sted på Quality Hotel Park Middelfart, 5 minutters gang fra Middelfart Station. Tilmelding kan ske via www.ind.ku.dk/mona/konference2011.

Konferencen løber over to dage, som man kan tilmelde sig uafhængigt af hinanden. Dag 1 tirsdag d. 4. okt. er den "traditionelle" MONA-konference med fokus på hvad IBSME er og kan være, eksempler på metoderne i praksis og en kritisk holdning til IBSME. Dag 2 onsdag d. 5. okt. retter sig primært mod personer involveret i IBSME-projekter og har til formål at udveksle erfaringer og danne netværk.

Konferencen er arrangeret af tidskriftet MONA med inddragelse af NTS-centret og støttet af EUs S-TEAM projekt.

Det fulde programmet kan ses på hjemmesiden. Tirsdagens formiddag består af tre plenumoplæg:

- Wynne Harlen: The principles of Inquiry Based Science Education
- Jane Imrie: The principles of Inquiry Based Mathematics Education
- Robin Millar: Inquiry-Based Science Education: A path to follow, or a cul-de-sac?

Der vil også være plenumdebat med de tre oplægsholdere. Efter frokost er der parallelle workshops:

- Mette Andresen: Undersøgelserbaseret matematik i flerfaglige sammenhænge
- Steffen Elmose og Martin Sillasen: IBSME i læreruddannelserne
- Lars Brian Krogh og Hanne Møller Andersen: Hvad skal der til for at IBSE for alvor bliver motiverende? IBSE-orienteret efteruddannelse af gymnasielærere
- Robert Evans: Shifting lessons towards inquiry
- Lars D Østergaard: IBSE i børnehaver og indskoling

Herefter afsluttes med erfaringsudveksling i grupper. Der vil være middag om aftenen på konferencestedet for dem der også tilmelder sig dette.

Formålet med onsdagens program er at etablere netværk af undervisere inden for samme målgruppe af elever/studerende som arbejder med undersøgelsesbaseret naturfags- eller matematikundervisning. F.eks. et netværk for universitetsundervisere, et netværk for folkeskolelærere, et netværk for gymnasielærere og et netværk for lærere på professionshøjskoler.

Dagen starter med oplæg og paneldiskussion om IBSME i dansk og evt. nordisk didaktisk kontekst for at få et overblik over feltet i Danmark og Norden. Desuden vil der være oplæg til inspiration for netværksdannelse og kommunikation/formidling via webportaler.

Derefter fortsætter arbejdet i netværksgrupperne med henblik på at opstille gode eksempler, identificere spe-

cielle udfordringer eller interessante vinkler på arbejdet med IBSME indenfor netop denne målgruppe. Dagens arbejde bliver samlet med henblik på en eventuel videreformidling i MONA.

Hvidbog om udvikling af universitetsundervisning

Dansk Universitetspædagogisk Netværk (DUN) afholdt sin årlige konference i 2011 den 30.-31. maj med temaet "Udvikling af universitetsundervisning – rammer, barrierer og muligheder". På konferencen arbejdede ca. 100 personer fra alle niveauer

i universitetsverdenen på at beskrive hvordan vi kan skabe bedre udvikling af universitetsundervisning.

For at fastholde beskrivelser af udfordringer og forslag til tiltag har en forfattergruppe umiddelbart efter konferencen skrevet en hvidbog om udvikling af universitetsundervisning. Formålet med hvidbogen er at kvalificere diskussionen af hvordan vi forbedrer vores universitetsuddannelser i Danmark gennem udvikling.

Læs mere om konferencen og download hvidbogen på www.ind.ku.dk/dunk.

