

# MONIA

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



DET NATURVIDENSKABELIGE FAKULTET  
KØBENHAVNS UNIVERSITET

2007-4

# MONA

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

MONA udgives af Det Naturvidenskabelige Fakultet, Københavns Universitet, med økonomisk støtte fra Undervisningsministeriet.

### **Redaktion**

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

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

Ellen Berg Jensen, redaktionssekretær, IND, Københavns Universitet

Kjeld Bagger Laursen, lektor, IND og Institut for Matematiske Fag, Københavns Universitet

### **Redaktionskomité**

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

Karsten Enggaard, centerleder, Center for Anvendt Naturfagsdidaktik

Nina Troelsgaard Jensen, lektor, Frederiksberg Seminarium

Hanne Møller Andersen, videnskabelig medarbejder, Steno Institut, Århus Universitet

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

Jan Sølberg, adjunkt, Institut for Curriculumforskning, Danmarks Pædagogiske Universitet

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

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

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

### **Manuskripter**

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

### **Abonnement**

Abonnement kan tegnes via [www.nat.ku.dk/mona](http://www.nat.ku.dk/mona). Meddelelser vedr. abonnement, flytning, mv., se denne hjemmeside.

### **Produktionsplan**

MONA 2008-1 udkommer marts 2008.

Deadline for indsendelse af artikler hertil: 20. november 2007.

Deadline for kommentarer, litteraturanmeldelser og nyheder hertil: 7. januar 2008.

MONA 2008-2 udkommer juni 2008.

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

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

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

Tryk: Narayana Press

ISSN: 1604-8628

© MONA 2007. Citat kun med tydelig kildeangivelse.

# Indhold

- 4 Fra redaktionen
- 6 Artikler**
- 7 Sproglig bevidsthed som inkluderende faktor i matematikundervisningen  
*Lene Østergaard Johansen*
- 25 Når skolen tages ud af skolen  
*Trine Hyllested*
- 35 En lommeregnerstøttet tilgang til grænseværdier og uendelighed i  
gymnasiets matematikundervisning  
*Martin Sonnenborg*
- 49 Naturfaglige kompetencer – til gavn for hvem?  
*Steffen Elmose*
- 68 Kommentarer**
- 69 Det gik så galt som frygtet!  
*Martin Krabbe Sillasen, Ole Kronvald & Erland Andersen*
- 73 En rereplik  
*Jens Dolin*
- 74 Den virkelig interessante interesse  
*Lars Krogh*
- 78 “Det lyder interessant ... lad os prøve det!” – et spørgsmål om motivation  
*Lars Domino Østergaard*
- 82 SOS – der er måske en redningskrans på vej  
*Per Nygaard Thomsen & Mikael Skånstrøm*
- 86 Litteratur**
- 87 Ph.d.-afhandlinger
- 95 Nyheder**

# Fra redaktionen

Så blev det december, og årets sidste nummer af MONA udsendes. December byder på flere interessante udgivelser for det matematik- og naturfagsdidaktiske område. De nye undersøgelser fra PISA 2006 er offentliggjort, og her er der jo særligt fokus på det naturfaglige område. Samtidig har Arbejdsgruppen til forberedelse af en national strategi for natur, teknik og sundhed afleveret sine anbefalinger til undervisningsministeren og videnskabsministeren. Disse linjer skrives forinden, så der kan ikke her præsenteres nogen vurdering af hvad dette vil betyde fremover, men mon ikke der er noget at tale om.

Efteråret har været præget af – valgkamp selvfølgelig – men også udviklingen inden for især det naturfaglige uddannelsesområde har været til diskussion. Måske ikke så meget i medierne (indtil nu) som man kunne ønske sig, men i de faglige miljøer har der været diskuteret meget til konferencer, møder osv. I oktober afholdt Ingeniørforum en konference om fremtidens kompetencer i og rekruttering til naturvidenskabelige og tekniske uddannelser. I november var først Danmarks Lærerforening med til at sætte en dagsorden med konferencen “Naturfagene i folkeskolen”. Den blev efterfulgt af to konferencer afholdt af den førnævnte arbejdsgruppe. Herefter havde Center for Anvendt Naturfagsdidaktik (CAND) arrangeret en konference om naturfagene i læreruddannelsen – et område der jo også tidligere på året var til debat pga. den noget nedslående søgning til de naturfaglige linjefag på lærerseminarierne.

Med MONA forsøger vi at fastholde og kvalificere diskussionerne gennem formidling af ny og vigtig viden om undervisning og læring og beslægtede områder. I dette nummer bringer vi fire artikler, fem kommentarer samt en lidt anderledes litteratursktion: Den indeholder nemlig korte beskrivelser af ph.d.-afhandlinger udgivet inden for vores område i de seneste 2½ år – svarende til MONAs levetid. Vi har skrevet ud til alle de personer vi har kendskab til har afleveret en ph.d.-afhandling i det tidsrum, og bedt dem skrive kort om afhandlingen således at flere kan få kendskab til det vigtige bidrag til vidensudviklingen som disse afhandlinger er. Kommende MONA-udgivelser vil sandsynligvis bringe flere af sådanne beskrivelser, og vi vil i øvrigt opfordre læsere til at indsende omtaler af afhandlinger til [mona@ind.ku.dk](mailto:mona@ind.ku.dk).

Den første artikel i dette nummer handler om sproglig bevidsthed som inkluderende faktor i matematikundervisningen. Forfatteren, Lene Østergaard Johansen, undersøger hvad det betyder at betragte det at lære matematik i folkeskolen som læring af et fremmedsprog. At eleverne skal udvikle deres kommunikative kompetencer igennem matematikundervisningen, handler i høj grad om at eleverne tilegner sig det matematiske “fremmedsprog”. Med den store diversitet der er i elevforudsætninger i folkeskolen, kan en øget sproglig bevidsthed hos den enkelte matematiklærer derfor

være med til at fremme at langt flere elever får succes med matematik.

I den følgende artikel af Trine Hyllested bevæger vi os ud af skolen. Artiklen tager udgangspunkt i ph.d.-afhandlingen "Når læreren tager skolen ud af skolen". Fokus er det historiske og sociologiske aspekt ved at bruge andre fysiske rammer uden for skolen som en del af undervisningen i skolen. I anskuelsesundervisningen omkring år 1900 tog den lokale lærer selv ud med sin klasse. I år 2007 kan læreren tage sin klasse ud til en professionel formidlingsinstitution med en ekspert der formidler ved et iscenesat arrangement. Artiklen afsluttes med at inddrage nogle af afhandlingens resultater der kan bruges til at diskutere hvordan denne anderledes pædagogiske udfordring kan tages op når læreren tager skolen ud af skolen.

Martin Sonnenborg undersøger i den tredje artikel hvordan en lommeregnerstøttet tilgang til grænseværdier og uendelighed kan finde sted i gymnasiets matematikundervisning. Anvendelsen af avancerede symbolske lommeregner i gymnasiets matematikundervisning giver elever såvel som lærere et værktøj som kan gøre undervisningen mere spændende og lærerig hvis det anvendes korrekt. I artiklen præsenteres en række fordele ved at anvende lommeregneren i den daglige undervisning ligesom to undervisningssituationer omkring grænseværdier og uendelighedsbegrebet skitseres. Især den sidste af de to undervisningssituationer fremmer elevernes personliggørelse af den tilsigtede viden, jf. Teorien om Didaktiske Situationer.

Der tales jo meget om naturfaglige kompetencer, og i vores sidste artikel diskuterer Steffen Elmoose hvem dette er til gavn for. Formålet er dels kort at undersøge hvor kompetencebegrebet kommer fra, dets udvikling i uddannelsessammenhæng samt begrundelser for dets kobling til naturfagsundervisningen, dels at fremhæve nogle besværlige, men nødvendige karakteristika ved kompetencebegrebet hvis det skal medvirke i en almindelig naturfagsundervisning. Forfatteren argumenterer for en decentraliseret anvendelse af det naturfaglige kompetencebegreb, således at herredømmet over kompetencemålet tildeles underviseren i tæt samarbejde med den lærende. Og samtidig anbefales en tålmodig implementering i naturfagsundervisningen. Kompetencebegrebet har muligvis potentiale til at kvalificere naturfagsundervisningen, men det kan også risikere at ende som et blandt en række pædagogiske "hurraord" hvis ikke dets relationer til andre mål gøres klare, og begrebet i sig selv gøres operationelt.

Med ønsket om en god jul og et godt nytår håber vi vores læsere får gavn af læsningen, og vi ser frem til hvad næste år vil byde på af diskussioner og debatter inden for det matematik- og naturfagsdidaktiske område.



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

Artiklerne ligger inden for følgende kategorier:

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

# Artikler

# Sproglig bevidsthed som inkluderende faktor i matematikundervisningen

Lene Østergaard Johansen, Institut for Uddannelse, Læring og Filosofi,  
Aalborg Universitet

*At lære matematik i folkeskolen kan betragtes som læring af et fremmedsprog. Måden der tales og skrives på, og måden ord og begreber bliver anvendt på, adskiller sig fra den måde de samme ord bliver brugt på i danskundervisningen. At eleverne skal udvikle deres kommunikative kompetencer igennem matematikundervisningen, handler i høj grad om at eleverne tilegner sig det matematiske "fremmedsprog". Med den store diversitet der er i elevforudsætninger i folkeskolen, kan en øget sproglig bevidsthed hos den enkelte matematiklærer derfor være med til at fremme at langt flere elever får succes med matematik.*

Gennem hele grundskolen skal eleverne i matematikundervisningen udvikle deres *kommunikative kompetence* der består i dels at kunne sætte sig ind i og fortolke andre personers matematikholdige skriftlige, mundtlige eller visuelle udsagn og "tekster" og dels i selv at kunne udtrykke sig om matematikholdige anliggender skriftligt, mundtligt eller visuelt, over for en række forskellige modtagere (Niss & Jensen, 2002). Dette stiller store krav til matematikundervisningen og fordrer ekstra opmærksomhed på det sproglige og kommunikative element samt på udviklingen af elevernes funktionelle ordforråd.

I Norge viser undersøgelser at der er en klar sammenhæng mellem vanskeligheder i norsk og vanskeligheder i matematik. Nogle norske forskere går endda så langt at de betegner matematikvanskeligheder som værende sproglaterede (Lunde, 2003). Undersøgelser i Tyskland viser at børnene i de første skoleår alene i matematikundervisningen skal lære ikke færre end 500 nye ord og begreber (Nolte, 2004), hvilket får Nolte til at kalde matematik for elevernes første fremmedsprog.

Der er endnu ikke lavet tilsvarende undersøgelser i Danmark, men et er i hvert fald sikkert: Eleverne kommer i matematikundervisningen til at møde mange nye ord og begreber.

I denne artikel vil jeg fokusere på hvorledes det gennem lærerens sproglige be-

vidsthed er muligt at skabe en inkluderende og matematikvanskelighedsforebyggende undervisning – en matematikundervisning der kan rumme børn med vidt forskellige baggrunde, såvel danske børn som børn med anden etnisk baggrund. Jeg vil fokusere på matematiklæring og undervisning i folkeskolens laveste og mellemste klassetrin.

### **Fagord og *førfaglige* ord – findes der en særlig matematikdiskurs?**

Eleverne skal i folkeskolen, som nævnt, udvikle deres *kommunikative kompetence*. Kommunikativ kompetence består af såvel de receptive sprogfærdigheder (lytte/ forstå og læse) som de produktive sprogfærdigheder (tale og skrive) (Undervisningsministeriet, 2001). Matematikundervisning foregår ifølge Lunde (2003) som al anden undervisning gennem sprog.

Matematikundervisningen starter med sprog, fortsetter med sprog, utføres med sprog, formidles til andre via sprog og evalueres via sprog. (Lunde, 2003)

Iagttages matematikundervisningen på indskolingsniveau, viser det sig at allerede der stilles der implicit krav til et veludviklet talesprog. Eleverne skal helst komme til skolen med en god del matematikkompetencer der er lært før skoletiden som en integreret del af modersmålsindlæringen, og som først og fremmest er knyttet til talesprogshandlinger.

For dem som kjenner til hvilke forutsetninger – hos skolebegynnere – som læring i første klasse bygger på, er det imidlertid lett å skjønne at en god del matematikk-kunnskaper må være lært allerede i førskoletiden; dvs., lært som del av den mer generelle morsmåls-læringen, og da først og fremmest knyttet til *talespråklige* symboler: De som kan høres i form av andres tale, og de som etterhvert kan “produceres” av barnet i form av egentale eller “talespråklige *handlinger*”. (Nyborg & Nyborg, 1990, s. 15)

De skal helst kunne tælle og have lært talesproglige udtryk for kvantitative relationer, såsom *mange* og *få*, *stor* og *lille*, *lang* og *kort*, *høj* og *lav*, *gammel* og *ung* (Nyborg & Nyborg, 1990).

Ud over dette har nyere undersøgelser vist at der stilles særlige krav til elevernes fortrolighed med de *førfaglige* begreber. Dette er væsentligt for at de er i stand til at læse matematikbøger, og kravet skærpes væsentligt ved overgangen mellem 3. og 4. klasse (Andersen, 2006). Man kunne måske tale om at der i matematikbøger eksisterer en særlig matematikdiskurs.

Der er i de senere år sket et skift i den type af tekst der indgår i lærebøgerne. Fra



centralt hold er der krav om at matematikken skal kunne anvendes i hverdagskontekster. Dette illustreres tydeligt hvis man griber fat i en helt almindeligt anvendt lærebogsserie til folkeskolens matematikundervisning. Overskrifterne i grundbogen “Matematiktak for fjerde klasse” (Høegh, 2007) er fx “Fjordby fritidsklub”, “Viktorias værelse” og “Middelalderen”. Temaet “Middelalderen” starter med et kapitel om Dannebrog der indledes således:

I 1219 ville den danske konge erobre Estland. Den 15. juni var danskerne ved at tabe et stort slag. Pludselig dalede et rødt flag med hvidt kors ned fra himmelen. Det gav danskerne nyt mod. De vandt slaget. Flaget fik navnet Dannebrog. Det blev Danmarks flag. (Høegh, 2007, s. 80)

Tekster af denne type stiller store krav til elevernes læsefærdigheder. En gruppe af elever der kan blive ramt i forsøget på at kontekstualisere matematikken, er de tosprogede elever idet den megen tekst og kontekst stiller store krav til elevernes ordforråd og oftest også til deres “kulturelle kendskab”. Der har tidligere været fokus på hvordan typer af tekst/kontekst kan være med til at vanskeliggøre inkluderingen af tosprogede elever i matematikundervisningen. Ifølge Gimbel (1995) viser nyere undersøgelser at kendskab til 95 % af ordforrådet i en tekst er forudsætning for at man kan læse den med rimelig hastighed og forståelse.

### Fagord og førfaglige ord

I en norsk undersøgelse af ordforrådene i en række forskellige fags lærebøger fra 1984 skelner forfatterne Golden og Hvenekilde mellem *fagord* og *ikke-fagord* (Golden, 1984). *Fagordene* er defineret som ord som faglærerne (efter eget udsagn) ville forklare for norske elever, og *ikke-fagordene* er defineret som ord som faglærerne forudsatte kendt af eleverne. Det interessante er at 55 % af *ikke-fagordene* i undersøgelsen var fagspecifikke på den måde at de kun optrådte i ét af fagenes lærebøger.

Inspireret af dette har Gimbel (1995) lavet en mindre undersøgelse af tyrkiske elevers kendskab til et udvalg af fagspecifikke *ikke-fagord* fra almindeligt brugte lærebøger sammenlignet med en tilsvarende gruppe danske elever. Ud af 50 nøje udvalgte ord viste det sig at de tyrkiske elever i gennemsnit kendte de 15, og de danske elever i gennemsnit kendte 42. Gimbel har valgt betegnelsen *førfaglige ord* i stedet for *ikke-fagord* for de ord som flertaleleverne sandsynligvis har stødt på i deres hverdag.

Denne betegnelse er videreført af en gruppe specialestuderende ved Aarhus Universitet. De har gennemført en nyere undersøgelse af matematikbøgers indhold af såvel *fagord* som *førfaglige ord* (Pedersen & Ellehuus, 2005). Forfatterne til specialet har valgt at dele kategorien *førfaglige ord* yderligere op i to: *almene førfaglige ord* og *matematiske førfaglige ord*, hvor ordene i sidstnævnte kategori er højfrekvente i de

analyserede matematikbøger. I specialets bilag A og B har Pedersen og Ellehuus (2005, s. 147-153) udarbejdet en lang liste over typiske matematiske *førfaglige* ord, og jeg vil her bare give enkelte eksempler til illustration:

Forholdsord, der angiver placering:

- *Under, over, oven for, før, efter, lige efter, foran, ved siden af, nær ved, fjernest, inden for, på samme side som, midt imellem, til venstre for midten osv.*

Retningsangivelser:

- *Mod højre, opad, nedad, fra oven og ned, under, over, frem og tilbage, udad, fra hinanden, mod midten osv.*

Kvantitative begreber:

- *Mange, få, lidt, meget, mest, mindst, alle, nogle, netop en, højst en, næsten, dobbelt så mange, godt og vel, omtrent osv.*

Beskrivende begreber:

- *Ens, forskellig, dyrest, billigere, ældre, yngre, krum, buet, plan, hård, blød, glat, ru, våd, tør, halvfuld, overfyldt osv.*

Tidsbegreber:

- *Nu, da, før, tit, oftest, et øjeblik, i kortere tid, hurtig, langsom, den følgende dag, samtidig, senere, middag, aften, for nylig osv.*

Målangivelser:

- *Kort, kortere, længst, lang, smal, bred, høj, lav, tyk, tynd, let, tung osv.*

Logiske forbindelser:

- *Hvorfor, fordi, da, idet, altså, hvis ... så, sådan at, ikke, og, eller, hverken eller, både og osv.*

Listen viser med al tydelighed det Nyborg og Nyborg har fremhævet, nemlig at der er en lang række begreber og ord som det forudsættes at eleverne allerede har tilegnet sig gennem den spontane modersmålsindlæring (Nyborg & Nyborg, 1990).

Jeg vil lige kort nævne de logiske forbindere. De logiske forbindere sætter udsagn i relation til hinanden. Pedersen og Ellehuus (2005) fremhæver de logiske forbinderes vigtighed i forbindelse med læring af matematik:

Forståelsen af de logiske forbindere er vigtig for en forståelse af matematikken, fordi de netop udtrykker et forhold mellem kvantitative elementer, der kan tillade eleven at gå direkte til løsningsforslag og således springe en induktiv udregningsproces over. [...] Hvis matematisk tænkning og ræsonnement er forbundet med evnen til at bruge sproget som værktøj, er det vigtigt til fulde at forstå de logiske forbindere, da disse er et af matematikkens vigtigste sproglige udtryk. Flere undersøgelser har vist, at forståelsen af og evne til at bruge logiske forbindere er en vigtig variabel for, hvordan en elev udvikler sin sproglige viden og færdigheder. (Pedersen & Ellehuus, 2005, s. 69-70)

Jeg har nu kort beskrevet hvorledes der i matematikundervisningen og særligt i matematikbøgerne eksisterer en særlig matematikdiskurs der blandt andet består af en lang række ord som kunne betegnes *førfaglige*. Disse *førfaglige* ord forudsættes kendt allerede før skolestart og før formel undervisning påbegyndes. Jeg vil nu med udgangspunkt i Vygotsky (Vygotskij, 2001) prøve at give svar på hvorledes såvel disse *førfaglige* ord som de deciderede matematiske ord og begreber kan tænkes udviklet hos det enkelte barn.

## Vygotsky – om udvikling af begreber

Vygotsky skelner mellem de begreber der udvikles spontant gennem et barns opvækst, kaldet spontane begreber, og de begreber der udvikles gennem vejledning af en voksen, kaldet videnskabelige begreber. Vygotsky mener at udviklingen af såvel spontane som videnskabelige begreber foregår i en vekselvirkning, og at disse gensidigt beriger hinanden (Vygotskij, 2001).

Ifølge Vygotsky er udviklingen af nye begreber en proces der foregår over tid: fra barnet første gang møder begrebet hvor det sandsynligvis for barnet er et relativt tomt begreb, via gentagne møder med begrebet der undervejs bliver mere og mere indholdsudfyldt for til slut at blive et fuldt udviklet, funktionelt, anvendeligt og forståeligt begreb for barnet.

Vygotsky sammenligner udviklingen af videnskabelige begreber med det at lære et fremmedsprog.

Processen med at tilegne sig vitenskapelige begreber går langt utover grensene for barnets umiddelbare erfaringer og bruker denne erfaringen på samme måte som morsmålets semantikk brukes ved læring av et fremmedspråk. Når man lærer et nytt språk, går man ikke tilbake til gjenstandenes umiddelbare verden og gjentar ikke tidligere språklig utvikling, men bruker i stedet morsmålet som en formidler mellom gjenstandens verden og det nye språket. På same måte foregår tilegnelsen av vitenskapelige begreper ved hjelp av den formidlingen som allerede tilegnede begreber stiller til rådighet. (Vygotskij, 2001, s. 146)

Fremmedsprog tilegnes på en helt anden måde end modersmålet. Når man lærer et nyt fremmedsprog, bruger man det meningsindhold som begreberne har på modersmålet, og som allerede er godt udviklet og meningsudfyldt på modersmålet, som oversættelsesled for de nye fremmedsproglige begreber. Derfor er et godt kendskab til sit modersmål en forudsætning for at blive god til et fremmedsprog. Mindre kendt og accepteret er det at læring af et fremmedsprog kan være med til at styrke og udvikle læringen af modersmålet idet barnets forståelse af sit modersmål øges og udvikles gennem læring af et andet sprog, og barnets holdning til sprog bliver hermed mere abstrakt og generaliseret (Vygotskij, 2001, s. 145).

Vygotsky mener at der er gode grunde til at antage at der eksisterer en lignende forbindelse mellem udviklingen af spontane og videnskabelige begreber, altså at de spontane begreber er en forudsætning for at udvikle og indholdsudfylde videnskabelige begreber. De spontane begreber fungerer nemlig som oversættelsesled på samme måde som modersmålet ved læring af fremmedsprog og er med til at meningsudfylde (indholdsudfylde) de videnskabelige begreber, samtidig med at mødet med de videnskabelige begreber er med til at strukturere og kategorisere barnets spontane begreber.

### Udvikling af faglige og førfaglige begreber

I min fortolkning må de *førfaglige* ord og begreber antages at henhøre til den kategori Vygotsky kalder spontane begreber, altså ord og begreber der antages normalt at være udviklet i forbindelse med den almindelige modersmålsoplæring. Det er absolut ingen selvfølge at børn spontant har udviklet den række af matematiske *førfaglige* begreber som forventes kendt inden skolestart.

Selv om alle børn i en klasse rent faktisk kender og kan bruge de *førfaglige* (spontane) begreber korrekt i en almindelig samtale, så er der stadig ingen garanti for at de også er bevidste om disse ords faktiske betydning. Som Vygotsky fremhæver, så sker udviklingen af såvel de spontane begreber som de videnskabelige begreber i en vekselvirkning, så mødet med de faglige matematiske ord, og lærerens forklaring af disse, kan være med til at udvikle og bevidstgøre betydningen af de *førfaglige* (spontane) begreber.

Marit Johnsen Høines (1998) indfører et begreb om sprog af 1. og 2. orden hvor hverdagssproget i hendes øjne er sproget af 1. orden, og det matematiske sprog og de matematiske begreber er sprog af 2. orden. Hun fremhæver at sproget af 1. orden skal virke som oversættelsesled for sproget af 2. orden, i overensstemmelse med Vygotskys beskrivelse af hvorledes fremmedsprog læres (Høines, 1998). Derudover påpeger hun med henvisning til Vygotsky betydningen af anvendelse af sprog i forbindelse med at meningsudfylde begreber:

Gjennom språkbruken utvider og utvikler vi begrepsinnhold og begrebsuttrykk (språk). Det viser seg vanskelig, eller umulig å utvikle begrepsinnhold uten å utvikle språk for dette. (Høines, 1998, s. 78)

Nyborg og Nyborg fremhæver som Vygotsky at selv om barnet igennem sin opvækst har lært en række ord og begreber, er der ingen garanti for at de er fuldstændigt lært. Der er for eksempel ingen garanti for at et barn der kan tælle til ti, ved at når det går fra at sige fem til at sige seks, så er der lagt præcis en til. Det er heller ikke sikkert at et barn der kan sige remsen "to og tre er fem", har forstået dette fuldt ud og forstår *og* som det at lægge til, altså lægge tre til to, eller som det at addere (Nyborg & Nyborg, 1990, s. 26).

### Logiske forbindere

Vygotsky har gennem undersøgelser vist at selv om børn bruger ordene *fordi* og *selv om* fuldstændigt korrekt i daglig tale, kan en stor del af børnene i 2. og 4. klasse ikke fuldende sætninger af typen "han faldt af cyklen fordi ..." eller forklare betydningen af begrebet *fordi* i sætninger af typen "Jeg skal ikke i skole i morgen fordi jeg er syg".

Barnet kan operere med bisætninger, med ord som *fordi*, *hvis*, *når* og *men* længe før det virkelig forstår årsakssammenhenger og betingede og midlertidige relasjoner. Det behersker språkets syntaks før det mestre tankens syntaks. (Vygotskij, 2001, s. 89)

Dette er en vigtig betragtning da forståelsen af logiske forbindere som nævnt er en væsentlig faktor i det at lære matematik.

### Om genkendelser

En anden væsentlig faktor i forhold til børns læring af matematik som Vygotsky fremhæver, er at børn er i stand til at iagttage forskellighed længe før de er i stand til at iagttage at to elementer er ens eller tilnærmelsesvis ens. Dette mener jeg ligeledes er en betydningsfuld iagttagelse da meget matematiklæring bygger på at børn er i stand til fx at se at en opgave skal løses ligesom den foregående selv om tallene er forskellige.

### Betydning af kommunikationsformen i klasseværelset

Forskellige kommunikationsformer i matematikundervisningen faciliterer forskellige former for læring. Alrø og Skovsmose (2006) skelner i artiklen "Undersøgende samarbejde i matematikundervisning" imellem samtalen i det traditionelle klasseværelse og samtaler i en matematikundervisning organiseret som et undersøgelseslandskab.

Det traditionelle klasseværelse er kendetegnet ved en bestemt måde at organisere undervisning på, som i forenklet udgave kan se således ud: Først præsenterer læreren et matematisk emne og introducerer en algoritme, som normalt følger lærebogen tæt. Derefter arbejder eleverne selvstændigt, parvis eller i grupper med løsning af opgaver fra lærebogen. Læreren går rundt og hjælper eleverne under dette arbejde, og kontrollerer om de har løst opgaverne rigtigt i overensstemmelse med facitlisten. [...] Omdrejningspunktet for undervisningen er således opgaver og opgaveløsning [...] I dette opgaveparadigme er der ét og kun ét rigtigt svar på et matematisk spørgsmål. Dette afspejles i bestemte kommunikationsmønstre mellem lærer og elever [...] Samtalen er struktureret i tre faser, hvor læreren stiller et spørgsmål, eleven svarer, og læreren evaluerer elevsvaret. (Alrø & Skovsmose, 2006, s. 110)

Kommunikationsmønstret i det traditionelle klasseværelse fører oftest til at eleverne giver minimal respons på lærerens spørgsmål. Eleven besvarer lærerens spørgsmål med et enkelt eller ganske få ord. Der er begrænset synlig elevaktivitet, og eleverne tager tilsyneladende minimalt ansvar for egen læring. Der er fare for at eleverne bruger mere energi på at gætte på hvad læreren tænker, og på at gætte på hvilket svar der kunne være det rigtige, frem for at bruge tiden på at regne (Alrø & Skovsmose, 2006).

Med udgangspunkt i at læring er en aktivitet der kun kan foretages af den lærende, og at læring ikke kan overføres, må undervisning ifølge Alrø og Skovsmose handle om at tilrettelægge rammer således at læring bliver mulig, og således at eleverne kan påtage sig ejerskabet af læreprocessen.

Vi organiserer matematikundervisningen som et undersøgelseslandskab. Et undersøgelseslandskab er karakteriseret ved, at der ikke er nogen på forhånd definerede opgaver, som skal løses. Læreren sætter scenen ved at introducere nogle temaer, som eleverne kan lade sig inspirere af, men de vælger selv deres vej ind i undersøgelseslandskabet. (Alrø & Skovsmose, 2006, s. 112)

I undersøgelseslandskabet kan eleverne udforske et matematisk emne. I forbindelse med denne udforskning vil der eleverne imellem og mellem lærer og elever fremkomme dialoger om det matematiske emne. For at understøtte en lærende dialog i undervisningen har Alrø og Skovsmose udviklet IC-Modellen. IC-Modellen beskriver otte dialogiske talehandlinger: kontakte, opdage, identificere, advokere, tænke højt, reformulere, udfordre og evaluere. Disse talehandlinger er karakteriseret ved at være undersøgende, risikofyldte og ligeværdige.

*Kontakte* i betydningen at “*tune*” ind på sin samarbejdspartner og sætte sig ind i dennes perspektiv er en forudsætning for at kunne samarbejde. (Alrø & Skovsmose, 2006, s. 117)

At *opdage* betyder at finde ud af noget, man ikke vidste eller var klar over før. Lærer og elever kan forsøge at opdage eksisterende eller nye perspektiver og forståelsesmåder ved at stille undersøgende spørgsmål, dvs. spørgsmål, der udtrykker en undren, og spørgsmål der ikke er noget givet svar på. (ibid., s. 118)

Ved at opdage og udforske perspektiver bliver det muligt at *identificere* et fagligt indhold og gøre det synligt for alle deltagere i undersøgelsen. (ibid. s. 119)

At *advokere* betyder at udtrykke det, man tænker, og samtidig være villig til at undersøge og *suspendere sine forståelser og forforståelser*. At *advokere* omfatter således *kollektiv refleksion* med det formål at afklare, hvad en given forståelsesmåde indebærer. (ibid. s. 120)

At *tænke højt* vil sige udtrykke sine tanker, ideer og følelser, mens man er i gang med at undersøge. At tænke højt kan forstås som en særlig måde, hvorpå det man har indeni kan gøres *offentligt* og dermed tilgængeligt som ressource i samtalen. (ibid. s. 121)

At *reformulere* vil sige at *gentage* det, der er blevet sagt, måske med et lidt andet tonefald. At reformulere kan således være det samme som at parafrasere, hvilket kan være medvirkende til at fokusere opmærksomheden på nøgleudsagn eller ideer. (ibid. s. 121)

At *udfordre* vil sige at forsøge at stille spørgsmål ved allerede opnåede erkendelser eller fastlåste forståelser. (ibid. s. 122)

At *evaluere* kan foregå på mange måder. Man kan korrigere fejl, give *negativ kritik eller konstruktiv feedback, gode råd, ubetinget opbakning, bekræftelse og ros*. Listen er ufuldstændig. (ibid. s. 123)

Alrø og Skovsmose taler om “learning by talking” når undervisning organiseres som undersøgelseslandskaber, og når samtaler lærer og elever imellem foregår som dialoger.

Ser man på de undervisningseksempler Alrø og Skovsmose giver på anvendelse af IC-Modellen, så vil jeg mene at de stiller meget store krav til elevernes evne til at formulere sig, til at sætte ord på deres tanker samt ord og begreber på deres matematiske handlen, hvilket fordrer at netop dette er noget der eksplicit er fokus på i

undervisningen. Men modellen kan i mine øjne være til stor inspiration for matematiklærere der skal arbejde med udviklingen af elevernes kommunikative kompetence og udviklingen af elevernes funktionelle ordforråd.

I det følgende afsnit gives der eksempler på undervisningsaktiviteter der har til formål at øge elevernes sprogtilegnelse i matematikundervisningen.

## En række eksempler på anvendelse af sproglig bevidsthed – projekt SIM

I 2005 deltog en gruppe seminarielærere fra Silkeborg og Århus Seminarier samt en gruppe folkeskolelærere fra Århus i et udviklingsprojekt med fokus på tosprogede og matematikundervisning. Udgangspunktet for projektet var en række påstande af typen: “Mange tosprogede klarer sig dårligt ved afgangsprøven i matematik, primært på grund af problemer med sproget” og “Skolefaget matematik har en række undervisningstraditioner som især rammer de tosprogede elever hårdt”. Gruppen oplevede, at der i den grad manglede forskning inden for området i Norden og ligeledes danske ressourcepersoner. Projektet skal ifølge gruppen selv betragtes som det første beskedne bidrag til forbedring af matematikundervisningen for tosprogede i de  *yngste* klasser.

Igennem projektperioden udviklede og forbedrede gruppen en lang række matematikundervisningsaktiviteter. Fokus i undervisningsaktiviteterne var anvendelse af sprog og tilegnelsen af  *førfaglige* begreber. I udviklingen af undervisningsaktiviteterne var der fokus på  *ikke* at trække på erfaringer man  *antager* eleverne har med i “rygsækken”, men derimod på erfaringer man  *ved* at eleverne har – erfaringer man ved er blevet etableret igennem undervisningen og forskellige fælles aktiviteter på skolen. Ud over dette var der fokus på at få inddraget tekster i matematikundervisningen allerede før eleverne var i stand til at læse disse.

Jeg vil i det følgende give to eksempler på nogle af de undervisningsaktiviteter som blev udviklet i projekt SIM (Sproget i matematikundervisningen), og som er udvalgt af Peter Müller fra Ellekærskolen i Århus. Den første undervisningsaktivitet har Peter Müller valgt at kalde “Hvor skal de stå?”.

### Undervisningsaktivitet 1: Hvor skal de stå?

Eleverne får hver udleveret en side med en tabel/figur der for eksempel kunne se ud som figuren herunder. Ud over papiret med figuren på får hver elev udleveret 7 centicubes i farverne rød, gul, grøn, blå, lilla, sort og hvid.



11	5	23
7	19	3
17	2	13

Aktiviteten udføres i første omgang som en klasseaktivitet hvor hver elev arbejder for sig selv og udfører det som læreren instruerer dem i. I første del af aktiviteten trænes og tjekkes elevernes receptive ordforråd i forhold til følgende førfaglige begreber: *øverste hjørne, lige i midten, lige under, til højre for, mellem* samt *oven over*. I slutningen af aktiviteten trænes elevernes produktive ordforråd.

Aktiviteten starter når læreren begynder med at sige/læse:

“Sæt den røde centicube i **øverste højre** hjørne.”

Eleverne skal nu sætte deres røde centicube på tallet 23. Hvorefter læreren fortsætter:

“Sæt den gule centicube på tallet **lige i midten**.”

“Sæt den grønne centicube på tallet lige **under** 7.”

“Sæt den blå centicube på tallet **til højre for** 2.”

“Sæt den lilla centicube **mellem** den grønne og den blå.”

“Sæt den sorte centicube på tallet lige **oven over** 7.”

“Sæt den hvide centicube så summen af de to ‘tomme’ tal bliver 10.”

Nu har eleverne (forhåbentligt) fået placeret alle 7 centicubes i figuren.

Efter eleverne har placeret den hvide centicube som er den sidste, spørger læreren for eksempel:

Lærer: “Hvor skal den hvide centicube stå?”

Elev1: “Den skal stå på 5.”

Lærer: “Hvorfor det?”

Elev2: “Fordi 7 og 3 giver 10, og dem står der ikke centicubes på, så det passer.”

Herefter spørger læreren til placeringen af andre centicubes. Herved trænes de samme ord og udtryk endnu en gang, med den forskel at der nu stilles krav til elevernes produktive ordforråd.

Lærer: "Hvor står den lilla centicube?"

Elev2: "Den står **på** 2."

Lærer: "Kan det siges på andre måder?"

Elev3: "Den står **til højre** for den grønne eller **til venstre** for den blå."

Elev4: "Den står **mellem** den grønne og den blå."

Elev5: "Den står **ved siden** af den blå."

Elev6: "Den står **under** den gule."

Mangler eleverne idéer, kan læreren hjælpe ved fx at *give* eleverne et ord eller et udtryk.

Lærer: "Hvem kan fortælle hvor den gule centicube står, og bruge udtrykket **midt imellem**?"

Læreren må og bør i aktiviteten hjælpe eleven med ord og formuleringer hvis eleven går i stå midt i en sætning. Læreren kan reformulere en elevs udsagn så det bliver tydeligt for eleven selv og for resten af klassen hvad det var eleven mente. Det kan også være en god ide at lade eleven gentage den korrekte sætning i sin helhed.

Det faglige mål for aktiviteten er at øve de førfaglige ord og udtryk som angiver retning og placering (*øverst, højre, i midten, under, til højre for, mellem og oven over*). Aktiviteten kan naturligvis ændres så det bliver andre ord fra samme kategori der trænes. Selv om eksemplet måske ser meget let ud, skal man være opmærksom på at det kan være en god ide i de yngste klasser eller i klasser med mange tosprogede elever at starte med ganske få forskellige førfaglige begreber for derefter at gøre aktiviteten mere og mere vanskelig. Er eleverne gode læsere, kan de i stedet arbejde sammen i par og læse for hinanden i første del af aktiviteten.

Undervisningsaktiviteten fremmer elevernes evne til at tale i hele sætninger i stedet for i enkelte ord eller meget korte sætninger, og dermed fremmes elevernes kommunikative kompetence.

Den næste aktivitet jeg vil beskrive, kaldes regnehistorie. Hovedfokus i denne lille regnehistorie er 3.a's pasning af skoleboden i forbindelse med skolens sommerfest. Det vil sige at konteksten er kendt for alle eleverne i klassen, og regnehistorien er baseret på en fælles erfaring.

## Undervisningsaktivitet 2: Regnehistorie

Eleverne får hver især udleveret et papir hvor følgende regnehistorie med tilhørende spørgsmål er beskrevet.

### 3.a skal passe kageboden til skolens sommerfest.

Her kan du se hvad man kan købe i kageboden.

En kop kaffe:	3 kr.
En kop te:	3 kr.
Et stykke kage:	3 kr.
Et stykke kage og en kop kaffe:	5 kr.
Et stykke kage og en kop te:	5 kr.

1. *Hvad koster en kop kaffe?*
2. *Hvad koster et stykke kage og en kop kaffe?*
3. *Hvor meget skal du betale for at købe kage og kaffe til far og mor?*

Først skal regnehistorien læses. Eleverne arbejder sammen i par og skiftes til at læse hele eller dele af regnehistorien op. Historien skal gerne læses flere gange. Eleverne kan også på skift læse en sætning, altså frem til næste punktum. Afslutningsvis læser læreren regnehistorien højt for alle.

Herefter stiller læreren spørgsmål til teksten. Spørgsmålene har ikke nødvendigvis et matematisk indhold.

“Hvem skal passe kageboden?”

“Hvilken fest er der tale om?”

“Hvor mange forskellige ting kan der købes i kageboden?”

“Et det rigtigt at en kop kaffe og en kop te koster det samme? Hvorfor?”

“Hvad betyder rabat?”

“Hvornår får man rabat i kageboden?”

“Hvordan kan du vide det?”

Som i foregående eksempel er det vigtigt at læreren hjælper eleverne til at svare i hele sætninger.

Herefter kan centrale ord fra teksten trænes i en indsætningsøvelse inden spørgsmålene besvares. Her kan eleverne arbejde sammen i makkerpar så eleverne på skift tager en linje og forklarer højt for makkeren hvilket ord der skal indsættes. Begge skriver ordet.

Måden at organisere en hvilken som helst opgaveløsning på er altafgørende hvis eleverne skal producere talt sprog. I dette eksempel tvinges eleverne til på skift henholdsvis at indtage en talende og en lyttende rolle.

### Indsætningsøvelse

Indsæt fra ordlisten: *tilbage, mangler, forskellen*

Når man trækker 5 fra 9, er der 4 \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ mellem 8 og 4 er 4.

Hvis du har 6, \_\_\_\_\_ du 4 for at have 10.

\_\_\_\_\_ mellem 12 og 7 er 5.

Hvis du har 8, \_\_\_\_\_ du 7 for at have 15.

Når man trækker 7 fra 14, er der 7 \_\_\_\_\_

Eleverne løser nu de stillede spørgsmål i regnehistorien. Det er meningen at eleverne ved besvarelse af spørgsmål 3, 4 og 5 ikke kun skal skrive svaret, men også det tilhørende regnestykke. Som ved indsætningsøvelsen forklarer eleverne på skift for hinanden hvordan spørgsmålet skal besvares. Begge skriver udregninger og resultat.

Historien er opbygget således at eleverne i de to første spørgsmål udelukkende skal anvende informationssøgning. I de tre sidste spørgsmål skal eleverne både søge informationer i teksten og foretage en beregning. I løsnings af de sidste tre spørgsmål er det af afgørende betydning at eleverne kan forstå og afkode de centrale nøgleord (*koster, betale, få tilbage, købe, mangle*) for at kunne foretage de korrekte udregninger.

Efterfølgende begrundes eleverne på klassen deres udregninger og øver sig således både på de centrale ord og udtryk samt på at begrunde og gøre rede for deres resultater. Dette er en seance der for eksempel kunne forløbe således:

Lærer: "Hvor meget skal du betale hvis du skal købe kage og kaffe til både far og mor?"

Elev1: "12 kroner."

Lærer: "Hvorfor det?"

Elev1: "Fordi et stykke kage koster 3 kroner, og dem skal jeg have to af. En kop kaffe koster også 3 kroner, og dem skal jeg også have to af. Så siger jeg 4 gange 3, og det bliver 12."

Lærer: "Det var en fin forklaring, men resultatet er desværre ikke rigtigt. Hvorfor ikke?"

Elev2: "Fordi man får rabat. Det bliver 10 kroner."

Lærer: "Hvorfor bliver det 10 kroner?"

Elev2: "Fordi en kop kaffe og et stykke kage koster 5 kroner tilsammen. Så det bliver 2 gange 5, og det er 10 kroner."

Forudsætningen for regnehistorien er at klassen netop har passet kageboden til skolens sommerfest. Det er derfor en fælles erfaring som regnehistorien refererer til. Målet med aktiviteten er at træne informationssøgning, addition, opstilling af simple regnestykker og læsefærdigheder i en matematisk kontekst og så selvfølgelig at træne en række *førfaglige* begreber.

Den sidste undervisningsaktivitet har kun et formål, og det er at træne og udvikle begrebet *forskel*.

## Læreren sproglige bevidsthed som inkluderende faktor i matematikundervisning?

At lære matematik i folkeskolen bør i mine øjne betragtes som læring af et fremmedsprog eller som læring af en særlig diskurs. Måden der tales og skrives på, og måden ord og begreber bliver anvendt på, adskiller sig fra den måde de samme ord bliver brugt på, og måden hvorpå der tales og skrives i dansk. At eleverne skal udvikle deres kommunikative kompetencer igennem matematikundervisningen, handler i høj grad om at eleverne tilegner sig det matematiske "fremmedsprog" eller den matematiske diskurs.

Betragter man undervisningsmateriale til matematikundervisning i første klasse, og iagttager man almindelig undervisning på dette trin, er der noget der tyder på at der eksisterer en antagelse om at eleverne møder ved skolestart med en række såvel sproglige som tidlige matematiske kompetencer som matematiklæreren kan bygge videre på og referere til i forbindelse med undervisningen. Som Nyborg og Nyborg (1990) allerede i slutningen af 1980'erne fremhævede, så antages det at eleverne kan tælle til ti, og at de har forståelse for de mest høfrekvente førfaglige begreber osv. Elever der ikke er i besiddelse af disse sproglige og tidlige matematiske kompetencer, starter med at være handicappede i matematikundervisningen i forhold til deres klassekammerater hvis læreren ikke er opmærksom på dette.

En måde at skabe en mere rummelig matematikundervisning på er ved at læreren inddrager udviklingen og meningsudfyldelsen af de førfaglige begreber som en naturlig del af undervisningen. Dette kan gøres igennem en række forskellige sproglige og kropslige aktiviteter der sætter fokus på elevernes forståelse af de førfaglige begreber og hjælper dem til over tid at videreudvikle deres forråd af førfaglige begreber. De to undervisningsaktiviteter der er beskrevet i foregående afsnit, skal ses som eksempler herpå.

Hvis vi accepterer Vygotskys antagelse om at nogle børn behersker sprogets syntaks før de behersker tankens syntaks (Vygotskij, 2001), så er det vigtigt at være opmærksom på at selv om eleverne kan anvende førfaglige begreber korrekt i en hverdagsætning, er dette ingen garanti for at begrebet er "korrekt" meningsudfyldt for det enkelte barn. Det handler derfor om at få tilrettelagt undervisningen således at eleverne bevidst og gentagne gange bliver konfronteret med og aktiveret i forhold til anvendelse af såvel de førfaglige som de matematikfaglige begreber.

Når matematikundervisningen bliver gjort mere "virkelighedsnær" igennem inddragelse af pseudovirkeligheder, kan der opstå problemer for nogle elever fordi matematikken drukner i en indpakning der for eleven er ukendt. Læreren bør være opmærksom på at den øgede kontekstualisering af matematikundervisningen for nogle elever er med til at øge matematikkens kompleksitet. Det kan være hensigtsmæssigt at læreren i stedet for at referere til virkeligheder fra børnenes liv uden for skolen i stedet centrerer undervisningen om erfaringer som eleverne har etableret inden for skolens rammer. På denne måde undgås det at elever bliver ekskluderet på grund af manglende fælles erfaring eller kulturelt kendskab. Regnehistorien i det foregående afsnit er et eksempel herpå.

For at eleverne skal udvikle deres kommunikative kompetence i matematikundervisningen, er det vigtigt at bryde det mønster som Alrø og Skovsmose har betegnet "det traditionelle klasseværelse" hvor eleverne giver minimal respons på lærerens spørgsmål. Alrø og Skovsmose introducerer i stedet "Undersøgelseslandskabet" der er karakteriseret ved at der ikke på forhånd er defineret opgaver der skal løses, og en dialogmodel: IC-Modellen (Alrø & Skovsmose, 2006). Som nævnt i et tidligere afsnit mener jeg at det stiller store krav til elevernes kommunikative kompetencer og evne til refleksion at arbejde i de undersøgelseslandskaber som Alrø og Skovsmose har beskrevet. Men jeg ser en stor styrke i at anvende IC-Modellen som inspirationskilde for lærerne når de arbejder med udvikling af elevernes matematikproglige og kommunikative kompetencer.

For det første er det hensigtsmæssigt at lærerne ikke accepterer blot et tal som svar på et spørgsmål (eksempelvis "45"), men sørger for at stille spørgsmålet "hvorfor?". På denne måde "tuner læreren ind" på den enkelte elevs forståelse. Når eleven så besvarer *hvorfor*-spørgsmålet, kan det igen være hensigtsmæssigt at læreren reformulerer det eleven siger, og får eleven til at gentage den "korrekte" talemåde for på denne måde at arbejde med korrekt brug af den matematiske diskurs. Det matematiske sprog kan ligeledes opdages og udfordres ved at lade eleverne komme med forskellige eksempler på hvorledes en tekst kan læses højt, fire plus syv er lig med elleve, eller hvordan et svar kan gives: Hvad er klokken? "Den er kvarter over ni", "Den er femten minutter over ni", "Den er femogfyrre minutter i ti", "Den er tre kvarter i ti" osv. Denne form for øvelser styrker elevernes sproglige bevidsthed og øger deres ordforråd, og samtidig er det sjovt.

En måde at skabe en mere rummelig og inkluderende matematikundervisning på er ved at læreren er bevidst om sin egen sprogbrug, lærematerialets sprogbrug, den matematiske diskurs som anvendes i undervisningen, og at han/hun har lyst og mod til at arbejde med elevernes sproglige udtryk i langt højere grad end der hidtil har været tradition for i matematikundervisningen. Jeg håber at denne artikel kan være med til at sætte tanker i gang og inspirere til at nye og anderledes undervisningsaktiviteter indføres i matematikundervisningen til gavn for alle elever.

## Tak

Der skal lyde en stor tak til Marikka Andreassen fra Silkeborg Seminarium, CVU Alpha og Peter Müller fra Ellekærskolen i Århus for at de gav mig mulighed for at få indblik i projekt SIM, samt for udveksling af tanker og ideer om god matematikundervisning og for input til nærværende artikel. Uden deres input ville denne artikel ikke være blevet til.

## Referencer

- Alrø, H. & Skovsmose, O. (2006). Undersøgende samarbejde i matematikundervisning – udvikling af IC-Modellen. I: O. Skovsmose & M. Blomhøj (red), *Kunne det tænkes? – Om matematiklæring*. Danmark: Malling-Beck A/S.
- Andersen, M.W. (2006). Matematik og læsning. *Spesialpedagogikk*, 2006(4), s. 56-61.
- Gimbel, J. (1995). Bakker og udale. *Sprogforum*, (3), s. 28-34.
- Golden, A. (1984). Fagord og andre ord i o-fagbøger for grunnskolen. I: A. Hvenekilde & E. Ryen (red.), *Kan jeg få ordene dine, lærer?* Oslo: J.W. Cappelen's Forlag.
- Høegh, J. et al. (2007). *Matematiktak for fjerde klasse*. Alinea.
- Høines, M.J. (1998). *Begynneropplæringen. Fagdidaktikk for barnetrinnets matematikkundervisning*. Lanås: Caspers Forlag A/S.
- Lunde, O. (2003). Språket som fundament for matematikk mestring. *Spesialpedagogikk*, 2003(1).
- Niss, M. & Jensen, T.H. (2002). *Kompetencer og matematiklæring. Ideer og inspiration til udvikling af matematikundervisning i Danmark*. Uddannelsesstyrelsens temahæfteserie nr. 18, 2002. København: Undervisningsministeriet.
- Nolte, M. (2004). Language Reception and Dyscalculia. I: A. Engström, *Democracy and Participation. A Challenge for Special Needs Education in Mathematics. Proceedings of the 2nd Nordic Research Conference on Special Needs Education in Mathematics*. Örebro: Department of education.
- Nyborg, M. & Nyborg, R. (1990). *Det å tilrettelegge innlæring av Matematisk Språk for barn i førskole-aldre og på tidlige klasse-trinn i grunnskolen; og da med vekt på begreps-undervisning og -læring, samt på forebygging av matematikk-lærevansker*. Haugesund: Norsk Specialpedagogisk forlag.

- Pedersen, T. & Ellehuus, M. (2005). *Sproget kan man regne med – Om indtænkning af den andetsproglige dimension i folkeskolens matematikundervisning*. Specialrapport, Afdeling for Lingvistik, Institut for Antropologi, Arkæologi og Lingvistik. Århus: Aarhus Universitet.
- Undervisningsministeriet. (2001). *Undervisning i andetsproglæsning og -skrivning*. København: Undervisningsministeriets forlag.
- Vygotskij, L.S. (2001). *Tenkning og tale*. Oslo: Gyldendal Akademisk.



# Når skolen tages ud af skolen

Trine Hyllested, Holbæk Seminarium

*Artiklen tager udgangspunkt i ph.d.-afhandlingen "Når læreren tager skolen ud af skolen". Der redegøres for de afsnit der omhandler det historiske og sociologiske aspekt ved at bruge andre fysiske rammer uden for skolen som en del af undervisningen i skolen. I anskuellesundervisningen omkring år 1900 tog den lokale lærer selv ud med sin klasse. I år 2007 kan læreren tage sin klasse ud til en professionel formidlingsinstitution med en ekspert der formidler ved et iscenesat arrangement. Artiklen afsluttes med at inddrage nogle af afhandlingens resultater der kan bruges til at diskutere, hvordan denne anderledes pædagogiske udfordring kan tages op når læreren tager skolen ud af skolen.*

## Den historiske basis fra "anskuelsesundervisningen"

At tage uden for skolen for at undervise er ikke nogen ny opfindelse. Vi har en lang dansk tradition for at undervise uden for skolen i naturfagene (Erslev, 1880, Jørgensen, 1924). Viggo Rasmussen argumenterede fx i lærernes debatblad "Vor Ungdom" for at tage på naturhistoriske udflugter og tegne de iagttagne objekter (Rasmussen, 1896, 1909). Et andet betydningsfuldt eksempel på en type undervisning fra den danske pædagogiske historie som beskriver de konkrete praktiske pædagogiske aspekter ved at gå uden for skolen for at undervise, er den såkaldte anskuellesundervisning. Det Styhrske cirkulære fra Kirke- og Undervisningsministeriet af 6. april 1900 fremhæver "Naturfagene" som en del af anskuellesundervisningen for de yngre klasser således:

... de uddanne Iagttagelsesevnen, skærpe Dømmekraften og indpode en bevidst Forstaaelse af Sammenhængen mellem Aarsag og Virkning. ... Men skal Naturfagsundervisningen bringe denne Frugt ... maa Undervisningen først og sidst drives anskueligt og Børnene opøves i selv at undersøge, selv at sammenligne ... støtte sig til anskuelige Undervisningsmidler, som virkelige Dyr og Planter. (Cirkulære fra Kirke- og Undervisningsministeriet af 6. april 1900)

Fra den datidige pædagogiske virkelighed beskrev lærerne i artikler deres anskuellesundervisning uden for skolen. De besøgte fx bageren, smeden og skomagere som

en del af undervisningen. De tog ud af skolen og målte, tegnede og beskrev og brugte deres beskrivelser tilbage på skolen (Hald, 1904). En lærer har beskrevet hvordan han og hans klasse som en del af det der kaldtes *hjemstavnsundervisningen*, tog lige uden for skolen, målte omgivelserne op og byggede en model af landskabet tilbage på skolen (Christensen, 1912). På Skolemuseet i København er denne lærers materialer og modeller bevaret. De er et enkelt og tidligt eksempel på hvordan en lærer brugte det at tage ud af skolen med sin klasse.

## Undervisningen gør i dag brug af særlige eksperter

Undervisningsministeriet anbefaler i dag lærere i folkeskolen at bruge ekskursioner både i natur/teknik, biologi og geografi, men også i andre folkeskolefag. Videnskabsministeriet fremhæver i deres publikation "Vild med Viden" flere måder at bruge det at tage ud af skolen som et undervisningspotentiale i hele skoleforløbet (Videnskabsministeriet, 2005). Foruden de ture som læreren selv kan undervise på når hun eller han tager uden for skolen, er der nu mulighed for en lang række pædagogiske tilbud om professionel hjælp når man tager ud. Der er elektronisk materiale på nettet, som fx opgaver, fremstillet af den institution man besøger. Der er udveksling af erfaringer og samlende netværk som fx internetsiden [www.udeskole.dk](http://www.udeskole.dk). Der er rundvisere, specialuddannede undervisere og særligt organiserede aktiviteter. Der afholdes kurser for lærere. Der stilles redskaber og særligt udstyr til rådighed. Der er bygget specielle institutioner alene med formidling som hensigt.

Selv med disse mange nye muligheder står vi dog stadig på skuldrene af en århundredlang pædagogisk diskussion af at tage uden for skolen. Spørgsmålet for en lærer kan stadig være hvorfor vi tager ud, hvad det er eleverne lærer, og hvorledes vi skal undervise.

I dag er der imidlertid sket en væsentlig ændring i måden at tage ud af skolen på. Læreren står ikke længere alene med undervisningen uden for skolen – der er ofte professionelle formidlere involveret. Antallet af professionelle rammer og investeringerne i professionelle rammer for formidling er steget i Danmark siden ca. 1960. Som et eksempel på denne udvikling vil jeg beskrive "Skoletjenesten" i Københavnsområdet.

## Starten af skoletjenester på museer

I et temanummer af *Unge Pædagoger* nr. 24, 1963 er der skrevet om guidede ture specielt for skolebørn arrangeret af Roskilde Museum i 1959. I 1963 havde to danske museer tilknyttet formidlere der arbejdede med at undervise på deres museum. Lovgivningen i Danmark bekræftede først denne aktivitet meget senere. I betænkning nr. 517, 1969, bliver begrebet "museumspædagog" nævnt for første gang (Adriansen, 1994).

I 1970 var den daværende leder af Biologisk Samling i København, Sten Krog Clausen, med til at starte en organisation der fik stor betydning for læreres mulighed for

at tage “skolen ud af skolen”, nemlig “Skoletjenesten”. Skoletjenesten organiserede et samarbejde mellem skolen og medarbejdere på museerne som skulle formidle museets genstande til skolebørn. Den nuværende leder fra Skoletjenesten i København, Poul Vestergaard, oplyser at antallet af skolebørn der besøgte institutionerne via Skoletjenesten steg fra 375.000 i 1975 til 395.000 i 1980. Fra 1986 startede Skoletjenesten en ny registreringsmetode hvor det var antallet af elever, der deltog i undervisningstilbud afholdt af Skoletjenesten, der blev registreret. Disse tal viser også en vækst: brugen af Skoletjenesten voksede fra 68.013 elever der deltog i undervisningstilbud i 1986, til 175.149 elever i 2002/2003. Antallet af museer og formidlingsinstitutioner tilknyttet Skoletjenesten i København er steget. Det som i 1970 startede med et samarbejde mellem Biologisk Samling og Zoologisk Museum, har i 2002/2003 udviklet sig til et samarbejde med 18 forskellige museer og “ud af skolen-aktiviteter”. Alle er tilknyttet Skoletjenesten i København (Vestergaard, 2004). Her tilbydes fx kunstaktivitet på Louisiana, eksperimenterende forskningsforsøg på Københavns Universitet og arbejde som jernalderbonde på Lejre Forsøgscenter (se mere på [www.skoletjenesten.dk](http://www.skoletjenesten.dk)). Aktiviteterne fra Københavnsområdet har bredt sig til resten af landet, og flere museer har nu formidlingstilbud til skoler m.fl.

## Professionelle rammer for naturformidling

I afhandlingen fokuseres der specielt på formidling af naturfag, og en stor del af det empiriske arbejde er foretaget på en naturskole. Naturskoler er specielle skoler der arbejder professionelt med formidlingsaktiviteter i naturen. Naturskolernes målgruppe er først og fremmest folkeskoler og andre uddannelsesinstitutioner. De fleste drives af kommuner på statens arealer. Den første naturskole startede 1972 i Farum. Senere er flere naturskoler etableret; i 2001 var antallet oppe på 89. De er placeret i naturområder og har som personale fx lærere, skov- og landskabsingeniører, biologer m.m. Størstedelen af personalet har statens naturvejlederuddannelse. Det er i dag en efteruddannelse for naturvejledere i job opbygget af et grundkursus og nogle temakurser. Dette formidlingsfelt er også i vækst. Antallet af naturvejledere uddannet under Skov- og Naturstyrelsen udviklede sig fra 14 i 1987 til 249 i år 2000 og er stadig stigende. Nogle naturvejledere arbejder på naturskoler, andre betjener et bredere publikum.

Opstarten af naturskolerne blev en del af en bredere naturformidlingsaktivitet med større naturcentre og lokale naturvejledere for et mere alsidigt publikum end skolebørnene på de lokale naturskoler. Begyndelsen til denne aktivitet var inspireret af den amerikanske rangerordning og blev støttet af bl.a. Friluftsrådet. Mange af centrene er desuden finansieret af Skov- og Naturstyrelsen, Miljøministeriet.

Andre typer af lokale formidlingsaktiviteter om natur, naturfag, energi, byøkologi og miljø både til lokale skoler og det brede publikum er udviklet efterfølgende. Tycho

Brahe Planetariet åbnede i 1989, Experimentarium i 1991, Danfoss Universe i 2005, og flere andre professionelle formidlingsinstitutioner tilbyder naturfagsundervisning.

## Undervisning i natur og naturfag er et kulturelt fænomen

Udviklingen af denne professionelle naturformidling kan delvist tolkes ud fra sociologen Henning Eichbergs teori om de tre "grønne bølger". Den første grønne bølge fra 1770 til 1820 opstår i det begyndende industrisamfund med vandring og gymnastik. Man færdedes i det som digterne betegner som det romantiske landskab. Den anden grønne bølge fra 1900 til 1930 beskriver Eichberg som en oplomstring af en mere organiseret form for naturdyrkelse i foreninger der samler sig om udfoldelse og praksis i naturen.

Endelig benævner Eichberg tiden fra 1970 til i dag som den tredje grønne bølge og navngiver den "new games, øko-bevægelse, land art og livstilsforbrug". Han forklarer fremkomsten af denne tredje bølge og den øgede brug af naturen ud fra øget rigdom, øget motorisering og dermed øget turisme (Agger et al., 2003). Når samfundet udvikles økonomisk og der bliver overskud, så er der råd til formidling.

Men hvorfor netop så meget naturformidling? Inspireret af Eichberg og Jespersen vil jeg citere følgende udsagn:

En meget almindelig synsvinkel er at betragte natur og friluftslivet som noget "helt naturligt". Er det ikke et universelt kropsbehov at bevæge sig i det fri? ... Natur- og friluftsliv har ikke altid været der, men det opstod og forsvandt efter bestemte samfundsmønstre. "Naturlighed" viser sig at være et kulturelt fænomen. Natur- og friluftsliv er en *kulturform*. (Eichberg & Jespersen, 1986, s. 441)

Min tolkning af dette udsagn er at den måde man arbejder med naturfag på, og den måde man bruger naturen på, er forankret i det samfund man er en del af. Naturen får den betydning som samfundet giver den. Naturopfattelser udtrykker mere om den kultur der skaber dem, end om den natur de skulle være et udtryk for. De er opfattelser af menneskets forhold til natur. Institutionalisering af naturformidlingen er blevet en del af kulturen i denne tredje grønne bølge.

Jeg vil gerne illustrere en nutidig opfattelse af natur og naturskolen med et citat fra en lærer på den naturskole jeg undersøgte:

"Altså det, der er derude, ja det er ægte, mere ægte end når man gør det her. Det er altid sådan noget pseudo, når man skal gøre det her ... men det er mere rigtigt, mere ægte i hvert fald, mere troværdigt. Jeg tror det er nemmere at forholde sig til, når det er derude i det rette element."

Lærer, 5. december 2002 (Hyllested, 2007)

Denne lærer giver udtryk for at det ægte, det rette element med hensyn til naturen – det er ude på naturskolen. Denne forståelse af naturen på naturskolen som noget særligt naturligt er et bemærkelsesværdigt natursyn. Betyder det at en snegl fundet på naturskolen i dette perspektiv formodes at være mere ægte end en snegl fundet i skolegården? Der er flere citater i afhandlingen der tyder på det samme.

Denne symbolske og kulturelle værdi som lærerne tillægger stedet og formidlerne, mener jeg har betydning for udvikling af en forståelse af hvad stedet er, og hvordan de besøger stedet. Denne forståelse og dermed den måde selve naturskolen/det professionelle formidlingssted bruges på, er en social konstruktion (Bruner, 1999, Bourdieu, 1997). Jeg har bl.a. hentet hjælp til analysen af undervisningen på naturskolen i sociologen Pierre Bourdieus analyse af en kabylsk kultur (Bourdieu, 1989). I denne analyse beskriver han hvordan der i selve den kabylske kultur ligger nogle bestemte handlingsmønstre indlejret som er afhængige af de magtforhold der findes i kulturen. I relation til det citat jeg nævnte ovenfor, tillægges naturen på naturskolen en helt særlig værdi i forhold til rammerne på folkeskolen. I andre af lærernes citater som findes i afhandlingen, betragtes naturskolelederen som en helt særlig person med en speciel viden og position. Disse magtforhold kan måske tillægges betydning for den måde naturskolen bruges på (Hyllested, 2007). Dette vender jeg senere tilbage til.

## Flere perspektiver på den historiske udvikling

Den øgede økonomi i 1960'erne kan have givet mulighed for mere oplysning om den viden der var værdsat på det tidspunkt. I tilfældet med skoletjenestens start blev det oplysning/forkyndelse af museets budskab. Nogle idealistiske formidlere mente måske at der skulle holdningsbearbejdes. Den stigende bevidsthed om forurening og den tilsyneladende mangel på viden om konsekvenserne af industrialiseringen fik mange miljøbevægelser og megen oplysning i gang. Også museerne var deltagere i oplysningen.

Institutionaliseringen af formidling kunne også ses som en form for legitimering. Når museer, statsskovvæsen og andre institutioner havde behov for oplysning og legitimering af deres aktivitet og deres berettigelse, opstod formidlingsafdelingerne på museer og andre institutioner. Ved oplysning om deres budskab og formål kunne disse institutioner konsolidere deres eksistens.

Som et tredje perspektiv på en tolkning af udviklingen har jeg analyseret udviklingen af de professionelle formidlingsinstitutioner ud fra et sociologisk perspektiv. Jeg har tolket fremkomsten af de professionelle formidlingsinstitutioner som et resultat af specialiseringen i samfundet ud fra Giddens' teori om modernitet. Sociologen Anthony Giddens (f. 1938) har siden 1970'erne været bidragsyder til udviklingen af sociologisk teori og analyser af det moderne samfund. I denne artikel anvendes Giddens' teori om moderniteten og det specialiserede samfund (Giddens, 1990, 1991).

## Giddens og udlejningsmekanismerne

Professionaliseringen af det at bruge formidlingsinstitutioner kan relateres til Giddens' teori om udlejring. Giddens udlægger sin teori om udlejring som en del af sin teori om moderniteten i det tyvende århundrede. Ifølge Giddens bliver mange funktioner der før det tyvende århundrede var en del af den daglige lokale praksis, nu professionaliseret og institutionaliseret.

Udviklingen karakteriseres som en fremadskridende adskillelse af funktioner. De sociale relationer bliver løftet ud af deres lokale kontekst og genskabt på tværs af tid og rum. Der bliver udviklet ekspertsystemer der overtager de relationer der før lå i den lokale kontekst.

Jeg tolker udviklingen af professionelle formidlere som et slags ekspertsystem. Systemet behøver eksperter som er specialiserede. På museer og naturskoler arbejder fx lærere med den særlige efteruddannelse der hedder naturvejlederuddannelsen. Formidlere på museer kan tage museumsformidleruddannelsen på Museumshøjskolen. I denne sammenhæng tolker jeg disse efteruddannede personer som eksperter. De er eksperter både i viden om et emne og i hvordan man kan undervise og formidle dette emne. De har mulighed for konstant at holde sig orienterede om ny viden. Dette gør museer, naturskoler og andre formidlingsinstitutioner til specialiserede ekspertsystemer i forhold til skolernes lærere.

## Nutidige formidlingssituationer uden for skolen og deres strukturelle paradokser

Jeg fandt det interessant at undersøge hvad denne professionalisering af formidlingssituationen uden for skolen kunne betyde for lærerens opgave i forhold til elevernes faglige læring når læreren brugte de professionelle formidlingssteder som en del af elevernes undervisning.

Præmisserne for undersøgelsen var min opfattelse af læring som en kognitiv aktivitet. Læring konstrueres af den enkelte og foregår altid i en kulturel kontekst. Læring kan udfordres af samværet med andre (Hyllested, 2007).

Det at lære noget er altid relateret til dette noget. Børn lærer altid et eller andet selv om det måske ikke altid var det læreren ville have de skulle lære. Det interessante for mig at se er hvad børnene lærer, og hvordan de aktiviteter som vi sætter i værk, har indflydelse på hvad de lærer.

Dette beskrives fx i en artikel om skolebesøg på et engelsk museum. Her skriver Jonathan Osborne at "det ikke er erfaringen i sig selv, men dialogen om erfaringen, der har betydning for læring" (Osborne, 1999). Det er altså ikke nok at tage hen på naturskolen og deltage i aktiviteterne der. Det er bl.a. den værdi læreren tillægger naturskolen, og dermed det eleverne fortager sig som en del af besøget før, under og efter selve besøget på naturskolen, der skaber forståelsen af de faglige budskaber

på museet. I relation til mine undersøgelser har jeg tolket at den kontekst lærerne gav børnene mulighed for at sætte besøget på naturskolen ind i, blev meget vigtig i forhold til hvilken forståelse børnene havde mulighed for at opnå af besøget.

Undersøgelsen beskrives i ph.d.-afhandlingen, men nogle af resultaterne fremhæves her.

## **Nogle resultater fra afhandlingen**

De kvalitative undersøgelser viste bl.a. at lærerne havde svært ved at finde deres rolle på det professionelle formidlingssted. Det var vanskeligt pludselig at stå som lærer i en faglig sammenhæng hvor der var en person der vidste mere rent fagligt end læreren selv gjorde, og desuden bestemte hvad der skulle ske på turen. Dette magtparadoks klarede lærerne på mange forskellige måder; de påtog sig forskellige roller:

- praktiske medarbejdere
- lov- og orden-medarbejdere
- sociale samværs partnere

Jeg har desuden observeret og tolket to meget forskellige måder at tackle den pædagogiske udfordring på:

- Læreren kunne vælge at blive en slags turist der svarede på spørgsmål fra naturskolelederen ligesom en elev på tur.
- Læreren kunne forsøge at blive en faglig facilitator af læreprocesser. Med udtrykket faglig "facilitator" forstår jeg at lærerne prøvede at forbinde børnenes erfaringer fra folkeskolen med det børnene oplevede på naturskolen; lærerne tog billeder og notater til efterbearbejdningen hjemme på skolen, de uddybede naturskolelederens spørgsmål og så videre.

## **Diskussion af lærerens rolle**

Jeg havde svært ved at forstå den måde lærerne agerede på når de var turister. Efter min opfattelse opgav nogle af lærerne helt deres rolle som lærer. I min tolkning af situationen på naturskolen baseret på Bourdieus kulturteori fandt jeg, at det kunne være de strukturelle magtforhold der gjorde at lærerne agerede som de gjorde, når de besøgte naturskolen. Når lærerne havde svært ved at finde deres lærerrolle på det professionelle formidlingssted, kunne det måske skyldes det uvante magtparadoks der opstod når der pludselig var flere der havde en underviserposition. Undervisningen på naturskolen blev et felt hvor der blev udviklet bestemte magtrelationer mellem naturskolelederen, lærerne og eleverne.

Når nogle lærere valgte turistrollen, har jeg tolket det som om de tillagde det pro-



fessionelle formidlingssted en så stor videnskæssig autoritet at de faktisk undervurderede deres egen rolle som lærere. I min tolkning af resultaterne tillægger lærerne naturskolen og naturskolelederen en symbolsk og kulturel værdi (Bourdieu, 1997). De grupper der var til stede i undervisningssituationen på naturskolen: lærerne, eleverne og naturskolelederen, indrettede deres roller efter denne udtalte symbolske og kulturelle værdi. Måden at bruge naturskolen på blev orienteret mod at lærerne tillagde naturskolelederens viden og ageren så stor betydning. Naturskolelederen var i sin rolle en lige så stor del af spillet som lærerne var. Det var ubevidst i naturskolelederens interesse at bibeholde sin position som en der havde kendskab til stedet og en særlig faglig viden (Hyllested, 2007).

Jeg prøvede imidlertid også at undersøge og analysere undervisningssituationen på naturskolen fra andre synsvinkler.

For nogle lærere var det en reel faglig støtte at tage ud til en professionel formidler der havde planlagt alt med udstyr og materialer. Undersøgelsen viste at mange af de lærere der var sat til at undervise i naturfag og tog ud til naturskolen som en del af deres undervisning, ikke selv havde en faglig uddannelse i naturfag. Mange lærere underviste således i naturfag uden at være uddannet til det. Det fænomen er de skoler der hører til denne naturskole, ikke ene om. På landsplan er det 1/3 af lærerne i natur/teknik og et lignende antal i biologi som ikke har de formelle kvalifikationer for at varetage naturfagsundervisningen (Breiting & Mogensen, 2003, Dragsted et al., 2004). Lærerne havde altså brug for en faglig støtte, og den kunne de til dels finde på naturskolen.

Andre lærere havde ifølge min analyse gjort sig klart hvad deres opgave på en professionel formidlingsinstitution kunne være, og indgik derfor mere bevidst i undervisningssituationen. I et tæt samspil med naturskolelederen tog de deres rolle som facilitatorer af læreprocesser på sig. Naturskolelederen gjorde det fra sin position muligt for læreren at opføre sig som facilitator ved at være åben og indstillet på netop denne lærers formål med turen.

## Læreren som brobygger

Der er sket en forandring af de objektive betingelser for lærerens rolle fra den tid, da læreren tog skolen ud af skolen som en del af anskuelsesundervisningen anno 1900, til når klassen besøger eksperten ved det iscenesatte arrangement på det professionelle formidlingssted anno 2007. De professionelle formidlingsinstitutioner er i dag et vilkår som er en del af den praktiske pædagogiske virkelighed. Læreren konkrete opgave på en ekskursion har forandret sig fra at være den agerende til at være en medagerende på en ekskursion uden for skolen, hvis han eller hun vælger at bruge et professionelt formidlingssted.

Afhandlingens empiriske undersøgelser viste, at naturskolen gav tilbud om faglig



kvalitetsundervisning og udvikling for både elever og lærere. Alene det at tage ud på naturskolen fremmede dog ikke nødvendigvis læreprocesserne. Det var den undervisningsmæssige sammenhæng læreren satte besøget ind i, der havde betydning. Ud fra denne forståelse af læring er aktivering af forforståelser samt efterfølgende refleksion og skriftlig/billedmæssig bearbejdning vigtige redskaber når læreren skal fremme elevernes læreproces.

Jeg tolker fra mine data og litteraturundersøgelsen at lærere kan fremme konstruktive kognitive læreprocesser når de bevidst bruger besøget *uden for skolen* som en del af undervisningen *på skolen*. De kan fx støtte læreprocesserne ved at:

- have et mål med undervisningen uden for skolen
- udfordre og involvere eleverne i besøget
- opfordre til at samle data/genstande, billeder og oplysninger
- være voksne, kritiske medundersøgere
- være med til at efterbearbejde

Det er læreren der må være brobyggeren mellem det professionelle formidlingssted og folkeskolen – uanset magtrelationer og eksperter. Men den rolle den professionelle formidler spiller, har også stor betydning for hvordan formidleren kan inddrage læreren som medspiller og medagerende både før, under og efter ekskursionen – i denne formidlerrolle ligger et spændende nyt forskningsprojekt gemt!

## Referenceliste

- Adriansen, I. (1994). Museums Pædagogik 1969-1994. *Dansk Tidsskrift for Museumsformidling*, 14, s. 7-11.
- Agger, P., Reenberg, A., Læssøe, J., & Hansen, H. P. (red.). (2003). *Naturens værdi: Vinkler på danskernes forhold til naturen*. København: GAD, i samarbejde med Danmarks Miljøundersøgelser.
- Bourdieu, P. (1989). Structures, Habitus, Power: Basis for theory for a theory of symbolic power. I: *Outline of a theory of practice* (s. 159-197). University of Cambridge.
- Bourdieu, P. (1997). *Af Praktiske Grunde – omkring teorien om menneskelig handlen*. København: Hans Reitzel.
- Breiting, S., & Mogensen, F. (2003). Biologiundervisningens situation i folkeskolen og dens mulige fremtid. *Kaskelots Pædagogiske Særunummer*.
- Bruner, J.S. (1999). *Mening i Handling*. Klim.
- Christensen, H. (1912). Hvorledes skal jeg undervise?. I: F. Aagesen et al. (red.), *Hvorledes skal jeg undervise?* København: Pio.
- Dragsted, S., Horn, F., & Sørensen, H. (2004). *Kortlægning af læreres kompetenceudvikling og efteruddannelsesbehov i natur/teknik*. København: Danmarks Pædagogiske Universitet.

- Eichberg, H., & Jespersen, E. (1986). *De Grønne Bølger – Træk af Natur- og Friluftslivets Historie*. Slagelse: Bavnebanke.
- Erslev, H. (1880). Naturfagenes Betydning som Undervisningsfag i Vore Børneskoler. *Vor Ungdom*, s. 193-215.
- Giddens, A. (1990). *The Consequences of Modernity*. California: Stanford University Press.
- Giddens, A. (1991). *Modernity and Self-Identity*. Stanford, California: Stanford University Press.
- Hald, S.A. (1904). Om elementær iagttagelsesundervisning og dens metodik. *Vor Ungdom*, 26, s. 241-251.
- Hyllested, T. (2007). *Når læreren tager skolen ud af skolen – en analyse af naturskolebesøg og andre ud af skolen aktiviteter med fokus på lærernes formål med at tage ud og deres interaktion med eleverne i forhold til at optimere betingelserne for elevernes læring*. Ph.d.-afhandling. København: Danmarks Pædagogiske Universitetsskole.
- Jørgensen, H. (1924). Træk af Naturhistorieundervisningens historie i Danmark. *Vor Ungdom*, 46, s. 147-157.
- Osborne, J. (1996). Beyond Constructivism. *Science Education*, 80(1), s. 53-82.
- Osborne, J. (1999). Constructivism in Museums: A Response. *Journal of Museum Education*, 23(1), s. 8-9.
- Rasmussen, V. (1896). Om Undervisning i Naturhistorie. *Vor Ungdom*, s. 816-826.
- Rasmussen, V. (1909). Naturhistoriske Udflugter. *Vor Ungdom*, s. 456-464.
- Vestergaard, P. (2004). *Møde med Poul Vestergaard i Skoletjenesten 16. april 2004*.
- Videnskabsministeriet. (2005). *Vild med Viden*. København: Ministeriet for Videnskab, Teknologi og Udvikling.

# En lommeregnerstøttet tilgang til grænseværdier og uendelighed i gymnasiets matematikundervisning

*Martin Sonnenborg, Næstved Gymnasium og HF*

*Anvendelsen af avancerede symbolske lommeregnerne i gymnasiets matematikundervisning giver elever såvel som lærere et værktøj som kan gøre undervisningen mere spændende og lærerig hvis det anvendes korrekt. I artiklen præsenteres en række fordele ved at anvende lommeregneren i den daglige undervisning ligesom to undervisningssituationer omkring grænseværdier og uendelighedsbegrebet skitseres. Især den sidste af de to undervisningssituationer fremmer elevernes personliggørelse af den tilsigtede viden, jf. Teorien om Didaktiske Situationer.*

## Indledning

Flere kommunale og private musikskoler tilbyder undervisning i harmonikaspil. For de af MONAs læsere som ikke umiddelbart er bekendt med den nærmere indretning af dette (i øvrigt ganske højlydte) instrument, kan jeg oplyse at harmonikaen for højre hånds vedkommende fungerer stort set som et almindeligt klaver. Venstre hånd derimod afhænger af harmonikaens type. Enten frembringes en hel akkord når man trykker på en knap og hiver i bælggen (dette kaldes grundbas), eller også frembringes – igen som på et klaver – kun en enkelt tone (dette kaldes melodibas). Den første af de to anvendes blandt andet til sømandsviser mens den anden er nødvendig til at spille mere avanceret musik såsom klassiske stykker.

Harmonikalærerne er ikke helt enige om hvilken tilgang man bør bruge når man første gang introducerer nye elever til harmonikaen. Nogle mener at eleverne lige så godt kan lære at spille "rigtigt" allerede fra begyndelsen (dvs. med melodibas), mens andre foretrækker at lære eleverne grundbas i starten for så at lære dem melodibas senere når de grundlæggende færdigheder inden for harmonikaspil mestres (bælgvendinger, forte, piano osv.). Helt oplagt er der fordele ved at undervise i brug

af melodibas fra starten, men en af fordelene ved grundbas er at den musik man som elev lærer at spille, meget hurtigere lyder af noget. Eleverne får med det samme følelsen af faktisk at spille musik hvilket giver dem en høj grad af tilfredsstillelse og lyst til at øve sig og blive bedre. Omvendt kan de elever som fra begyndelsen undervises i brug af melodibas, have sværere ved at motivere sig til at øve – deres harmonikaspil lyder af væsentligt mindre i begyndelsen idet de spiller enkelte toner frem for hele akkorder.

De forskellige tilgange til at lære eleverne at spille på harmonika kan umiddelbart genkendes inden for matematikken i forbindelse med væsentlige punkter i den diskussion der har været omkring brugen af avancerede symbolske lommeregner (CAS-værktøjer) i gymnasieundervisningen: Nogle lærere mener at eleverne skal lære den "rigtige" matematik først og så senere kan tillades at skyde genvej ved at anvende deres lommeregner, andre ser ikke noget problem i at lommeregnerne anvendes fra starten.

I denne artikel vil jeg skitsere en række idéer til en lommeregnerstøttet tilgang til matematiske grænseværdier i gymnasiet. De overordnede idéer stammer fra mit speciale inden for netop dette felt.<sup>1</sup> På samme måde som grundbas giver harmonikaeleverne mulighed for at spille musik allerede fra starten, kan lommeregneren anvendes til at give gymnasieeleverne mulighed for at lave relativt avanceret matematik med grænseværdier allerede fra et tidligt tidspunkt – de formelle metoder (melodibas) følger efter i naturlig forlængelse når de første grundlæggende kundskaber er tilegnet.

Efter en kort redegørelse for det didaktiske potentiale en velovervejede lommeregnerstøttet tilgang har, følger to eksempler på en lommeregnerstøttet tilgang til grænseværdier og uendelighedsbegrebet. Artiklen afsluttes med perspektivering og en kort konklusion.

## Lommeregnerens didaktiske potentiale

Set fra elevernes side er en symbolsk lommeregner et herligt værktøj. De kan anvende den til at spare tid og besvær i forbindelse med besværlige omskrivninger, udregninger osv. Læreren på den anden side finder det ofte problematisk at eleverne kan løse flere opgaver på deres lommeregner uden at behøve tænke det mindste selv (Trouche, 2005).

Her er det nyttigt at skelne mellem hvad man kan kalde *brug* og *misbrug* af lommeregneren. *Brug* er når lommeregneren anvendes som et positivt valgt hjælpemiddel til at udforske en problemstilling eller spare tid i forbindelse med eksempelvis udførelse

1 Specialet er tilgængeligt i sin fulde længde online på Institut for Naturfagernes Didaktiks hjemmeside [www.ind.ku.dk](http://www.ind.ku.dk) under publikationer.

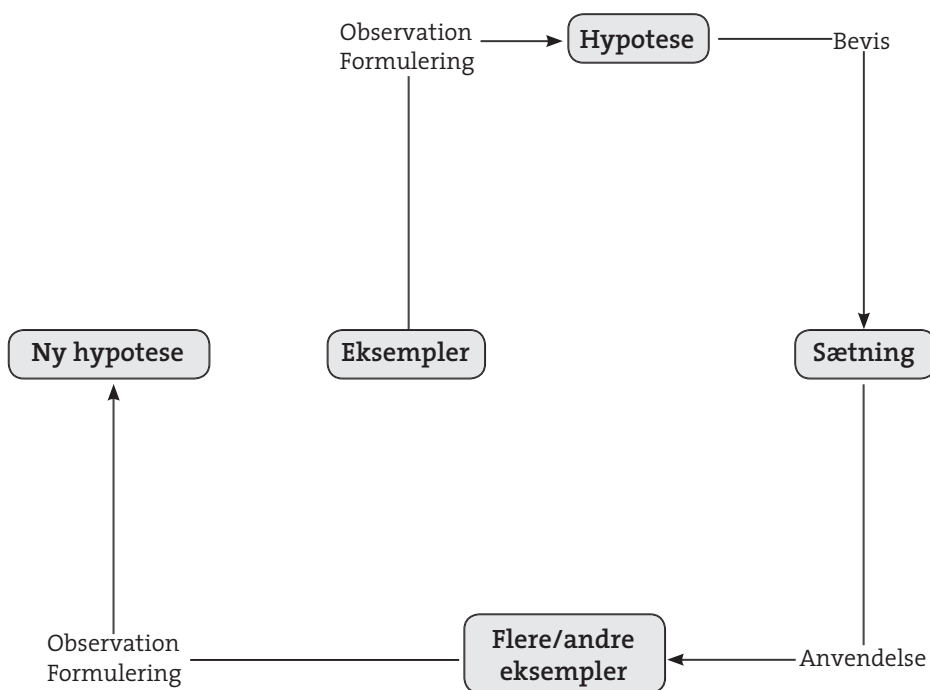
af en række komplicerede udregninger som eleven sædvanligvis selv ville være i stand til at udføre givet nok tid. *Misbrug* på den anden side er når lommeregneren udnyttes som en magisk maskine som giver svar på opgaver eleven dårligt selv forstår og helt sikkert ikke ville være i stand til at løse uden.

Et klassisk eksempel på brug er når eleverne efter at være blevet introduceret til differentialregningens lyksaligheder skal anvende deres viden til at finde lokale ekstrema for et tredjegradspolynomium  $f(x)$ . Strategien er hurtigt klar: Bestem  $f'(x)$ , og løs andengradsligningen  $f'(x) = 0$ . Her er undervisningens fokus på *metoden* frem for på differentiationsrutinen eller for den sags skyld på løsning af andengradsligninger. I forbindelse med disse to, i sammenligning med hovedfokuset på metode sekundære, elementer af eksempelregningen kan lommeregneren være nyttig for eleverne og spare dem for en del tid og besvær.

Tilsvarende kan læreren drage fordel af lommeregneren. Hvis eleverne tillades at anvende lommeregneren til at løse andengradsligninger (og eventuelt også til at differentiere), bliver eleverne for det første i stand til hurtigere at arbejde sig gennem en lang række eksempler. For det andet styrkes metodefokuset ved at metoden umiddelbart kan generaliseres til vilkårlige polynomier; på lommeregneren anvendes nøjagtigt de samme kommandoer ligegyldigt hvilket polynomium der er tale om: definer, differentier, sæt lig nul, løs ligningen.

Videre giver lommeregneren mulighed for at tage nye tilgange til matematikken i brug. Som netop omtalt kan lommeregneren sætte eleverne i stand til hurtigt at arbejde sig igennem en række (beregningstunge) eksempler hvilket kan udnyttes i forbindelse med en eksperimentel tilgang til matematikken.

En eksperimentel tilgang (se figur 1) hvor eleverne selvstændigt udforsker en problemstilling, fremsætter hypoteser, formulerer og senere beviser sætninger osv., er en langt mere naturlig tilgang til matematikken end den logisk opbyggede, deduktive matematik som vi kender så godt fra diverse lærebøger. Lakatos (1976) beskriver hvordan udviklingen inden for matematikken er karakteriseret ved en stærkt eksperimentel dimension, og denne kan tilgodeses i gymnasimatematikken ved at anvende lommeregneren til at udforske en given problemstilling med alle de matematiske kompetencer dette medfører. Et eksempel på en sådan udnyttelse af lommeregneren følger.



**Figur 1.** En eksperimentel tilgang til matematikken er i langt højere grad end en deduktivt opbygget tilgang i tråd med den måde matematikken faktisk udvikler sig på. Lommeregneren kan anvendes til at overskue en stor mængde eksempler hvilket er nødvendigt for at sætte eleverne i stand til selvstændigt at formulere hypoteser og sætninger.

Videre kan lommeregneren også anvendes som en kikkert. Ud over at sætte eleverne i stand til hurtigt at overskue et større område (ved at regne en masse eksempler igennem) kan den også anvendes til at se resultater som ligger langt ude i horisonten. Således kan eleverne som en anden opdagelsesrejsende langsomt arbejde sig hen mod et mål som de har fundet ved hjælp af deres lommeregner, og med overblik over landskabet foran dem åbnes for alternative ruter, frem for at de blot går frem i fugleflugtslinje gennem alskens buskads og tornekrat. Et eksempel på denne anvendelse følger her.

### Problemet med grænseværdier

Grænseværdier regnes (med rette) for at være et af de mest udfordrende matematiske begreber som gymnasieelever stifter bekendtskab med. En formel tilgang til grænseværdier må nødvendigvis tage sit udgangspunkt i den formelle definition af grænseværdi, med alle de kvantorer, uligheder og græske bogstaver som optræder i

denne som udgangspunkt. Mange gymnasielærere vælger dog en sådan formel tilgang fra da den er ganske tung og vanskelig at forstå for langt størstedelen af eleverne. I stedet vælges en mere uformel tilgang, eksempelvis i forbindelse med en første introduktion til differentialregning hvor grænseværdierne så at sige erstattes af en lineal som repræsenterer en korde som gradvist ændres til en tangent.

På den anden side opstiller Sierpinska (1987) en hel række problemer og misforståelser i forbindelse med grænseværdier som man typisk støder på blandt eleverne. Eksempelvis opfatter flere elever ikke grænseværdier som et matematisk funderet koncept, men som en *ad hoc*-metode baseret på erfaring. Mange elever opfatter grænseværdier som en form for tilnærmelse eller som en slags dynamisk bevægelse hen mod et givet tal  $a$ , og begge disse misforståelser kan så tolkes i et geometrisk eller et numerisk perspektiv.

De fleste af de hyppigst forekommende misforståelser kan spores tilbage til en mangel på en formel tilgang til grænseværdier hvilket efterlader os i lidt af et dilemma: På den ene side er en formel tilgang umiddelbart for vanskelig for størsteparten af eleverne, og på den anden side medfører en uformel tilgang til grænseværdier flere forskellige misforståelser blandt eleverne.

Min idé til en løsning af dette problem er at kombinere en uformel tilgang til grænseværdier med velfunderede formelle matematiske metoder. Både inden for den uformelle tilgang og inden for de formelle metoder kan en symbolsk lommeregner med fordel anvendes, hvilket jeg vil komme nærmere ind på i det følgende.

### Eksempel 1: En sammenligning af to grænseværdier

Som et led i det undervisningsforløb jeg designede i forbindelse med mit speciale, skulle eleverne blandt andet betragte følgende grænseværdier:

$$\mathbf{A} \lim_{x \rightarrow 0} \sin\left(\frac{1}{x}\right)$$

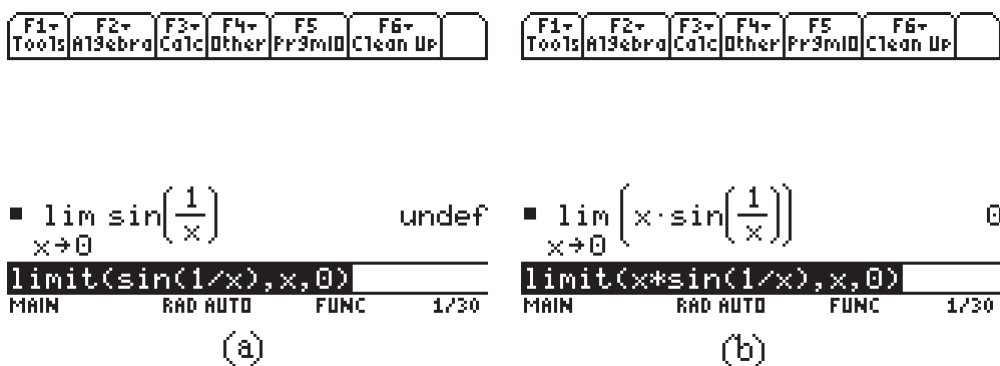
$$\mathbf{B} \lim_{x \rightarrow 0} x \cdot \sin\left(\frac{1}{x}\right)$$

Umiddelbart er de ganske ens, men et nærmere studie af de to udtryk vil vise at de i virkeligheden er ganske forskellige, ligesom dette studie vil give anledning til at fremhæve vigtige pointer i forhold til den formelle definition af grænseværdier.

Udgangspunktet for en sammenligning af de to er at der er noget konkret at sammenligne. Beder man en gymnasieelev sammenligne de to udtryk, kan vedkommende givetvis forholdsvis hurtigt fortælle at forskellen er det  $x$  der er med i udtryk **B**, men ikke i **A**. Men nu er matematik mere og andet end "find fem fejl", og et sådant svar stiller ingen gymnasielærer sig tilfreds med i længden. En mere

kvalitativ matematisk sammenligning uden nogen hjælpemidler vil dog falde de fleste gymnasieelever ganske vanskelig, og det er her den symbolske lommeregner kommer ind i billedet.

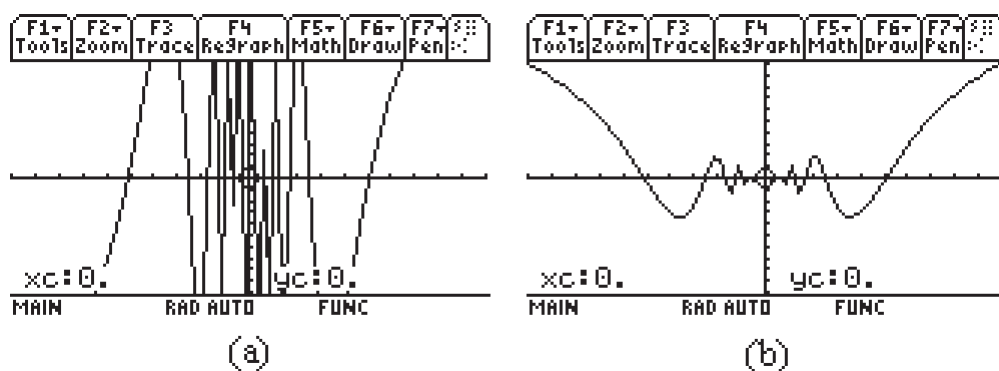
Ved at bruge lommeregneren kan eleven ganske hurtigt bestemme værdien af de to udtryk (se figur 2), og med de forskellige resultater som udgangspunkt er sammenligningen ovenfor pludselig meget mere interessant. Med udgangspunkt i at den eneste forskel på selve udtrykkene er et  $x$ , kan lommeregnerens resultat bruges til at drage den konklusion at det netop er det  $x$  som må være skyld i at udtryk **A** er undefineret (figur 2a) mens udtryk **B** er lig med nul (figur 2b).



**Figur 2.** Ved hjælp af en symbolsk lommeregner kan eleverne umiddelbart finde relativt komplicerede matematiske grænseværdier, hvilket muliggør en mere kvalitativ matematisk sammenligning af de to udtryk end en overfladisk “find fem fejl”-sammenligning.

Efter således at have konkluderet at det ekstra  $x$  i udtryk **B** er afgørende for at udtryk **B**, modsat **A**, har en veldefineret grænseværdi, er eleverne rede til at søge forklaringen på *hvorfor* det forholder sig sådan. En grafisk sammenligning af de to udtryk under grænseværdien er nærliggende, og igen kan lommeregneren hjælpe eleverne. Ingen af udtrykkene er meget vanskelige at indtaste, og efter at have anvendt lommeregnerens ZOOM-funktion et par gange fås ganske illustrative repræsentationer af de to grafer (se figur 3).

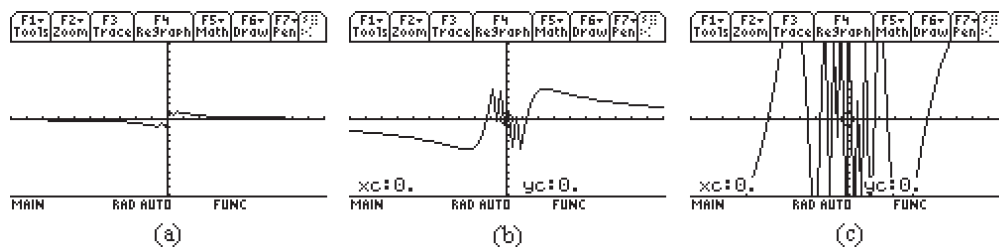




Figur 3. Graferne for udtrykkene under grænseværdierne A hhv. B.

Bemærk her at øvelsen “tegn grafen for udtrykkene A og B” giver læreren et indblik i elevernes anvendelse af lommeregneren til at tegne grafer. Det er ikke altid at de grafer man studerer, passer ind i lommeregnerens standardvindue, og her kommer lommeregnerens ZOOM-funktion i spil. Betragt eksempelvis grafen for udtrykket i grænseværdi A (figur 4).

Bemærk især hvordan grafen ændrer sine egenskaber fundamentalt når lommeregneren kommer i spil. I standardvinduet (figur 4a) er grafen tilsyneladende under x-aksen for  $x < 0$  mens den tilsyneladende er over for  $x > 0$ . Efter at have brugt ZOOM-funktionen en gang i punktet (0,0) (figur 4b) er det tilsyneladende omvendt, mens det først er efter endnu en ZOOM-kommando (figur 4c) at det bliver klart for eleverne hvordan grafen i virkeligheden forløber. Således kan læreren, blot ved at bede nogle elever tegne en skitse af en graf på tavlen, observere om disse elever er i stand til at tegne en brugbar graf på deres lommeregner ved at sammenholde deres skitse med grafens faktiske forløb.



Figur 4. (a) Grafen for funktionen  $f(x) = \sin(1/x)$  i standardvinduet. (b) Samme graf efter at ZOOM-funktionen er anvendt en gang i punktet (0,0). (c) Efter to anvendelser.

En sammenligning af de to grafer for udtrykkene A og B (figur 3) viser at begge udtryk har det til fælles at perioden for sinus bliver kortere og kortere jo tættere  $x$  kommer på

nul, men hvor grafen for udtryk **A** bliver ved med at svinge med samme udsving, bliver udsvinget for udtryk **B** stadig mindre efterhånden som  $x$  nærmer sig nul. Videre kan man diskutere sig frem til det rimelige i denne observation ved at sammenholde dette med de to oprindelige udtryk: **B** skilte sig netop ud fra **A** ved at have et  $x$  ganget på foran – og når  $x$  går mod nul, svarer det til at gange et stadig mindre tal på udtrykket i **A**, som pga. sinus' egenskab som begrænset funktion betyder at udtryk **B** vil gå mod nul.

Foreløbig har der fundet meget lidt formel matematik sted. Sammenligningen af de to grænseværdier har hovedsageligt foregået på et uformelt niveau hvor man diskuterer forskellen på de to grænseværdier ud fra nogle outputs fra en lommeregner. Eleverne har (ganske vist overfladisk) analyseret et matematisk problem, identificeret en afgørende forskel på de to udtryk samt fået en idé om hvorfor den tilsyneladende lille forskel har så stor betydning. Uden at udføre komplicerede matematiske beregninger har de alligevel udført en (uformel) matematisk analyse af en problemstilling, hvorved flere af de centrale kompetencer nævnt i gymnasiebekendtgørelsen for matematik bliver trænet og styrket.

Der er dog fortsat et stykke vej til målet. En uformel argumentation med udgangspunkt i det grafiske register er ikke tilstrækkelig. Der fordres et matematisk bevis, og første skridt på vejen til et sådant for udtryk **B** er at forklare hvorfor vurderingen

$$-x \leq x \cdot \sin\left(\frac{1}{x}\right) \leq x$$

er sand. Dette kræver et kendskab til grafen og (især) værdimængden for sinus-funktionen, men er dette berørt i tidligere undervisningsforløb, er ulighederne ovenfor hurtigt forklaret ud fra værdimængdebetrægtninger (sinus svinger mellem -1 og 1). Eleverne kan nu, ved at sætte stadig mindre værdier for  $x$  ind i ulighederne, studere hvad der sker efterhånden som  $x$  går mod nul, og ud fra den ovenstående ulighed opstille følgende:

$$\lim_{x \rightarrow 0} -x \leq \lim_{x \rightarrow 0} x \cdot \sin\left(\frac{1}{x}\right) \leq \lim_{x \rightarrow 0} x$$

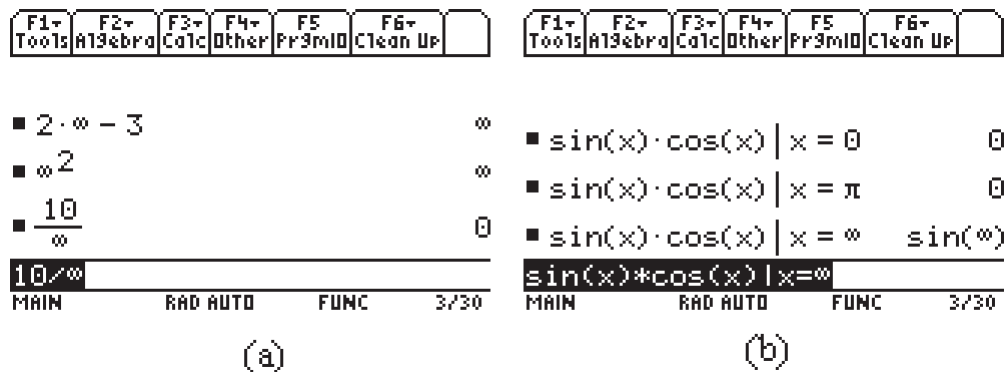
De to grænseværdier som begrænser udtrykket i midten (grænseværdi **B**), ses let begge at gå mod nul, og således bliver udtryk **B** i midten klemt tættere og tættere på nul – det må altså være lig med nul.

Med relativt simple midler har eleverne på nuværende tidspunkt identificeret den afgørende forskel på de to oprindelige grænseværdier ligesom de har lavet et matematisk bevis for hvorfor den ene af de to antager værdien nul. En konklusion af formen "Vi kan klemme udtrykket vilkårligt tæt på nul, så nul må være grænseværdien" er ikke langt borte, hvilket kan lede til et (mere eller mindre formelt) matematisk funderet argument for hvorfor grænseværdi **A** er undefineret.

## Uendelig – et tal som alle andre?

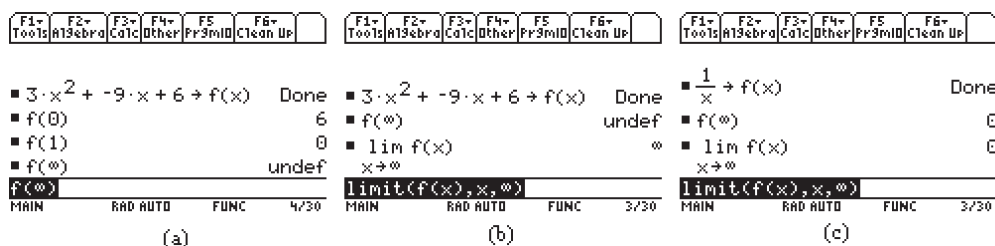
Et andet aspekt som typisk er med til at skabe usikkerhed og forvirring i forbindelse med grænseværdier, er det nære slægtskab disse har med uendelighedsbegrebet. Samspelet mellem de to matematiske koncepter og hvordan kombinationen af de to medfører om muligt endnu større problemer for eleverne, er endog særdeles grundigt beskrevet i diverse didaktiske tidsskrifter. Af selv samme årsag vil jeg ikke komme nærmere ind på disse problemer her, men i stedet fokusere på hvorledes lommeregneren på den ene side umiddelbart kan anvendes til at få indblik i hvad uendelig er for en størrelse, ligesom den på den anden side også kan være årsag til en hel del forvirring.

De mest almindelige symbolske lommeregner har alle uendelig (i form af en knap med mærket “∞”) umiddelbart tilgængelig for brugeren. Eksempelvis er denne knap på en TI-89-lommeregner placeret på samme niveau som tallene  $e$  og  $\pi$ . Således er eleverne i stand til at gøre sig en række første erfaringer med uendelighed blot ved at trykke en lille smule på deres lommeregner (se figur 5a). Dog vil lommeregneren til tider give umiddelbart uforståelige og misvisende svar (se figur 5b).



**Figur 5.** (a) På en symbolsk lommeregner kan eleverne eksperimentere med uendelighed og opdage fundamentale egenskaber. (b) Dog vil de til tider støde ind i mystiske og til tider misvisende svar. Hvorfor svarer lommeregneren for eksempel  $\sin(\infty)$  frem for  $\cos(\infty)$  eller udefineret?

Tilsvarende vil nogle elever finde at lommeregneren modsiger sig selv idet den godt kan vurdere nogle funktioner i  $x = \infty$ , men ikke andre (se figur 6). Denne inkonsekvens skyldes lommeregnerens software som således i høj grad er med til at betinge elevernes brug af lommeregneren (sammen med knappernes placering, kommandoernes syntaks osv.). Denne proces hvor elevens anvendelse af lommeregneren betinges af dens nærmere indretning, kaldes *instrumentationsprocessen* (Trouche, 2004, s. 290).



**Figur 6.** Hvis eleverne eksperimenterer med uendelig på deres lommeregner, vil de finde tilsyneladende modstridende svar. I skærbillede (a) angives polynomiet  $f(x)$  som udefineret i  $x = \infty$  til trods for at eleverne ville forvente at andengradsleddet dominerer. I skærbillede (b) viser det sig dog at grænseværdien for polynomiet er uendelig for  $x$  gående mod uendelig. Af (c) fremgår det dog at dette mønster ikke er konsekvent – her er grænseværdien lig med  $f(\infty)$ .

### Eksempel 2: “Nej, nu bliver det simpelthen for mærkeligt!”

I det føromtaltte undervisningsforløb om grænseværdier som jeg designede i forbindelse med mit speciale, indgik der også en introduktion til uendelighed. Efter at have bestemt værdien af en hel række grænseværdier blev eleverne bedt om at se nærmere på de af grænseværdierne som havde værdien plus/minus uendelig. Opgaven lød på at se om de kunne finde et mønster ved at inddrage regnereglerne for grænseværdier. Fem grænseværdier skulle undersøges i den forbindelse:

$$\text{C } \lim_{x \rightarrow 0} \frac{1}{x^2} (e^x + 1)$$

$$\text{D } \lim_{x \rightarrow 0} \cos(x) \cdot \ln(x^2)$$

$$\text{E } \lim_{x \rightarrow 0} x^2 \cdot e^{1/x^2}$$

$$\text{F } \lim_{x \rightarrow 0} (\cos(x) - 1) \cdot e^{1/x^2}$$

$$\text{G } \lim_{x \rightarrow 0} (x^2 + 1) \cdot e^{1/x^2}$$

Af de fem grænseværdier har de tre værdien uendelig (C, E og G) mens to (D og F) har værdien minus uendelig.

De fem grænseværdier er alle af et produkt af to funktioner, og disse to funktioners egenskaber angiver grænseværdiens *type* og bestemmer dens værdi. Det langsigtede mål med forløbet er at eleverne sættes i stand til at genkende typerne ligesom de gerne skulle blive i stand til at udføre et argument for hvorfor grænseværdierne har den værdi de har. De fem grænseværdier C til G er alle af typen  $k \pm \infty$  (udtrykkene C, D og G) samt typen  $0 \pm \infty$  (udtrykkene E og F).

I løbet af undersøgelsen udfylder eleverne et skema svarende til tabel 1. Dette giver et udmærket overblik over de fem grænseværdier.

	$f(x)$	$f_1(x)$	$f_2(x)$	$\lim f_1(x)$	$\lim f_2(x)$	$\lim f_1(x)f_2(x)$
<b>C</b>	$\frac{1}{x^2}(e^x + 1)$	$\frac{1}{x^2}$	$(e^x + 1)$	$\infty$	2	$\infty$
<b>D</b>	$\cos(x) \cdot \ln(x^2)$	$\cos(x)$	$\ln(x^2)$	1	$-\infty$	$-\infty$
<b>E</b>	$x^2 \cdot e^{1/x^2}$	$x^2$	$e^{1/x^2}$	0	$\infty$	$\infty$
<b>F</b>	$(\cos(x) - 1) \cdot e^{1/x^2}$	$(\cos(x) - 1)$	$e^{1/x^2}$	0	$\infty$	$-\infty$
<b>G</b>	$(x^2 + 1) \cdot e^{1/x^2}$	$(x^2 + 1)$	$e^{1/x^2}$	1	$\infty$	$\infty$

**Tabel 1.** Når lommeregneren anvendes til at udforske en matematisk problemstilling, kan resultaterne med fordel organiseres i et skema. Her er opgaven at finde et mønster, og i den efterfølgende diskussion vil skemaet danne et naturligt udgangspunkt.

Eleverne anvender deres lommeregner til at udfylde skemaet og finder at der indgår en komponent med grænseværdi plus/minus uendelig i alle udtryk.

Skemaet rummer en masse potentiale i forbindelse med at starte en diskussion omkring uendelig. At  $-1 \cdot \infty = -\infty$  (udtryk D) virker umiddelbart rimeligt, og tilsvarende gør sig gældende for udtryk G, mens  $2 \cdot \infty = \infty$  (udtryk C) er mere vanskeligt at forstå.

Grænseværdierne E og F vil umiddelbart give anledning til en del forvirring og gjorde det også da jeg testede mit forløb på en 2. g-klasse i februar og marts 2007. Den følgende beskrivelse af undervisningssituationen er baseret på lydoptagelser og observationsnoter fra timen.

Tidligere havde eleverne lært at når et tal multipliceres med nul, bliver resultatet nul. De blev derfor ganske forvirrede da resultatet af det (tilsyneladende) samme regnestykke – nul gange uendelig – blev plus hhv. minus uendelig. De konkluderede noget tvivlende at uendelig på en eller anden lumsk måde måtte være stærkere end nul, men var stadig ganske forvirrede. Det blev ikke bedre da de blev bedt om at undersøge endnu en grænseværdi på samme måde som de havde gjort med de fem tidligere:

$$\text{H} \lim_{x \rightarrow 0} \frac{1}{x^2} \cdot e^{-1/x^2}$$

Grænseværdi  $H$  har værdien 0 og er også af typen  $0 \cdot \pm \infty$ , så nu havde eleverne grænseværdier af typen  $0 \cdot \pm \infty$  med værdien minus uendelig, nul og plus uendelig. På dette tidspunkt var forvirringen nærmest total, eksemplificeret ved en frustreret elevs udbrud "*Nej, nu bliver det simpelthen for mærkeligt!*"

Efter at der var blevet skabt ro i klassen, blev der samlet op på de seks grænseværdier. De blev inddelt i de to typer  $k \cdot \pm \infty$  og  $0 \cdot \pm \infty$ , og i tråd med min idé omkring senere at indføre formelle matematiske metoder lærte eleverne at bevise hvorfor grænseværdier af den første type har værdien plus/minus uendelig.

Udgangspunktet for det formelle bevis var et "*Hvis John er høj, og Allan er højere, så er Allan også høj*"-princip som eleverne umiddelbart tog til sig og anvendte til at vurdere udtrykkene nedad hhv. opad til noget de lettere kunne overskue og bestemme værdien af.

Forvirringen vedrørende typen  $0 \cdot \pm \infty$  gav senere anledning til en diskussion vedrørende relativ væksthastighed. Klassen havde ikke tidligere beskæftiget sig med dette, men eleverne var for en stor dels vedkommende i stand til at indse at eksponentialfunktioner dominerer polynomier, og eleverne accepterede at man skulle passe på når man arbejder med uendelighed. Dette var netop en af mine vigtigste pointer i forbindelse med mit forløb.

## Perspektivering

De to undervisningssituationer som jeg har beskrevet, er begge funderet i *Teorien om Didaktiske Situationer*, ofte forkortet TDS (Brousseau, 1997). Inden for TDS er skellet mellem *personlig* og *officiel* viden helt centralt. Når en elev tilegner sig ny viden, sker det gennem en kompliceret proces hvor eleven først *personliggør* den officielle matematiske viden. Her er det op til læreren at etablere et undervisningsmiljø som er særligt favorabelt for og støtter elevens personliggørelse af den officielle viden. Efterfølgende *institutionaliseres* den viden eleven har tilegnet sig, og også her spiller læreren en central rolle (Winsløw, 2006).

Personliggørelsen af den matematiske viden er helt central. Man kan ikke starte med at institutionalisere – så får eleverne kun en overfladisk forståelse af problemfeltet, og de glemmer hurtigt hvad de har lært. Modsat giver en høj grad af personliggjort viden en dybere forståelse ligesom eleverne har lettere ved at huske hvad de har lært.

Især i det sidste af de to eksempler beskrevet ovenfor er fokuset på personliggørelsen. Ved at få eleverne til at undersøge visse grænseværdier selv, støttet af deres lommeregner, styrkes personliggørelsesprocessen ligesom det er tilfældet når eleverne bedes formulere hypoteser omkring hvorfor de fem grænseværdier  $C$  til  $G$  har værdien plus/minus uendelig.

Som omtalt tidligere (jf. figur 1) er symbolske lommeregnere en medvirkende årsag til at en eksperimentel tilgang til flere matematiske emner bliver mulig. Det er oplagt

at en eksperimentel tilgang støtter personliggørelse af den matematiske viden, og således kan lommeregnerne og andre CAS-værktøjer i høj grad anvendes til at støtte elevernes tilegnelse af viden inden for et (nyt) matematisk emne.

Men også i det første eksempel (sammenligning af to grænseværdier) er der tale om en høj grad af personliggørelse. En relativt lang fase med uformel diskussion tillader alle eleverne at være med et langt stykke af vejen. Det er ikke sikkert at de alle kan gennemskue løsningen på nogle af de problemer der identificeres, men de bør alle kunne tage del i den fælles undren som gerne skulle opstå som følge af diskussionen af forskellen på de to grænseværdier.

I begge tilfælde munder de indledende uformelle øvelser ud i formelle matematiske argumenter. Disse argumenter må nødvendigvis tage deres udspring i læreren da stof-fet er for kompliceret til at eleverne helt på egen hånd kan gennemføre de formelle argumenter. Læreren som hidtil primært har haft ansvaret for at styre ordet og systematisere elevernes uformelle refleksioner, sørger løbende for at samle hovedpointerne fra elevernes arbejde sammen, og med dem som udgangspunkt etableres til sidst den officielle (fælles) viden. Ved at bruge elevernes personlige viden som udgangspunkt for den officielle sikres elevernes ejerskab over for matematikken og den tilegnede viden.

Dog skal man også være opmærksom på at der er en hel del problemer forbundet med at anvende lommeregneren. Som nævnt i indledningen er nogle lærere imod CAS-brug, og ud over at det kræver en hel del tid at lære eleverne at bruge deres lommeregner, er der også andre problemer forbundet dermed. Flere af disse er behandlet i Winsløw (2003) – blandt andet den såkaldte *black box*-effekt. Lommeregneren indtager rollen som en magisk kasse som man putter noget ind i hvorefter den giver et svar. Problemet er at der ikke er nogen mulighed for at se de metoder, mellemregninger, sætninger osv. som bringes i spil.

I mit speciale søgte jeg at udnytte *black box*-effekten til min egen fordel. Eleverne vidste en smule, men ikke meget om grænseværdier, og ved at bruge lommeregneren til at bestemme værdien af en række omhyggeligt udtænkte grænseværdier etableredes en række uformelle *kendskaber* som svarede til den formelle matematiske definition af grænseværdier (det var i det mindste planen). De uformelle kendskaber støttes løbende af formelle metoder og *kundskaber* for at sikre et passende højt matematisk niveau.

Denne strategi kan med fordel anvendes inden for flere matematiske områder end bare grænseværdier. Differentiation og integration er oplagte emner – her kan lommeregneren også anvendes til at behandle et datamateriale og udlede nogle formler for så til sidst (med læreren som central medspiller) at bevise at de faktisk er korrekte.

## Konklusion

Således nærmer vi os vejs ende. I artiklen har jeg præsenteret et par af de fordele der er ved at anvende lommeregneren i den daglige matematikundervisning i gymnasiet,

men som inden for harmonikaundervisning er det i høj grad op til den enkelte lærers temperament hvilken rolle lommeregneren skal/bør spille.

I eksemplerne har jeg skitseret to undervisningssituationer hvor lommeregnerne spiller en central rolle. Begge undervisningssituationer er funderet i TDS og tager udgangspunkt i at eleverne skal have mulighed for i høj grad at personliggøre den tilsigtede viden. Det er min overbevisning at lommeregnerens anvendelsesmuligheder i den forbindelse er gode, ligesom elevernes it- og hjælpemiddelkompetence opøves. Således taler meget for en øget anvendelse af symbolske lommeregner på de niveauer af gymnasieundervisningen hvor sådanne anvendes.

Bemærk dog at når harmonikaeleverne har lært at spille med grundbas, følger træning i melodibas som er en forudsætning for at eleverne kan udvikle deres spil til et højere niveau, frem mod "rigtig" musik. Og det samme er nødvendigt i matematikken: Når de grundlæggende færdigheder og kendskaber er på plads, må en formalisering og institutionalisering af elevernes viden nødvendigvis følge. Som matematiklærere bliver vi nødt til at stå fast på at matematik er mere og andet end en overfladisk beskrivelse af situationer og problemer – kun sådan gør vi det muligt for vores elever til sidst at lave "rigtig" matematik.

## Referencer

- Brousseau, G. (1997). *Theory of didactical situations in mathematics*. Dordrecht: Kluwer.
- Bekendtgørelse om uddannelse til studentereksamen*. BEK nr. 1348 af 15. december 2004. Bilag 35 og 36.
- Lakatos, I. (1976). *Proofs and Refutations*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Sierpinska, A. (1987). Humanities students and epistemological obstacles related to limits. *Educational studies of Mathematics*, 18, s. 371-397. D. Reidel Publishing Co.
- Trouche, L. (2004). Managing the complexity of human/machine interactions in conceptualized learning environments: Guiding students' command process through instrumental orchestrations. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 9, s. 281-307. Dordrecht: Kluwer.
- Trouche, L. (2005). Calculators in mathematics education: a rapid evolution of tools, with different effects. I: D. Guin, K. Ruthven & L. Trouche (red.), *The Didactical Challenge of Symbolic Calculators – Turning a Computational Device into a Mathematical Instrument*, s. 137-162. Springer.
- Winsløw, C. (2003). Semiotic and discursive variables in CAS-based didactic engineering. *Educational Studies in Mathematics*, 52, s. 271-288. Dordrecht: Kluwer.
- Winsløw, C. (2006). *Didaktiske Elementer – En indføring i matematikkens og naturfagenes didaktik*. Frederiksberg: Biofolia.



# Naturfaglige kompetencer – til gavn for hvem?

Steffen Elmoose, lektor, Aalborg Seminarium

*Formålet med denne artikel er dels kort at undersøge hvor kompetencebegrebet kommer fra, dets udvikling i uddannelsessammenhæng samt begrundelser for dets kobling til naturfagsundervisningen, dels at fremhæve nogle besværlige, men nødvendige karakteristika ved kompetencebegrebet hvis det skal medvirke i en almindennende naturfagsundervisning. For det tredje ønsker jeg at besvare overskriften med en decentraliseret anvendelse af det naturfaglige kompetencebegreb – altså at herredømmet over kompetencemålet tildeles underviseren i tæt samarbejde med den lærende. Og endelig vil jeg slå til lyd for en tålmodig implementering i naturfagsundervisningen, således at alle led i uddannelsessystemet har forståelse for en langvarig udviklingsproces båret af vekselvirkninger mellem forskning og undervisningspraksis. Kompetencebegrebet har muligvis potentiale til at kvalificere naturfagsundervisningen, men det kan også risikere at ende som et blandt en række pædagogiske "hurraord" (Henriksen, 2005) hvis ikke dets relationer til andre mål klargøres, og begrebet i sig selv gøres operationelt.*

## Det problematiske kompetencebegreb

I det sidste årti har naturfagsdidaktiske kredse været optaget af kompetencebegrebets tilknytning til naturfagsundervisning. Hvor kommer begrebet fra – hvilke potentialer har det – hvordan implementeres det i den naturfagspædagogiske praksis? Begrebet breder sig gradvist fra disse kredse og ud i undervisningen gennem ministerielle initiativer og bestemmelser. Senest har ministerielt nedsatte skrivegrupper bestræbt sig på at anvende kompetencebegreber som måltermer for naturfagene i den nye lærerbacheloruddannelse der trådte i kraft pr. august 2007. Resultatet er desværre symptomatisk for den mest udbredte benyttelse af kompetencebegrebet, idet man har fravalgt de mere præcist definerede naturfaglige kompetencer til fordel for et udefineret og generelt kompetencebegreb hvor læseren – her seminarielæreren og den lærerstuderende – lige så vel kunne læse "evne" eller "kvalifikation" i stedet for kompetence (se naturfagenes fagmål i bilag til bekendtgørelsen, Undervisningsministeriet, 2007).

Kompetencebegrebet besidder imidlertid i pædagogisk sammenhæng nogle fortrin som bl.a. har at gøre med at målbeskrivelser ændrer sig over tid i forhold til den almene samfundsudvikling. Overgangen fra industrisamfund til risikosamfund bevirker en øget kompleksitet for opvoksede generationer, hvilket fordrer undervisningsmål

som afspejler potentialer for udvikling af bl.a. foranderlighed og selvstændighed (fx Elmose, 2007, Dolin, Krogh & Troelsen, 2003, Troelsen, 2000).

Kompetencebegrebet kan således på den ene side tilsyneladende opfylde forventninger til nutidige opfattelser af kvalificering gennem uddannelse (Egelund, 1999), men på den anden side er der en risiko for at begrebet opfattes så bredt at det mister forklarings- og operationaliseringsværdi i undervisningen. Derfor er der udviklet nogle forslag til mere specifikke kompetencer som har relevans i forskellige faglige sammenhænge, herunder matematik og naturfag. Operationaliseringsværdien for den naturfaglige undervisning stiger altså gennem en øget præcisering og detaljering af de naturfaglige kompetencer. Men risikoen for at undervisningen havner i "behaviorismefælden" (Niss, 1999), øges hvis planlægning, gennemførelse af undervisning og evaluering af elevernes læring styres af rigide og på forhånd definerede og adfærdsmanifesterede kompetencer.

## Tidligere erfaringer med kompetencer i naturfagsundervisningen

Udbuddet af beskrivelser af systematisk arbejde med kompetencer i naturfagsundervisningen er af indlysende årsager begrænset, idet kompetencebegrebets karriere i naturfagssammenhænge er kort. I det følgende vil der blive henvist til to udviklingsarbejder i folkeskolen hvor involverede lærere og tilknyttede forskere havde sat sig for at planlægge og evaluere med kompetencer.

For det første er der beskrevet et udviklingsarbejde i natur/teknik-undervisningen i to 3.-klasser på Løgstør Skole som i 2000 gennemgik et projektarbejde om sundhedsundervisning i forbindelse med det landsdækkende Projekt Sundhedsfremmende Skoler (Elmose, 2007). Elevernes kompetenceudvikling blev fulgt gennem et undervisningsforløb som fokuserede på elevernes sundhedsmæssige handlekompetence – defineret som: *Elevers vilje og evne til at handle med henblik på at øge egen og andres sundhed* (se bl.a. Mogensen, 1995).

Handlekompetencebegrebet som anvendes i folkeskolens faghæfter for sundheds- og seksualundervisning og familiekundskab, natur/teknik, geografi og en række andre fag, er beskrevet som bestående af en række delkompetencer (Jensen, 2000), herunder viden og engagement, og det var disse delkompetencer som lærere og forskere søgte at indfange som manifestationer af handlekompetencen. De anvendte indikationer på videns- og engagementsudvikling var delvist overtaget fra andre kontekster og ikke tilstrækkeligt specifikke for lærere og forskere i forbindelse med det valgte undervisningsforløb, hvilket bevirkede at det var vanskeligt at adskille komponenternes udvikling fra hinanden.

For det andet er der beskrevet et projekt under det forskningstilknyttede udviklingsarbejde "IT og Medier i Folkeskolen" som omhandlede tre natur/teknik-klassers udvikling af naturfaglige kompetencer gennem pædagogisk inddragelse af it i undervisningen

(Elmose, 2004). Udviklingsarbejdet foregik over et års tid fra november 2002 til januar 2004, og formålet var i lighed med det foregående udviklingsprojekt at undersøge hvorvidt natur/teknik-elevernes faglige kompetencer kunne identificeres og følges i deres udvikling gennem et undervisningsforløb. I dette var lærere og forskere imidlertid i højere grad hjulpet af teoribaserede kompetenceformuleringer som de kunne anvende i forbindelse med planlægning, gennemførelse og evaluering af undervisningen. Dels kan nogle af de eksisterende trinmål for faget natur/teknik i folkeskolen kaldes for kompetencelignende, og dels dukkede der i projektperioden en publikation op som introducerede det første forsøg på en systematik af naturfaglige kompetencer – “Fremtidens naturfaglige uddannelser – naturfag for alle, vision og oplæg til strategi” (Andersen, Busch, Horst & Troelsen, 2003). Heri blev kompetencebegrebet for det første defineret (se senere i artiklen), men den naturfaglige kompetence differentieredes tillige i en horisontal og en vertikal dimension, således at den horisontale udgør de fire grundlæggende naturfaglige kompetencer der skal være til stede på alle niveauer i uddannelsessystemet:

- empirikompetence
- repræsentationskompetence
- modelleringskompetence
- perspektiveringskompetence

Den vertikale udgøres af stigende abstraktions- og kompleksitetsforventninger til den lærendes udfoldelse af kompetencerne. Forventningerne udmønter sig bl.a. i følgende formulering vedr. folkeskolens yngste klassetrin:

- kompetence til at gribe verden ved at opleve, beskrive og undersøge

Denne formulering er i den efterfølgende publikation “Inspiration til fremtidens naturfaglige uddannelser – en antologi” (Busch, Horst & Troelsen, 2003) udvidet med en række delkompetencer som angiveligt har til formål at forklare underviseren hvad der menes med ovenstående meget bredt formulerede kompetence. Delkompetencerne udgøres af:

- at kunne stille spørgsmål med nysgerrighed som drivkraft
- at søge svar via observation og simpel undersøgelse
- at kunne beskrive og ordne iagttagelser samt fortælle om disse

I det nugældende faghæfte for natur/teknik er målene for undervisningen ligeledes ordnet efter progressionsprincipper (Undervisningsministeriet, 2004). Delmålene er blot langt mere detaljerede og omfattende i antal end kompetencebeskrivelsen.

Spørgsmålet er hvorledes disse detaljerede Fælles Mål harmonerer med kompetencemålene? Det er et interessant spørgsmål som det imidlertid ikke er denne artikels hensigt at undersøge. Dog kan det konstateres at allerede Fælles Mål i vid udstrækning er formuleret i kompetencetermer, hvilket efterfølgende faghæfter sandsynligvis også vil blive. Og en hurtig gennemgang vil afsløre at en væsentlig del af natur/teknik-fagets målbeskrivelser vil kunne integreres i de fire overordnede naturfaglige kompetencer. Fx hedder det i nogle trinmål for 4. klasse:

- beskrive planter og dyr og deres levesteder
- gennemføre og beskrive enkle undersøgelser og eksperimenter
- anvende udstyr, bl.a. kort og globus
- formidle egne undersøgelser og eksperimenter, bl.a. gennem tekst, grafisk fremstilling, foredrag og dramatisering
- opsamle og ordne enkle data og informationer

Det var ovenstående mål fra faghæftet som lærerne i udviklingsarbejdet besluttede skulle være de overordnede mål for undervisningsforløbet, og styrken i dette forløb i modsætning til sundhedsforløbet var at lærere og forskere selvstændigt fortolkede de alderssvarende naturfaglige kompetencer til en række trinmål fra faghæftet. Disse mål blev herefter igen didaktisk bearbejdet igennem en planlægnings- og evalueringsmodel, SMTTE-modellen (Undervisningsministeriet, 2003), hvor lærerne bl.a. formulerede en række tegn på eksistens og udvikling af de respektive kompetencer. De planlagde et undervisningsforløb hvor mål, tiltag og tegn var afpasset netop disse elevers baggrunde og forudsætninger. Resultatet var at det gennem den forskningsstøttede evalueringsprocedure i dette undervisningsforløb faktisk lykkedes at følge en række af ovenstående kompetencer i udvikling.

En forsigtig – og foreløbig – antagelse på baggrund af disse to udviklingsarbejder er derfor at undervisning med kompetencer som mål beror på en didaktisk rationel tolkning (Dale, 1998) af målene i forhold til undervisningens kontekst. Konteksten udgøres af både elevernes forudsætninger og interesser, lærerne og skolen som organisation. Med andre ord: En kompetencemålsat undervisning vil altid være kontekstualiseret – kompetenceformuleringer kan ikke anvendes i ubearbejdet og utolket form lige meget hvor detaljeret de formuleres.

## **Begrundelser for anvendelse af kompetencebegrebet i naturfagsundervisningen**

Inspirationen til at beskrive naturfagsmålene i kompetencetermer kommer først og fremmest fra udredningsarbejdet vedrørende matematikkompetencer – KOM-projektet fra 2002 (Niss & Jensen, 2002). Undervisningsfaget matematik blev her kompeten-

cebeskrevet for at orientere det væk fra det såkaldte pensumparadigme og hen imod en undervisningspraksis der i højere grad opprioriterer elevens/den studerendes beherskelse af faget – og ikke blot er en reproduktion af pensum. At naturfag og andre fagområder fulgte i sporene på matematik, var forbundet med et ønske om at skabe større sammenhæng på langs og på tværs i uddannelsessystemet, og kompetencebegreber kan være et middel til større sammenhæng hvis der på alle niveauer i systemet kan findes en række kompetencer der er centrale for dette fag eller fagområde.

Forfattergruppen bag FNU-rapporterne (Andersen, Busch, Troelsen & Horst, 2003, Busch, Horst & Troelsen (red.), 2003) har i forhold til KOM-projektet været udfordret af et arbejdsfelt der er mindre veldefineret end matematikfaget. Det vil sige at det har været forfattergruppens udfordring at udvikle dels en definition på naturfaglig kompetence, dels nogle gennemgående delkompetencer og dels nogle aldersniveaudelte omskrivninger af definition og delkompetencer som skulle gælde for biologifaget, fysikfaget, geografifaget, kemifaget samt derivater af disse.

I forbindelse med denne artikels formål er det vigtigt at fremhæve at der i FNU-rapporterne optræder to definitioner på naturfaglig kompetence som optræder i hver sin publikation. I FNU-visionsoplægget defineres naturfaglig kompetence således:

“det at have viden om, at forstå, udøve, anvende og kunne tage kritisk stilling til natur, naturfaglighed, naturvidenskab og teknologi i en mangfoldighed af sammenhænge, hvori disse indgår eller kan komme til at indgå.” (Andersen, Busch, Horst & Troelsen, 2003, s. 39)

Definitionen lever op til bl.a. KOM-projektets opfattelse af en kompetence som en syntese af kundskaber, færdigheder og anvendelseskontekster hvor disse kundskaber og færdigheder kan komme til udtryk. Anvendelsesdimensionen får en videnskabs-teoretisk drejning gennem begrebet “kritisk”.

FNU-antologien definerer naturfaglig kompetence således:

“Evne og vilje til handling, alene og sammen med andre, som udnytter naturfaglig viden, færdigheder, strategier og metaviden til at skabe mening og autonomi og udøve medbestemmelse i de livssammenhænge, hvor det er relevant.” (Dolin, Krogh & Troelsen, 2003, s. 72)

Her kan iagttages en sammenhæng med definitionen på handlekompetence (bl.a. Mogenssen, 1995) hvor vilje og evne også udgør forudsætninger for udvikling af kompetencen. Kompetenceopfattelsen ligner de øvrige nævnte ved at kompetencen skal omfatte kundskaber, færdigheder og anvendelseskontekster, men her har anvendelsesaspektet fået en skarpere dannelsesmæssig relation idet målet er angivet som meningsfuldhed, selvstændighed og medbestemmelse som er henvisninger til almindelsesmål (se

senere). Forfatterne til antologien er selvfølgelig opmærksom på de komplikationer som de to definitioner kan medføre, men argumenterer med at de foretrækker den sidste fordi den udmærker sig gennem understregningen af begrundelsesperspektivet, altså tilknytningen af det naturfaglige kompetencebegreb til almindannelsen.

Jeg har i anden sammenhæng stillet spørgsmålstejn ved det hensigtsmæssige i at forfattergruppen bag FNU-rapporterne anvender to definitioner af naturfaglig kompetence, idet rapporterne uden tvivl vil danne baggrund for det videre arbejde med udvikling og implementering af naturfaglige kompetencer.

“Uklarhed om hvilken definition, der anbefales til beslutningstagere og de, der skal omsætte definitionen til nye målformuleringer, kunne afstedkomme, at man vælger den bredeste og mindst præcise definition med en ringere kvalitet i formuleringerne som konsekvens. Med ringere kvalitet menes her i forhold til det, der var intentionen: bedre planlægning, gennemførelse og evaluering af naturfagsundervisning” (Elmoose, 2007)

Eksistensen af to definitioner kan også ses som et tegn på at grundlaget for implementeringen endnu ikke ligger helt fast, og at det didaktiske miljø må påtage sig opgaven med videre at diskutere, definere og begrunde det naturfaglige kompetencebegreb. Som med andre konkurrerende definitioner af grundsætninger og centrale begreber kan man foreslå at den version vinder der er enklest, klarest og mest eksplicit hvad angår relationer til andre grundlæggende begreber.

Derudover kan udredningsarbejdet lastes for at de fire generelle naturfaglige delkompetencer (empiri-, repræsentations-, modellerings- og perspektiveringskompetencen) ikke er klart definerede, men blot udstyrede med en række karakteristika. Disse karakteristika er ydermere belastet af nogen grad af overlap (fx er en grafisk afbildning en repræsentation eller en model?). Men ikke desto mindre skal både vision og antologi opfattes som væsentlige pejleredskaber i bestræbelserne på at kvalificere planlægning og evaluering af naturfagsundervisning og at øge koordineringen af naturfagene i hele uddannelsessystemet.

## Kompetencebegrebets udvikling og anvendelse i andre sammenhænge

Der foregår generelt i samfundet i disse år bestræbelser på at udbrede anvendelsen af kompetencebegrebet til alle relevante dele af uddannelsessektoren og erhvervslivet. Skiftende regeringer har siden 2000 bestræbt sig på at få koordineret de forskellige indsatser som startede i erhvervslivet med Det Nationale Kompetenceråd i 1998, og som regeringerne siden hen har fundet anledning til at fortsætte, bl.a. inspireret af OECD. Det overnationale samarbejde i OECD har til formål at udvikle kompetenceforståelse og anvendelse i landenes uddannelsesvæsen med henblik på bl.a. at

kunne sammenligne for at finde styrker og svagheder (OECD, 2001). Erhvervslivets organisationer samt fire ministerier har fra 2000 samarbejdet om projektet, og det har foreløbig resulteret i et såkaldt nationalt kompetenceregnskab for Danmark som Undervisningsministeriet både har kaldt en tilstandsrapport og en regnskabsmodel, underforstået at den skal kunne anvendes som en statusopgørelse over befolkningens ressourcer hvorudfra nødvendige udviklingsstrategier kan målrettes (Undervisningsministeriet, 2005). OECD og ministerierne i Danmark er kommet frem til at et menneskes almene (i betydningen: ikke-faglige) ressourcer kan beskrives som 10 kompetencer, hvortil hører en række underkompetencer og indikatorer således at hele komplekset bliver ret omfattende. Man kan forvente at disse 10 nøglekompetencer vil danne baggrund for en international sammenlignende undersøgelse af befolkningernes samlede ressourcer i lighed med PISA-undersøgelserne fra omkring 2010. De 10 overordnede nøglekompetencer omfatter bl.a. betegnelserne demokratisk kompetence og literacy-kompetence, hvor især den sidste må medføre noget besvær i forbindelse med operationalisering af kompetencen idet *literacy* i den danske PISA-undersøgelse er oversat med *kompetence*. De 10 kompetencer er udvalgt som ikke-faglige egenskaber, men ministeriet erklærer som et af sine succeskriterier med det nationale kompetenceregnskab (NKR) at regnskabet og strategitanken vil tjene som inspiration for arbejdet med kompetencer i andre dele af samfundet.

Det er kendetegnende for OECD-projektet og for det danske nationale kompetenceregnskab at man vælger brede og bløde definitioner på de centrale begreber – fx defineres en kompetence således:

“Kompetence er individets evne til i handling at møde krav og udfordringer.”

(Undervisningsministeriet, 2005)

Fordelen ved brede definitioner er i denne sammenhæng fx at lande og kulturer med forskelligt opbyggede uddannelsessystemer og arbejdsmarkeder vil kunne tilpasse tolkningen af definitionen til lokale forhold således at målet om den internationale målestok kan realiseres. Ulempen er med næsten samme argument at definitionen bliver så fleksibel at den mangler retning og angivelse af til hvilket formål denne kompetence gælder, så alle lande og beslutningstagere kan bruge kompetenceredsindet og måle deres målgruppes kompetenceprofil til hvilket formål det end måtte have. Undervisningsministeriet og OECD risikerer herved at uddannelsessystemet ophøjer kompetencebegrebet til at være en slutmålskategori – målet med uddannelsessystemet er at udvikle borgernes kompetencer. Risikoen kom fx til udtryk i en central publikation om ministeriets forventning til de overordnede mål for undervisningen i fremtidens gymnasiale uddannelser hvor overskriften til et kapitel kom til at hedde “Kompetence som ny dannelse” (Undervisningsministeriet, 2002).



I Danmark har vi imidlertid en mere end 100-årig tradition for dannelsesmål i hele uddannelsessystemet, forstået som at alle niveauer har gjort sig anstrengelser for at sammenknytte samfundets mål med opdragelse og uddannelse på den ene side og det enkelte menneskes mål og behov på den anden (Korsgaard & Løvlie, 2003, Breindal, 1992). En faglig viden, kompetence eller anden skolet evne udvikles derfor både som en uddannelse af eleven i forhold til samfundets behov og som en dannelse af eleven i forhold til at kunne begå sig individuelt, socialt og som kritisk konstruktiv deltager i et demokrati. Alle niveauer fra lovgiver til pædagog må derfor begrunde undervisningen med hvilket formål en viden eller kompetence har i forhold til disse hensyn. En kompetence retter sig derfor mod opfyldelsen af et dannelsesmæssigt begrundet formål med skoling eller uddannelsen, og kategorien må derfor indordnes mellem dannelse og uddannelse (Dolin, Krogh & Troelsen, 2003, Troelsen, 2000). Dette medfører bl.a. at NKR's demokratiske kompetence eller ministeriets sociale kompetence ikke kan være mål i sig selv, men kan begrundes i forhold til et højere formål som deltagelse i et demokrati eller socialt engagement i forhold til et ekspliciteret menneske- og samfundsyn, som det fx kommer til udtryk i almindelsen (Klafki, 2001).

Det naturfaglige kompetencebegreb som det blev defineret i FNU-antologien (se ovenfor), henviser til dannelsens dobbelte fordring – autonomi og medbestemmelse sammen med andre.

På samme måde som andre målbegreber, herunder kvalifikationsbegrebet, finder vej fra arbejdsmarkedssektoren over i uddannelsessektoren, således altså også med kompetencebegrebet (Elkjær & Høystrup, 2003, Hansbøl & Herløv Petersen, 2001, Jensen & Rasmussen, 2001, Christensen et al., 2000, Clematide & Hansen, 1996). Det er således kendetegnende for kvalifikationsbegrebet at det var dominerende som målkategori i industrisamfundet hvor arbejdslivet bestod af relativt veldefinerede funktioner hvortil medarbejderne skulle opnå veldefinerede og målbare kvalifikationer.

I videnssamfundet er arbejdsfunktionerne knap så entydige hvorimod forandring er et vilkår. Flexibiliteten eller kompleksiteten må være en nødvendig kvalitet ved målkategorien hvis den skal kunne favne samtidens kompleksitet. Derfor udtrykkes medarbejdernes efterspurgte evner bedre i kompetencetermer hvor kompetenceudviklingen bl.a. kendetegnes ved en dialektik mellem arbejdsmarkedets behov og uddannelsessystemets mål på den ene side og den enkeltes refleksioner over og egen konstituering af kompetencen på den anden.

Som en foreløbig sammenfatning af ovenstående kan kompetencebegrebet, og hermed også det naturfaglige, tilsyneladende beskrive en egenskab hos en person på en hensigtsmæssig måde i forhold til den samfundsmæssige kontekst som egenskaben skal udspille sig i. Afsnittets vigtigste pointe er imidlertid at i en uddannelsesmæssig sammenhæng må en kompetence ikke svæve i et dannelsesmæssigt vakuum. En kompetence må være en del af et målhierarki hvor den almene dannelse i dansk



pædagogisk tradition er formålet med al uddannelse og opdragelse. Dannelsen er derfor overordnet i forhold til kompetenceniveauet, fx en naturfaglig kompetence, som omfatter en række videns- og meningsformer. Derfor er en kompetence et overordnet begreb i forhold til viden og meninger der igen kan være sammensat af konstituentersom kundskaber og færdigheder.

En eksplicit henvisning til hvilket dannelsesmål en given kompetence skal medvirke til, kan modvirke at kompetencebegrebet bliver et (måske bekvemt) upræcist værktøj for arbejdsmarkedsrettede uddannelsesprojekter, som fx Undervisningsministeriets erklærede anvendelse af det nationale kompetenceregnskab (Undervisningsministeriet, 2005). Jeg vil i næste afsnit komme nærmere ind på konstitueringen af en kompetence.

### **Kompetencer er brede og dybe, men underlagt dannelsesmål**

Kompetencebegrebet har altså en tilstrækkelig fleksibilitet til at kunne fungere som målkategori i et videnssamfund, en refleksiv modernitet eller et risikosamfund – alle navne for en sam- og fremtid karakteriseret ved opbrud, ændringer og en vis grad af usikkerhed (Elmose, 2007).

Kompetencebegrebets karakteristika er indgående beskrevet af Per Schultz Jørgensen og Bente Jensen. De argumenterer for den pædagogiske relevans af kompetencebegrebet ved at relatere begrebet til det sociale og kulturelle opbrud som er i gang i disse år (Jensen, 2003, Jensen, 1999, Jensen & Jørgensen, 1999, Jørgensen, 1999). Deres beskrivelse afslører en sådan grad af kompleksitet af begrebet at det vanskeligt lader sig indsnævre til en enkel definition, endsige sætte på en målbar formel. De opererer med en række forudsætninger for og en række dimensioner i kompetenceudviklingen som jeg vil sammenfatte til følgende:

- Det er en forudsætning at kompetenceudviklingen ses i forhold til et dannelsesmål – hvad skal kompetencen rette sig imod? Heri er indlejret værdier som menneskesyn og samfundssyn. Forudsætningen understøtter læringen som en personlig dannelsesproces.
- For det andet forudsættes et handleperspektiv i processen – at den lærende er bevidst og selektiv i forhold til formål og retning for processen.
- Og endelig foregår processen i en social kontekst, både som læreproces betragtet og i en socialt inkluderende situation hvor den lærende føler sig værdsat og medansvarlig for egen kompetenceudvikling.

En uomgængelig konsekvens af ovenstående forudsætninger er at en lærer ikke kan give en elev en kompetence – kompetencer er egenskaber man selv konstruerer i et

pædagogisk inspirerende miljø. Forudsætningerne indgår i nedenstående model, figur 2, som omfatter både forudsætninger og dimensioner.

I figur 1 illustreres de to dimensioner som både karakteriserer en kompetence, og som skal indgå i en kompetenceudviklende undervisning – både i planlægning, gennemførelse og evaluering.

	faglig kompetence	kreativ kompetence	social kompetence
færdighed			
kundskab			
mening			

**Figur 1:** De to dimensioner af en persons kompetenceberedskab (på baggrund af Jensen & Jørgensen, 1999).

Der er to dimensioner i Jensen og Jørgensens kompetenceunivers – bredden og dybden. *Bredden* henviser til de læringsmæssige kontekster hvori kompetencer kan udspille sig – faglige, kreative og sociale. I naturfagsundervisningen handler den faglige kompetence om tilegnelse af viden og færdigheder – både som produkter og som processer – fx stadig dybere forståelse af fotosyntesen samt udvikling af eksperimentelle evner til at påvise og måle fotosyntese. Den faglige kompetence omfatter også evnen til at skaffe sig viden om fx fotosyntesen fra en variation af kilder.

Den kreative kompetence drejer sig om evnen til at tænke divergent, opfinde nyt og forandre sig selv og sin omverden. I naturfagssammenhæng kunne det vise sig i elevens evne til at omforme og anvende tillærte kundskaber i nye situationer – fx at opstille en anderledes model for fotosyntesen som tager højde for en ny variabel der kan have indflydelse på primærproduktionen.

Den sociale kompetence handler om en persons evne til at indgå i medmenneskelige relationer på en hensigtsmæssig måde, egenskaber som empati og evne til at indgå i og afbryde forpligtende samvær med andre mennesker. I naturfagsundervisningen viser sociale kompetencer sig fx gennem elevens evne til at kommunikere med holddeltagere om procedurer og resultater fra undersøgelser, at overbevise ved hjælp af rationelle argumenter, at lade sig overbevise af andres argumenter og at kunne indgå i konstruktivt samarbejde med andre i en fælles erkendelsesproces.

*Kompetencydybden* er en slags illustration af hvorvidt en evne er inderliggjort, altså i hvor høj grad der er tale om et overfladisk kendskab eller en integreret del af personens egenskaber, værdier og meninger. Kompetencens øverste niveau udgøres af det nødvendige minimum af viden for at kunne udføre en hensigtsmæssig handling der repræsenterer kompetencen. Er der tale om en faglig kompetence, vil den komme til udtryk som en færdighed på dette niveau, fx som en færdighed i at skrive

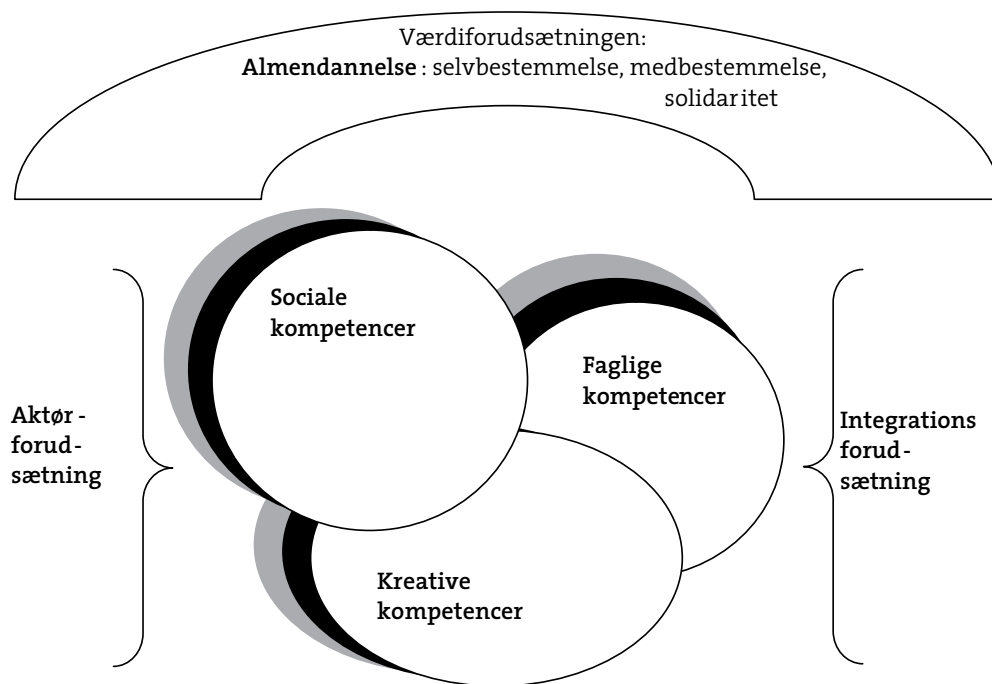
fotosynteseligningen op med korrekte symboler og afstemt korrekt og en færdighed i at huske underviserens forklaringer på symbolernes repræsentation af processer i virkeligheden. Niveaue kan iagttages og måles gennem personens adfærd eller præstation, og elevs udbytte af undervisning bliver ofte evalueret på dette niveau.

Det dybere niveau udgøres af personens kundskaber om pågældende faglige indhold. Kundskaber er erfarede, reflekterede og fortolkede kognitive repræsentationer af det faglige indhold, hvor en egentlig forståelse kan manifestere sig som en teoribaseret forklaring. En evaluering af dette niveau vil kræve tid og rammer til argumentation og refleksion samt demonstration af naturvidenskabelig arbejdsmetode. Med fotosyntesen igen som eksempel kunne et kundskabsniveau i ungdomsuddannelserne komme til udtryk gennem anvendelsen af fotosynteseligningen i sammenhæng med måling af primærproduktion i vand ved vækst med lys og mørke. Her kunne forståelsen vise sig ved en forklaring af relationen mellem iltmåling og primærproduktionen.

Det dybeste kompetenceniveau er involveret når erkendelsen omfatter personens værdier, interesser og engagement, altså kognitive kvaliteter kombineret med affektive. En elev kan tillægge læringsaktiviteten personlig mening – kan se relevans med aktiviteten og tillægge den egne mål. Kvaliteter som øget selvværd på baggrund af erkendelsen og følelsen af at gøre en forskel vil også kendetegne niveauet. Hvis vi igen bruger eksemplet med fotosyntesen, vil kompetenceniveauet kunne involveres og udvikles gennem perspektivering af indholdet – fødevareproduktion og fordele ved effektivisering og subsidiering af plantedyrkning samt viden om miljømæssige konsekvenser af samme. Undervisningen kunne indeholde elevernes analyse, vurdering, stillingtagen og handlemuligheder i forhold til relevante problemstillinger.

Kompetencens bredde og dybde skal tilgodeses på alle niveauer i uddannelsessystemet, og nedenstående tegning er en model af en persons kompetenceprofil på et givet tidspunkt i uddannelsen, indlejret i de rammer der fremmer kompetenceudviklingen. Værdiperspektivet skal understrege at kompetenceudviklingen ikke sker i et dannelsesmæssigt vakuum, men er underordnet uddannelsens og samfundets øvrige dannelsesmål. Aktørforudsætningen betyder at den lærende er bevidst og udvælgende i forhold til kompetenceudviklingens retning og indhold. Integrationsforudsætningen skal henvise til de sociale rammer som må være både læringsmæssigt stimulerende og medmenneskeligt anerkendende for en optimal kompetenceudvikling.

De tre cirkler som tilsammen repræsenterer kompetencebredden, lapper ind over hinanden hvilket er et tegn på at de ikke kan separeres i tre uafhængige og målbare størrelser. Fx kan det være vanskeligt entydigt at adskille faglighed fra kreativitet ligesom faglig viden interagerer med social kompetence for at kunne udvikles og kommunikeres. Illustrationen viser imidlertid også kompetencernes dybde idet cirklernes hvide overflade blot er det øverste lag i den dybe cylinder som udgøres af kundskaber i det mørke felt og den personlige mening i det grå felt.



**Figur 2:** Relationen mellem de tre forudsætninger for kompetenceudvikling – dannelsesmål, aktørperspektiv og integrationsperspektiv – samt de to dimensioner – bredden og dybden af kompetencerne.

Det er ikke kun i Danmark at man diskuterer kompetencebegrebets muligheder og begrænsninger og de interesse modsætninger der følger med definition og anvendelse af det. Diskussionen er først nu ved at komme i gang herhjemme, men har foregået i mindst et årti i sammenlignelige lande. Både på arbejdsmarkedet og i uddannelsessystemet diskuteres det om kompetencebegrebets primære funktion er at styrke erhvervslivets og samfundets konkurrenceevne, eller begrebet kan være en styrke for den enkelte medarbejder i en beskrivelse af vedkommendes arbejdsfunktioner eller den enkelte elev i sit uddannelsesforløb (Cinterfor/ILO, 2004, Mertens, 2000, Velde, 1999, Fourali, 1997, Gerber & Velde, 1996, Thompson, 1995).

Diskussionen – eller konflikten – kan indsnævres til om kompetencer skal indholdsbestemmes centralt, fx af politiske beslutningstagere, eller decentralt af deltagerne i udviklingsprocessen. I det sidste tilfælde indgår eleven eller medarbejderen naturligvis i indholdsbeskrivelsen. Fortalerne for den decentrale – “bottom-up”-magt over kompetencebegrebet kritiserer “top-down”-styringen af kompetencemål og -indhold for hvad man kalder for en reduktionistisk og behavioristisk opfattelse og anvendelse af kompetencer, idet disse underinddeles i en række målbare størrelser som med relativt simple redskaber kan undervises efter og evalueres (Cinterfor/ILO, 2004). Derimod

skal kompetencer forstås som deltagernes kontinuerte konstruktioner af adækvate problemløsningsevner hvor eleven anvender sine oprindelige erfaringer og øvrige potentialer som grundlag for ny udvikling. Eleven er medbestemmende om kompetencens udviklingsretning og tillægger udviklingen personlig mening. Læringen er dermed situeret i en bestemt faglig, social og institutionel kontekst der har som konsekvens at det vil være uholdbart at forsøge at standardisere kompetenceudvikling og kompetenceindhold fra centralt hold. En kompetence udvikles gennem refleksion over handling i en problemsituation som kommer så tæt på praksis som muligt, og hvor evaluering af kompetenceudviklingen foregår som en integreret del af handling i praksis (Mertens, 2000, Velde, 1999).

En tilsvarende advarsel mod "behaviorismefælden" kommer Mogens Niss (1999) som tidligere nævnt med i forhold til KOM-projektet, idet en opdeling af en matematisk kompetence i en række på forhånd definerede del- og underkompetencer måske kunne være et kærkomment redskab i hænderne på centrale administratorer i forhold til deres styringsbestræbelser af undervisningsinstitutionerne. Men selv en nok så detaljeret underinddeling af delkompetencer og på forhånd definerede adfærdsmåifestationer af kompetencerne vil ifølge Niss ikke kunne indfange det centrale i den matematiske kompetence som vil manifestere sig i konteksten. Advarslen gælder selvfølgelig også andre kompetencekomplekser, herunder det naturfaglige.

Ovenstående afsnit kan sammenfattes ved en opfattelse af kompetencebegrebet som komplekst og ikke-reducerbart i en række veldefinerede og adskilte delkompetencer. Der vil være overlap mellem kompetencer i bredden, herunder de faglige kompetencer, og det er vigtigt at undervisningssituationen tager højde for dybdedimensionen af kompetencen således at den lærende er medbestemmende i forhold til egen kompetenceudvikling. Undervisningsmål og metoder bliver derfor vigtige i forhold til udvikling af bl.a. naturfaglige kompetencer, så næste afsnit vil skitsere kompetencebegrebets relation til læringsteori. Er kompetenceudvikling knyttet til bestemte læringsopfattelser?

## **Hvordan undervise med naturfaglige kompetencer som mål?**

Ligesom kompetencebegrebet kan agere målkategori for varierede dannelsesretninger, således kan kompetenceudvikling sandsynligvis også forklares og foreskrives med forskellige læringsteorier. Det er min hensigt med dette afsnit at antyde konturerne af en bestemt læringsteoretisk horisont som ser ud til at fungere som forklaringsramme for den type af kompetenceudvikling der er beskrevet i foregående afsnit. Denne artikels pladsmæssige rammer og teorifeltets karakter af nybrudt land gør dog at beskrivelsen kun kan få skitseringens omfang (for uddybning se Elmose, 2007).

I det foregående afsnit var det forudsat at en kompetenceudvikling må ske gennem den lærendes egen konstruktion af viden. Både udenlandske kompetenceteoretikere

(Mertens, 2000, Velde, 1999) og danske ditto (Jensen & Jørgensen, 1999) forudsætter individets bevidste og meningsskabende erkendelse som baggrund for en kompetenceudvikling.

Læringsprocessen der fører til udvikling af en kompetence, må modsvare produktets forventede kompleksitet således at processen omfatter elementer der søger både kompetencebredde og -dybde. Kompleksiteten kan rummes inden for en ramme af vidensformer fra den klassiske aristoteliske tredeling – *episteme, techne og fronesis*. Vidensformerne er repræsentanter for hver sin erkendelsesteoretiske tradition i den vestlige verden, som bl.a. ligger til grund for opbygning af store dele af uddannelses-systemet (Gustavsson, 2001). Det videnskonstruerende element der må være fælles for de i denne sammenhæng interessante teorier fra traditionerne, er handling. Det vil sige at en kompetence manifesterer sig gennem en handling (se Dolin, Krogh & Troelsens (2003) definition på en naturfaglig kompetence – denne artikels side 53), men kompetencen *udvikles* også gennem handling. Kompetenceudviklingen kan beskrives og forklares gennem teorier der fremhæver viden som kundskabskonstruktion (inden for naturfagsområdet fx Roth & Tobin, 2002, Larochelle & Bednarz, 1998, Roth, 1995). Konstruktion af kundskaber med henblik på kvalificerede handlinger kan kaldes indholdsviden – en viden om hvad.

Specielt inden for naturfagene er det afgørende at understrege den manuelle håndtering af genstandsfelterne som nødvendig for at erkende vigtige delområder. Det metodiske aspekt af naturvidenskaberne har betydning for den individuelle erkendelse af produkter og processer samtidig med at det har betydning for den lærendes erkendelse af hvorledes naturvidenskaberne skaber viden.

Viden om arbejdsmetoder og fremgangsmåder – den praktiske viden – er en vidensopfattelse der har været dyrket i *techne*-traditionen som herhjemme især har været repræsenteret gennem erfaringspædagogikken med John Dewey som hovedinspirator (Undervisningsministeriet, 1997). Viden udvikles ifølge denne tradition gennem en løsning af en erkendt problemstilling i praksis i forhold til tidligere erfaringer. Problemløsningen kræver en handling foretaget af et reflekterende menneske som er drevet af egen interesse i at udvikle kompetencen – ikke en ekstern motivation. Evaluering af problemløsningen sker direkte i praksis – hvis den nye fremgangsmåde har forbedret praksis, har handlingen været fornuftig. Den løbende forbedring af praksis gennem metodisk udvikling giver denne vidensform en proceskarakter – en viden om hvordan.

Fornuftsovervejelser har præget den sidste tradition – *fronesis*-vidensopfattelsen. Traditionen opfatter i lighed med de to andre handling som medierende for vidensudvikling, men *fronesis*-viden udvikles gennem overvejelser over etiske, politiske, miljømæssige og andre samfundsrelaterede konsekvenser af handlingen. Herhjemme har traditionen i naturfagsrelaterede sammenhænge især manifesteret sig gennem

tiltag inden for sundheds- og miljøundervisning som i hovedsagen er udgået fra Forskningscenter for Miljø- og Sundhedsundervisning (fx Breiting, Hedegaard, Mogensen, Nielsen & Schnack, 1999). Det er værd at bemærke at dette forskningscenter har forsket i og praksisudviklet et, i forhold til det naturfaglige, nærtstående kompetencebegreb som mål for sundheds- og miljøundervisning, nemlig handlekompetencebegrebet. Yderligere forskning og udvikling må undersøge overlap og grænsedragninger mellem det naturfaglige kompetencebegreb og fx handlekompetencebegrebet. Der er dog publiceret fra enkelte forsknings- og udviklingsarbejder om naturfaglig dannelse og handlekompetencebegrebet (fx Elmoose & Roth, 2005). Imidlertid har de to kompetencebegreber til fælles at en læringsituation må omfatte inddragelse af den lærendes søgning af mening og fornuft med handlingen – med henblik på at udvikle vedkommendes klogskab – eller kløgt som i det aristoteliske ordvalg er et begreb der adskiller sig fra videnskabelig indsigt (*episteme*) og metodisk kyndighed (*techne*) ved at der skal tages stilling i en problemsituation, og den rigtige beslutning skal vælges.

Relationen mellem læring og undervisning kan i denne sammenhæng indsnævres til at underviseren må søge at tilvejebringe situationer hvor kompetenceudvikling kan finde sted. Kompetenceudvikling er i det ovenstående beskrevet som en handlemedieret proces der omfatter bidrag fra alle tre vidensteoretiske traditioner således at en kompetence både udgøres af faktisk indhold, processuel færdighed og personligt meningsgivende begrundelse – eller en viden om *hvad*, en viden om *hvordan* og en viden om *hvorfor*.

Som det fremgår, modsvarer denne tredeling den i foregående afsnit nævnte dybde i kompetencebegrebet således at færdighedsniveauet svarer til en viden om *hvordan*, kundskabsniveauet svarer til en viden om *hvad*, og meningsniveauet svarer til en viden om *hvorfor*.

## En decentral operationalisering af det naturfaglige kompetencebegreb

I de foregående afsnit er der beskrevet en række fordele ved systematisk og konsekvent at arbejde med kompetencebegrebet som målkategori i naturfagsundervisningen. Der er dog også nævnt flere aspekter der gør anvendelse af kompetencebegrebet temmelig kompliceret for underviser-praktikerne.

- Den naturfaglige kompetenceudvikling er en individualiseret proces – forskellig fra menneske til menneske – og underviseren må kunne differentiere sin udfordring af den enkeltes udvikling.
- Udviklingen er kontekstualiseret – udgangspunktet for undervisning og læring varierer konstant i forhold til rammer og deltagernes faglige forudsætninger og interesser.



- Undervisningen bør omfatte hensynet til udvikling af både bredde og dybde.
- Den naturfaglige kompetence er underlagt dannelsesmål for naturfagene, dvs. underviseren skal fortolke og indordne kompetencemålene i forhold til andre mål-kategorier.
- Der findes ikke nogen programmeret fremgangsmåde for hvorledes kompetencer gradvist bygges op.

Besværligheden kunne friste uddannelsesplanlæggere til at bane vejen for den naturfaglige kompetences implementerbarhed ved at detailbeskrive udviklingen af de fire naturfaglige delkompetencer og centralt fastlægge fremgangsmåde og rækkefølge. De foregående afsnit har redegjort for en afvisning af denne mulighed.

Tværtimod er det den enkelte naturfagslærer der med sin pædagogiske kompetence kan foretage fornuftige – didaktisk rationelle (Dale, 1998) – valg i forhold til den enkelte elevs og elevgruppes kompetenceudvikling. Linjefagsuddannelsen i naturfagene uddanner lærerstuderende til at kunne forholde sig kritisk reflekterende til egen praksis – med henblik på at blive professionelle naturfagsundervisere. Det naturfaglige kompetencebegreb kan blive et vigtigt planlægningsredskab for undervisere og elever idet begge parter kan drage nytte af at kompetencebegrebet er et gennemgående mål i hele uddannelsesforløbet, og at kompetencebegrebet og delkompetencerne anviser konkrete og overskuelige mål for undervisningen. Grundskolens lærere og andre lærergrupper vil dog utvivlsomt blive hjulpet af tydelige definitioner på de naturfaglige kompetencebegreber, ligesom eksempler på hvordan man kan arbejde med dem i undervisningen, vil kunne inspirere. Eksemplerne kunne samles fra forskningsstøttede udviklingsarbejder i en række artikelsamlinger eller en nettjeneste – i lighed med eksempelsamlingen fra NordLab-projektet (Uni-C, 2007).

Desuden bør der igangsættes teoretiske udredningsarbejder for at undersøge det naturfaglige kompetencebegreb og dets delkompetencer *før* begreberne formelt indføres i faghæfter, undervisningsvejledninger og studieordninger. Den teoretiske udredning og den praktiske udvikling og implementering vil med fordel kunne ske sideløbende gennem en organisationsstruktur der forudsætter kommunikation og løbende inddragelse af opnåede resultater – en organisering som i øvrigt er afprøvet igennem flere udviklingsarbejder i 1990'erne hvor man ønskede en grundig (og evidensbaseret) forberedelse af nye tiltag i uddannelsessektoren.

På initiativ af Center for Anvendt Naturfagsdidaktik (CAND) foregår der i øjeblikket et enkelt forskningsstøttet udviklingsarbejde vedrørende det naturfaglige kompetencebegreb hvor ovennævnte vekselvirkning forekommer. De første resultater fra arbejdet vil kunne publiceres i løbet af efteråret 2008, og de vil indeholde eksempler på hvorledes lærere i naturfagene i folkeskolen systematisk har anvendt kompetencemål i undervisningen, samt deres evaluering af processen. Men udviklingsarbejdets



største bidrag bliver måske at dokumentere behovet for en mere omfattende indsats for at gøre kompetencebegreberne undervisningsmæssigt operationelle.

## Konklusion

Kompetencebegrebet indeholder nogle indlysende fortrin som vil være en styrke at arbejde med i naturfagssammenhæng. Men det kræver tålmodighed og erfaringer for alle parter i uddannelsessystemet før begrebsapparatet er operationelt, og erfaringerne bør dannes gennem forskningsstøttede udviklingsarbejder.


Det naturfaglige kompetencebegreb kan ikke fungere som dannelsesmål, men det kan indgå i et målhierarki hvor det er underlagt mål for den naturfaglige og almene dannelse. Hovedansvaret for at udvikle elevernes almene dannelse og operationaliseringen af kompetencebegreberne i undervisningen så udviklingen kan forekomme, er lærerens, så det er også læreren der tolker kompetencebegreberne og finder de rette rammer og metoder for udvikling af kompetencerne. Derved kan det naturfaglige kompetencebegreb blive til gavn for lærerens planlægning og evaluering – i øvrigt sammen med eleverne.

## Referencer

- Andersen, N.O., Busch, H., Troelsen, R. & Horst, S. (2003). *Fremtidens naturfaglige uddannelser – Naturfag for alle – vision og oplæg til strategi*. København: Undervisningsministeriet.
- Breindal, P. (1992). Dannelsesbegrebet i opdragelsen. I: K. Baltzer & H.H. Hansen (red.), *Dannelse og Viden*, bind 1, Pædagogisk-psykologisk publikationsserie nr. 73. København: Danmarks Lærerhøjskole.
- Breiting, S., Hedegaard, K., Mogensen, F., Nielsen, K. & Schnack, K. (1999). *Handlekompetence, interessekonflikter og miljøundervisning*. Odense: Odense Universitetsforlag.
- Busch, H., Horst, S. & Troelsen, R. (red.). (2003). *Inspiration til fremtidens naturfaglige uddannelser – en antologi*. København: Undervisningsministeriet.
- Christensen, F., Shapiro, H. & Kjær, F. (2000). *Pædagogiske og didaktiske overvejelser bag erhvervsuddannelsesreform 2000*. København: Undervisningsministeriet, Uddannelsesstyrelsen. <http://pub.uvm.dk/2000/didak/> (lokaliseret 25. maj 2007).
- Cinterfor/ILO. (2004). *The 40 most frequently asked questions about competence*. <http://www.ilo.org/public/english/region/ampro/cinterfor/temas/complab/xxxx/index.htm> (lokaliseret 25. maj 2007).
- Clematide, B. & Hansen, C.A. (1996). *Et fælles begreb om kvalifikationer?*. DTI Arbejdsliv. Taastrup: Danmarks Teknologiske Institut.
- Dale, E.L. (1998). *Pædagogik og professionalitet*. Århus: Forlaget Klim.
- Dolin, J., Krogh, L.B. & Troelsen, R. (2003). En kompetencebeskrivelse af naturfagene. I: H. Busch, S. Horst & R. Troelsen (red.), *Inspiration til fremtidens naturfaglige uddannelser – En antologi* (s. 59-142). København; Undervisningsministeriet.

- Egelund, N. (1999). De bløde kompetencer. *Uddannelse, 1999(6)*. København; Undervisningsministeriet.
- Elkjær, B. & Høyrup, S. (2003). Kompetencer og kompetenceudvikling i arbejdslivet. *Uddannelse, 2003(1)*. København: Undervisningsministeriet.
- Elmose, S. (2007). *Handlekompetence og pædagogisk kompetence i en reflektiv modernitet*. Aalborg: Aalborg Universitet. [http://www.learning.aau.dk/download/Phd-afhandlinger/phd\\_10\\_9788791543401.pdf](http://www.learning.aau.dk/download/Phd-afhandlinger/phd_10_9788791543401.pdf) (lokaliseret 3. juli 2007).
- Elmose, S. & Roth, W.-M. (2005). Allgemeinbildung: readiness for living in risk society. *Journal of Curriculum Studies, vol. 37/2005(1)*.
- Elmose, S. (2004). *Evaluering af ITMF-Projekt 406: IT i Skolen I Skoven*. In Press. Aalborg Universitet, Institut for Læring. <http://www.itmf.dk/forskning/forskningsrapport406.doc> (lokaliseret 3. juli 2007).
- Fourali, C. (1997). Identifying and Measuring Knowledge in Vocational Awards: the National Vocational Qualification experience. *Research in Post-Compulsory Education, 2(2)*, s. 121-150. Oxford: Triangle Journals.
- Gerber, R. & Velde, C. (1996). Clerical-administrative workers' conception of competence in their jobs. *Journal of vocational education and training, 48(4)*, s. 393-404. Oxford: Triangle Journals.
- Gustavsson, B. (2001). *Vidensfilosofi*. Århus: Forlaget Klim.
- Hansbøl, G. & Petersen, M.H. (2001). Pædagogisk professionalitet, ledelse og kompetenceudvikling. *Voksenuddannelse – som brobygger. Forskningstidsskrift fra Danmarks Lærerhøjskole, 5(7)*, s. 97-116. København: Danmarks Pædagogiske Universitet.
- Henriksen, H. (2005). *Samtalens mulighed*. Haderslev: Holger Henriksens Forlag.
- Jensen, B. (2003). Pædagogisk kompetence – i folkeskolen. *Uddannelse, 2003(1)*. København: Undervisningsministeriet.
- Jensen, B. (1999). *Kompetence og sociale processer – om kompetenceudvikling og kompetencefremmende pædagogik i samfundets sociale arenaer for børn*. København: Danmarks Lærerhøjskole.
- Jensen, B. & Jørgensen, P.S. (1999). Competence i en social kontekst – om social arv og magt og afmagt i uddannelsessystemet. *Social Forskning. Temanummer om Social Arv*, s. 40-48. København: Socialforskningsinstituttet.
- Jensen, B.B. (2000). Den Sundhedsfremmende Skole. I: B.B. Jensen (red.), *Handling, Læring og Forandring*. København: Danmarks Lærerhøjskole og Komiteen for Sundhedsoplysning.
- Jensen, J.A. & Rasmussen, O.E. (2001). Investigating competence and qualifications – a programmatic proposal. *Voksenuddannelse – som brobygger. Forsknings-tidsskrift fra Danmarks Lærerhøjskole, 5(7)*, s. 75-96. København: Danmarks Pædagogiske Universitet.
- Jørgensen, P.S. (2001). Competence – overvejelser over et begreb. *Nordisk Psykologi, 2001(3)*, s. 181-208. København: Akademisk Forlag.
- Klafki, W. (2001). *Dannelseseologi og didaktik – nye studier*. Århus: Forlaget Klim.
- Korsgaard, O. & Løvlie, L. (2003). Indledning. I: R. Slagstad, O. Korsgaard & L. Løvlie (red.), *Dannelsens forvandlinger*. Oslo: Pax Forlag.

- Larochelle, M. & Bednarz, N. (1998). Constructivism and Education; Beyond Epistemo-logical correctness. I: M. Larochelle, N. Bednarz & J. Garrison (red.), *Constructivism and Education* (s. 3-20). Cambridge: Cambridge University Press.
- Mertens, L. (2000). *Labour competence: emergence, analytical frameworks and institutional models*. Montevideo: Cinterfor/ILO Publications.
- Mogensen, F. (1995). *Handlekompetence som didaktisk begreb i miljøundervisning*. København: Danmarks Lærerhøjskole.
- Niss, M. & Jensen, T.H. (2002). *Kompetencer og matematiklæring*. København: Undervisningsministeriet.
- Niss, M. (1999). Kompetencer og uddannelsesbeskrivelse. *Uddannelse, 1999(9)*. København: Undervisningsministeriet. <http://udd.uvm.dk/199909/udd9-3.htm?menuid=4515> (lokaliseret 25. maj 2007).
- OECD. (2001). *Knowledge and Skills for Life – First Results from PISA 2000*, Paris: OECD.
- Roth, W-M. & Tobin, K. (2002). *At the Elbow of Another*. New York: Peter Lang Publishing Inc.
- Roth, W-M. (1995). *Authentic School Science: Knowing and Learning in Open-Inquiry Science Laboratories*. Dordrecht: Klüwer Academic Publishers.
- Silkeborg Seminarium. (2007). *Naturfag – fællesdel*. <http://www.silkeborgsem.dk/publikationer/studieordning/2007/naturfag.php> (lokaliseret 3. juli 2007).
- Troelsen, R.P. (2000). Kompetenceudvikling i kemiuddannelserne. I: T.B. Hansen, K.H. Nielsen, R.P. Troelsen & E. Winther, *Naturvidenskab, dannelse og kompetence*. Aalborg: Aalborg Universitetsforlag.
- Thompson, P.J. (1995). Competence-based Learning and Qualifications in the UK. *Accounting Education: an international journal*, 4(1), s. 5-15.
- Undervisningsministeriet. (2007). *Bekendtgørelse nr. 219*. (Læreruddannelsesbekendtgørelsen). København: Undervisningsministeriet.
- Undervisningsministeriet. (2005). *Det Nationale Kompetenceregnskab – hovedrapport*. København: Undervisningsministeriets forlag.
- Undervisningsministeriet. (2004). *Fælles Mål. Faghæfte 13 – Natur/teknik*. København: Undervisningsministeriets forlag.
- Undervisningsministeriet. (2003). *Kvalitetsudvikling i folkeskolen*. København: Uni-C. [http://kif.emu.dk/public\\_showdocument.do?inodeid=6002](http://kif.emu.dk/public_showdocument.do?inodeid=6002) (lokaliseret 25. juni 2007).
- Undervisningsministeriet. (2002). *Modeller for fag og læring i Det Virtuelle Gymnasium*. København: Undervisningsministeriet. <http://pub.uvm.dk/2002/virtuelgym2/index.html> (lokaliseret 25. maj 2007).
- Undervisningsministeriet. (1997). *Helhedsorientering – et didaktisk princip i erhvervsuddannelserne*. København: Undervisningsministeriet.
- Uni-C. (2007). *Nordlab*. <http://www.nordlab.emu.dk/> (lokaliseret 25. juni 2007).
- Velde, C. (1999). An Alternative Conception of Competence: implications for vocational education. *Journal of Vocational Education and Training*, 51(3), s. 437-447. Oxford: Triangle Journals.



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

# Det gik så galt som frygtet!

*Martin Krabbe Sillasen, CVU Alpha, Ole Kronvald, CVU Lillebælt, hhv. formand og medlem af bestyrelsen for Seminariernes Fysik-, Astronomi- og Kemilærerforening, & Erland Andersen, formand for natur/teknik-foreningen*

*Kommentar til artiklen "Naturfag i den nye læreruddannelse" i MONA, 2007(2)*

Dette er en kommentar til Peter Norrilds (PN) artikel om naturfagene i den nye læreruddannelse og de relaterede problematikker der knytter sig til læreruddannelsens design. PN påpeger mange væsentlige problematikker der knytter sig til den nye læreruddannelses konstruktion, specielt dilemmaet mellem den styrkede faglighed i fysik/kemi og natur/teknik ved at øge fagenes størrelse fra 0,55 til 1,2 studenterårsværk (STÅ) og den meget vigende rekruttering som han formodede ville komme til fagene fordi valget af disse to naturfag blev sidestillet med matematik og dansk. Det er gået så galt som PN og andre frygtede!

Birgitte Pontoppidan (BP) redegør i sin kommentar i MONA, 2007(3), for de argumenter som vi skal sælge naturfagene til kommende studerende på. Desuden argumenterer hun for at den nye læreruddannelse faktisk har nogle positive træk fordi professionsrettetheden er blevet skærpet. Det tegner et billede af på den ene side de store udfordringer der ligger foran den nyuddannede naturfagslærer, og på den anden side en læreruddannelse der kan matche disse udfordringer. Både naturfagsprofilen og professionsstøtten står med den nye læreruddannelse stærkere end nogensinde – på papiret!

Men hvor galt gik det så med rekrutteringen til de nye obligatoriske naturfag (fysik/kemi og natur/teknik)? På den nye læreruddannelse er linjefagsvalgene gjort op på de enkelte læreruddannelser, og et skræmmende billede med mangel på faglærere i fysik/kemi og natur/teknik lyser i horisonten når man ser på de enkelte læreruddannelsers søgning til den obligatoriske fællesdel for natur/teknik og fysik/kemi (se tabel 1).

Læreruddannelse	Søgning til fysik/kemi og natur/teknik
Ålborg	26
Silkeborg	15
Hjørring	13
Vordingborg	6
Odense	13
Skive	8
Nr. Nissum	6
Skårup	2
Århus	27
Jelling	14
Zahle	11
Haderslev	15
Holbæk	2
Haslev	6
Københavns Dag- og Aften-	17
Blågaard	20
Ribe	7
Frederiksberg	15
<b>Sum</b>	<b>223</b>

*Tabel 1. Dataene stammer fra en rundspørge til læreruddannelsernes naturfaggrupper.*

Med få økonomiske kalkuler kan man hurtigt regne ud at de fleste læreruddannelser ikke har råd til at oprette hold med naturfag i den nye læreruddannelse. Og endnu færre læreruddannelser har en stor nok søgning til de pågældende linjefag til at de studerende kan opdeles i de to specialiseringer: natur/teknik og fysik/kemi. Når man sammenligner med den gamle læreruddannelse hvor der i gennemsnit blev uddannet 30-60 natur/teknik- og 10-20 fysik/kemi-studerende på de enkelte læreruddannelser pr. år, er der tale om et katastrofalt dyk i rekrutteringen til linjefagene fysik/kemi og natur/teknik.

Rundt om i landet ser vi eksempler på naboliggende læreruddannelser der fx har samordnet studieordninger med den hensigt at organisere en sammenlægning af hold når de studerende på den naturfaglige fællesdel skal vælge specialisering i henholdsvis

fysik/kemi eller natur/teknik på 2. studieår. Andre steder er der nedsat tværinstitutionelle arbejdsgrupper der skal prøve at sammentænke udbuddet af naturfagene med udgangspunkt i forskellige studieordninger og måder at organisere linjefagsuddannelsen på.

Men det er jo kortsigtede løsninger der skal afværge de værste økonomiske problemer der følger med den svigtende rekruttering. Hvis den vigende rekruttering også slår igennem på de andre naturfaglige fag (geografi og biologi) der først skal vælges senere i læreruddannelsen, vil der for alvor blive problemer med at fastholde dygtige naturfaglige fagkolleger, som både PN og BP også har problematiseret.

## Naturfag for alle!

Læreruddannelsen er grundlæggende en humanistisk orienteret uddannelse, hvilket jo er meget naturligt i betragtning af lærerens mangefacetterede opgave i skolen som kultur- og dannelsesinstitution. Derudover er skolen en institution hvor børn skal tilegne sig viden som senere sætter dem i stand til at leve et liv i fremtidens risikosamfund så de er klædt på til aktiv deltagelse i samfundets demokratiske processer, og den skal varetage samfundets behov for uddannelse af kvalificeret arbejdskraft.

Kun ca. 22 % af dem der optages på læreruddannelsen, har en matematisk studentereksamen eller tilsvarende<sup>1</sup>. Det er et problem når matematik og de øvrige naturfag tilsammen udgør ca. 26,5 % af det samlede timetal i folkeskolen. En model til at imødegå den vigende rekruttering er at separere specialiseringsdelen i natur/teknik og fysik/kemi (0,6 STÅ) fra den naturfaglige fællesdel (0,6 STÅ) og udbyde dem på linje med geografi og biologi. Den naturfaglige fællesdel foreslår vi således reduceret til 0,2 STÅ og udbudt som et obligatorisk, naturfagligt modul for alle studerende på en årgang på linje med faget kristendomskundskab/livsoplysning/medborgerskab (KLM). Modellen vil være udgiftsneutral hvis fx linjefagsforløbet for dansk og matematik reduceres til 1,0 STÅ. Denne model har flere fordele:

Den vil imødekomme den gruppe udpræget humanistisk orienterede studerende der har en naturfaglig interesse, så disse vil have mod på at forfølge deres interesser. PN påpegede i sin artikel at lærerstuderende primært ønsker en faglig bredde og dermed mange muligheder i deres linjefagsvalg frem for ensidig faglighed og snævre faglige profiler.

Den vil give nogle lærerstuderende mulighed for at "opdage" naturfagene undervejs i studiet.

Den vil sikre eksistensen og udviklingen af de naturfaglige miljøer på læreruddannelserne.

1 Kronik af Niels Groes, Politiken, den 4. september 2007.

Den vil sikre at de kommende lærere som ikke har en naturfaglig uddannelse, men som alligevel i årene fremover kommer til at undervise i natur/teknik, vil have et minimalt kendskab til naturfagsdidaktik.

PN påpegede allerede inden de første studerende på den nye læreruddannelse blev optaget, at der ville vise sig problemer for naturfagene. Nu er der syn for sagen: De studerende udeblev! Hvad så nu, Bertel?



# En rereplik

*Jens Dolin, Institut for Naturfagenes Didaktik, Københavns Universitet*

*Kommentar til Bjarke Skipper Petersen og Jens Højgaard Jensens kommentar i MONA, 2007(3).*

Bjarne Skipper Petersen og Jens Højgaard Jensen har i MONA, 2007(3), en kommentar til min artikel i MONA, 2007(2), om naturvidenskab i gymnasiet efter reformen. De finder min "... tilsyneladende traditionelt instrumentalistiske opfattelse af sammenhængen mellem matematik og fysik i fysikundervisningen overfladisk og bekymrende." Jeg har såmænd ikke så meget imod instrumentalisme – det er ofte ganske nyttigt at forholde sig instrumentalistisk til noget – men hvis BSP og JHJ har opfattet min artikel som et argument for en formelfri (og dermed matematikfri?) naturfagsundervisning, så har de fejltolket den. Hensigten var primært af pædagogisk/didaktisk art, nemlig at argumentere for en naturfagsundervisning som lægger vægt på at eleverne "... skal evne det meget vanskelige at få to forskellige former for viden til at hænge sammen, nemlig hverdagslivets narrative tilgang og fysikkens logisk-deduktive", for nu at citere mig selv. Hvordan matematikken så skal indføres, giver hverken jeg eller BSP og JHJ noget svar på – det er op til den enkelte lærers didaktiske tilrettelæggelse. Men når jeg skriver at der skal "... ske en bevægelse fra regning af standardopgaver, indlæring af formler og udførelse af standardøvelser til opstilling af nye problemstillinger og brug af viden på ukendte områder og i kontekstrige, autentiske situationer", så indikerer det at den matematiske formalisme ikke skal læres for formalismens egen skyld. Udgangspunktet må være de konkrete fænomener og hændelser som man skal have en dybere forståelse af – frem for formelsamlingens definitioner og almene sætninger. Men selvfølgelig skal naturfag på det gymnasiale niveau også arbejde med formler. Især er det et adelsmærke ved fysikken at den betjener sig af en abstrakt naturbeskrivelse i form af modeller der ofte beskrives med en matematisk formalisme. Sådanne formler har både kvalitet og kvantitet i en ikke så let adskillelig enhed. Kvaliteten kan måske siges at blive udtrykt gennem modellens grundstruktur, de indgående variable og deres relationer, mens kvantiteten er de konkrete udregninger som kan udføres ved hjælp af modellen. Denne kvalitet er nok abstrakt, men kan (for det meste) meningsættes af elever gennem narrative (og en lang række andre) handlinger – og dermed forbindes med deres hverdagsopfattelser – og dermed nyttiggøres i handlinger i både skolemæssige og ikke-skolemæssige sammenhænge. Og så, tja, så ender naturfagene (og matematikken) som redskaber – heldigvis.

# Den virkelige interessante interesse

Lars Krogh, Steno Institutet, Aarhus Universitet

*Kommentar til artiklen "Elevens interesse i naturfag – et didaktisk perspektiv" af Niels Bonderup Dohn i MONA, 2007(3).*

Niels Bonderup Dohn (NBD) beskæftiger sig i forrige nummer af MONA med elevens interesse for naturfag. Hans artikel har et dobbelt sigte: dels at levere en afklaring af de allermest grundlæggende begreber og dels at kommunikere egen empirisk interesseforskning fra ture i felten med gymnasiehold i biologi. Jeg har stor sympati for begge bestræbelser og for artiklen, men den giver mig alligevel anledning til at problematisere tre forhold. Det første og mest tekniske aspekt vedrører uklarheder i den teoretiske begrebsætning som NBD overtager fra tysk forskning. Det andet forhold er nært forbundet hermed idet uklarhed i den grundlæggende begrebsætning meget nemt kan påvirke de tolkninger og konklusioner man uddrager af sin empiriske forskning. Denne faldgrube aner jeg at NBD på visse punkter falder i. Endelig giver artiklen mig anledning til det mere holdningsprægede spørgsmål: Hvilken type af interesseforskning er egentlig interessant? Min respons vil herefter følge denne tredelte struktur.

## Den iboende uklarhed i interessebegrebets definitioner

Ifølge den af NBD refererede "tyske" skole i interesseforskningen skal interesse forstås som en relation mellem individ og et (generaliseret) objekt. Man er interesseret i *noget*, fx "egentlige genstande, interesserelaterede aktiviteter og interesseområder" (NBD, s. 9). Dette lyder indlysende og simpelt. I praksis er det imidlertid ganske svært at afgrænse interesseobjektet fra den kontekst som det oftest er indlejret i. Tag fx den omtalte ROSE-undersøgelse som angiveligt undersøger elevens interesse for bestemte indholdsområder i naturfag. Den danske undersøgelse (i uddrag gengivet i Busch, 2004) viser at ca. 2/3 af drengene er ganske interesserede i emnet "Eksplorative kemikalier". Enhver med en vis erfaring fra fx undervisning i kemi vil imidlertid vide at denne interesse for de fleste elevens vedkommende ikke er knyttet til skolefagets teoretiske viden om *emnet* "Eksplorative kemikalier", men derimod til forventningen om bestemte undervisningssituationer (effektfulde demonstrationsforsøg, individuelle

eller gruppevis elevforsøg med vekslende (men sikkert begrænsede) grader af frihed). I dette eksempel hjælper erfaringen os måske med at pejle det mest sandsynlige interesseobjekt, ikke som et teoretisk emneområde – men som en situeret aktivitet. Reelt kan vi dog ikke vide om denne interesse består såfremt elevøvelserne mod sædvane *ikke* udføres i grupper (jf. Mitchell, 1993), eller såfremt eleverne udelukkende får lov til at lave “ufarlige” forsøg til illustration af de teoretiske principper (fx redoxreaktioner). ROSE-undersøgelsens bud på emnemæssig interesse er således overlejret med diverse undervisningsmæssige præferencer. Derfor skal forskeren holde tungen lige i munden når tolkninger og konklusioner skal formuleres. Denne pointe leder os over i næste ikke helt uproblematisk forhold.

## Den vanskelige fortolkning af situeret interesse i forskningsmæssige casestudier

NBD fremlægger en meget illustrativ casebeskrivelse hvor et tilvalgshold af gymnasieelever arbejder med populationsbiologi. Læreren kommer – mere eller mindre uforvarende – af sted med at iscenesætte en stikprøveundersøgelse af regnormehyppigheden i forskellige naturområder så den får konkurrenceovertoner. “Der er et væddemål her” (hvem får de fleste, største, længste, tungeste regnorme?). Situationsbeskrivelsen er levende, og som læser lader man sig overbevise om at der er klare *indikationer* på *situeret* interesse hos eleverne undervejs i deres praktiske undersøgelse. De både undervisnings- og forskningsmæssigt interessante spørgsmål er nu hvad eleverne faktisk er interesseret i – og hvilke forhold der har virket interessestimulerende. Til det første fastslår NBD (s. 20) at “*Ifølge den pædagogiske interessedeteori må øvelsens indhold være interensens objekt*” – og NBD når i sin tolkning frem til at “*meningsforhandlende konkurrence*” var den væsentligste grund til at øvelsen var sjov (s. 18). Efter min opfattelse kan man problematisere om elevinteressen overhovedet handler om “øvelsen”, og i allerhøjeste grad om den retter sig mod “øvelsen som faglig, indholdsorienteret meningsforhandling”. Umiddelbart virker andre forklarende faktorer mindst lige så meningsfulde ud fra den fremlagte empiri, fx at eleverne opfatter konkurrencen som en fælles og acceptabel “leg” (uden nødvendigt fagligt og meningsskabende islæt), eller eleverne synes at det er sjovt at gøre ting i *fællesskab*, eller eleverne fatter interesse for aktiviteten pga. af dens *skoleoverskridende anderledeshed*. Afhængigt af hvorledes man afgrænser “øvelsen” i forhold til konteksten, kan man strides om hvorvidt det er øvelsen eller konteksten der fanger interessen. Men jeg har svært ved at se den knyttet til øvelsens indholdsmæssige aspekt.<sup>1</sup> Dette problem vil jeg forholde mig mere generelt til nedenfor.

1 Nogle vil formentlig her indvende at “øvelsen” skal forstås som en *integreret* faglig, social og identitetsskabende proces, fx med henvisning til Wengers (1998) begreb om læring i praksis. Men dels konstituerer dette korte og relativt utypiske skoleindslag næppe en praksis, og dels ligger der en indbygget konflikt mellem et integrativt læringssyn og en interesseforskning som først bliver brugbar når den bliver specifik.

Artiklen illustrerer også på anden vis hvorledes begrebslig utydelighed kan give problemer for forskningsmæssig tolkning. NBD anfører (s. 16) at "*situationel interesse blev også fanget af ahaoplevelser*" ("umiddelbare fascination, overraskelse eller opdagelse"). Her vil jeg mene at ahaoplevelsen som psykologisk kategori er et *særligt udtryk* for situeret interesse, *ikke interessens årsag*. Den tyske interesseforskning som NBD henholder sig til, indfører begrebet *Interestingness* (Krapp et al., 1992) til at indfange og udskille omgivelsesfaktorer fra den personlige oplevelsestilstand. Dette forskningsprogram har fokuseret på hvordan forskellige omgivelsesfaktorer påvirker den situerede interesse. Årsagen søges i *Interestingness* mens virkningen er psykologisk og dermed en distinkt anderledes kategori. Risikoen for at sammenblende årsag og virkning mindskes såfremt man fastholder denne distinktion.

## Og nu til spørgsmålet om den interessante interesse – i undervisning og forskning

NBD's undersøgelse dokumenterer overbevisende hvorledes eksperimentelt feltarbejde i biologi kan give eleverne en god oplevelse. Det kan i nogle situationer være et helt legitimt mål i sig selv, fx når et nyt hold elever skal rystes sammen. Efter min opfattelse bliver interesseforskningen imidlertid først for alvor didaktisk interessant når den klart inddrager *faget* i et dannelses-, lærings- eller rekrutteringsperspektiv. Den gode oplevelse er *i sig selv* ikke interessant nok! Interessant er den gode oplevelse der modvirker fremmedgørelse over for naturfaglige problemstillinger i et hyperkomplekst samfund, den der driver eller understøtter faglig læring, og den der overskrider øjeblikket og udvikler sig til personlig interesse for naturfag og naturvidenskabelige karriereaspirationer. Her ligger de virkelige udfordringer for en naturfagsdidaktisk interesseforskning.

Aktuelt ved man meget lidt om hvorledes interesse og læring spiller sammen. I et review over forskningen i situeret interesse (Schraw & Lehman, 2001) fastslås det at man ikke engang på et overordnet niveau kan redegøre for sammenhængen mellem interesse, forudgående viden og læring. Logisk nok indebærer det at forskningen p.t. er meget langt fra at kunne levere en procesrettet og praksisnær forståelse af disse faktoreres samspil sådan som det udfoldes i konkret naturfagsundervisning. NBD forsøger med sine tolkninger at placere sit projekt i dette interessante og underbelyste felt, hvilket er al ære værd.

Både dannelses- og rekrutteringsperspektivet kræver indsigt i hvorledes situeret oplevelse kan vokse indad og etablere en blivende relation. Mange af tidens rekrutteringstiltag over for unge afspejler diverse institutioners tro på at en situeret interesse affødt af den gode "naturfagevent" (fx fysik-/kemi-show og Physics on Stage) vil føre til vedvarende interesse for naturfag og naturfaglige karrierer. En sådan filosofi hviler imidlertid på et meget spinkelt grundlag; fx hedder det hos Schraw & Lehman

(2001): “*Very little is known about this developmental process even though it carries tremendous educational implications for educators*”.

Dette citat er i øvrigt interessant idet det indikerer at for at forstå udviklingen af interesser hos den enkelte må man forstå den enkeltes udvikling som person. Sammenhængen mellem specifikke objektrettede interesser og mere generelle personlighedstræk (fx “basic needs”, værdier etc.) er både teoretisk og empirisk meget ringe belyst (jf. Krapp, 2002). I hvert fald føjer det en væsentlig, ny dimension til den hidtidige interesseforskning: nemlig hvad den enkelte elev bringer med sig ind i naturfagsundervisningen – af personlighedstræk, erfaringer og primærsocialisering. Kun ved at inddrage disse vil man være i stand til at levere fyldestgørende svar på hvorfor piger typisk er mindre interesserede i naturfag end drenge, og hvorfor interessen for naturfag typisk daler efter 3.-5. klasse og i særdeleshed i senmodernitetsprægede samfund (fx Schreiner, 2006).

Hermed være fremdraget nogle forskningsspørgsmål som jeg personligt ville helige mig med stor interesse.

## Referencer

- Busch, H. (2004). Pige- og drenge-emner i naturfag. *Aktuel Naturvidenskab*, 5, s. 33-35
- Krapp, A. (2002). Structural and dynamic aspects of interest development: theoretical considerations from an ontogenetic perspective. *Learning and Instruction*, 12, s. 383-409.
- Krapp, A., Hidi, S. & Renninger, K.A. (1992). Interest, Learning and Development. I: K.A. Renninger, S. Hidi & A. Krapp (red.), *The Role of Interest in Learning and Development* (s. 3-25). Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Mitchell, M. (1993). Situational Interest: Its Multifaceted Structure in the Secondary School Mathematics Classroom. *Journal of Educational Psychology*, 85, s. 424-436.
- Schraw, G. & Lehman, S. (2001). Situational Interest: A review of the Literature and Directions for Future Research. *Educational Psychology Review*, 13, s. 23-52.
- Schreiner, C. (2006). *Exploring a ROSE-garden: Norwegian youth's orientations towards science – seen as signs of late modern identities*. Dissertation, Faculty of Education, University of Oslo.
- Wenger, E. (1998). *Communities of Practice: Learning, Meaning, and Identity*. Cambridge: Cambridge University Press.

# “Det lyder interessant ... lad os prøve det!” – et spørgsmål om motivation

Lars Domino Østergaard, Aalborg Seminarium

*Kommentar til artiklen “Elevens interesse i naturfag – et didaktisk perspektiv” i MONA, 2007(3).*

I artiklen “Elevens interesse for naturfag – et didaktisk perspektiv” skitserer Niels Bonderup Dohn (NBD) først de mange undersøgelser der er blevet foretaget for at kortlægge børn og unges interesser for naturfag, hvorefter han problematiserer begrebet interesse, for som han skriver, “hvad forstår man egentlig ved *interesse*?” (Dohn, 2007, s. 8). Begrebet udfolder han dernæst selv og kobler endvidere interesse sammen med *motivation* idet han skriver: “Interesse kan være *motiv* for den indefrakommende motivation [...] det er vigtigt at slå fast at der også kan være andre motiver end interesse i spil ved en given indefrakommende motivation” (ibid., s. 10). Og det er netop det der er sagens kerne når naturfag, situationel interesse og motivation bliver koblet. For hvor langt kan man komme med elevens interesse inden for naturfag? Er det hele ikke et spørgsmål om motivation? I sin artikel spørger NBD med reference til det empiriske arbejde med 3. g-elever og deres praktiske arbejde med en biologiovelse: “Var øvelsen interessant for eleverne?” (ibid., s. 20). Hans eget svar er “ja” – men var det egentlig en interesse der motiverede eleverne til at arbejde med øvelsen, eller var det andre faktorer?

Blandt andet på baggrund af Deci, som har skrevet “... interest is a powerful motivator [for doing activities]” (1992, s. 43), samt Csikszentmihalyi & Hermanson (1995), der har beskæftiget sig med interesse, motivation og specielt flow, har jeg i min ph.d.-afhandling defineret interesse som “*en psykisk tilstand, der eksisterer i relation til bestemte objekter som en parathed til at handle*” (Østergaard, 2005, s. 21). Det vil sige at interesse er noget der kommer *før* motivation (som jeg definerer som *en proces* der medfører en målrettet handling), og som rigtigt nok kan foranledige børn og unge til at arbejde med fx biologiske øvelser i felten, men som ikke automatisk inkluderer en handling.

Øvelsen var interessant – ja, men for hvem? For læreren var den sikkert da den illustrerede noget om populationsbiologi, men for eleverne tror jeg ikke det var øvelsen der var interessant, men mere at de var *motiverede til at handle*.

Motivationsbegrebet kan deles op i hhv. en ekstern stimulerede motivation og en indefrakommende motivation (hhv. *extentrinsic* og *intrinsic motivation*, bl.a. Pintrich & Schunk, 1996), hvoraf det specielt er den sidste form der er spændende idet det er individerne selv – eleverne – der af egen vilje fx udfører forsøgene, frem for at det er omgivelserne der med karakterer og løfte om gode eksamensresultater ansporer eleverne til at være aktive.

I en undersøgelse af 84 seksårige børns motivation for at øve læse- og skrivefærdigheder fandt Turner og Paris (1995) at den vigtigste faktor *ikke* var typen af det læse/skrive-program skolen fremlagde, men børnenes *egen* kontrol af både det produkt de kom frem til, samt den proces de valgte.

Turner og Paris kom frem til seks karakteristika ("the six C's", *ibid.*, s. 664) der alle havde indflydelse på børnenes motivation:

- Børnene valgte selv hvad de ville lære, og hvad de ville arbejde med (**Choice**).
- De satte selv rammer for udfordringerne de blev præsenteret for (**Challenge**).
- De havde selv kontrollen over ideer og planlægning af arbejdet (**Control**).
- Samarbejdet mellem børnene var muligt på deres egne præmisser (**Collaboration**).
- Dét at børnene selv valgte materiale, metode og til dels mål, gav børnene en bedre forståelse af arbejdet (**Constructing meaning**).
- Måden hvorpå børnene arbejdede, havde konsekvens for deres læring (**Consequences**).

I en anden undersøgelse, hvor Paris også var involveret (Paris et al., 1998), blev 184 3.-5.-klasses-elevers interesse og motivation i hands-on-biologiaktiviteter undersøgt. Paris fandt at det var de samme seks karakteristika som nævnt ovenfor der var afgørende for elevernes motivation. Set ud fra deres aktiviteter var elevernes indefrakommende motivation blevet stimuleret ved at inddrage "the six C's" i børnenes arbejde. Der var flere elever der ville beskæftige sig med emnet både under og efter forløbet, og deres evne til at løse fagligt relaterede problemstillinger blev væsentligt forbedret.

Der er i andre kontekster end skolen blevet udført lignende undersøgelser af hvordan børns indefrakommende motivation for at tilegne sig viden kan stimuleres. Blandt andre har Deborah Perry (1992) undersøgt hvad det er for nogle specielle faktorer ved opstillinger på science-centre og andre hands-on-museer der stimulerer den indefrakommende motivation hos de besøgende. Hun er kommet frem til følgende seks faktorer der gør læring for de enkelte besøgende sjov, tilfredsstillende og succesfuld:

- Curiosity
- Challenge
- Play



- Confidence
- Control
- Communication

De omtalte forskningsresultater har jeg sammen med resultater fra andre undersøgelser bearbejdet i min ph.d.-afhandling, og jeg er kommet frem til seks faktorer der alle kan være med til at stimulere den indefrakommende motivation hos børn hhv. i og uden for skolekonteksten (Østergaard, 2005):

Relevans:	Aktiviteten børnene beskæftiger sig med, skal være relevant og give mening i forhold til hvor de er i deres personlige udvikling.
Muligheder for valg:	Børnene skal have mulighed for selv at træffe valg – både mht. hvilke aktiviteter de vil beskæftige sig med, og mht. hvad de foretager sig når de aktivt handler.
Mulighed for kontrol:	Muligheder for valg skal kobles sammen med at børnene selv skal have kontrol over aktiviteterne og deres færden i konteksten, hvad de foretager sig, og på hvilken måde. Børnene skal have en følelse af autonomi.
Aktivt udfordrende:	Børnene skal have mulighed for at blive udfordret af de aktiviteter de beskæftiger sig med. Ved selv at vælge styrer børnene selv graden af den udfordring de stiller sig selv over for. Udfordringen skal virke appellerende og bør indebære manipulation af objekter, tekster og lignende.
Fællesskab:	Børnene skal have mulighed for at indgå i fællesskaber med kammerater eller voksne som de har relation til, og derigennem skabe et samarbejde om den aktivitet de bliver konfronteret med.
Kontekst:	Børnene skal have en følelse af at andre personer i konteksten har tillid til og tro på børnenes evner, samtidig med at det miljø de handler i, udgør en tryk og tillidsfuld ramme for deres aktivitet.

**Table 1.** Faktorer der kan have indflydelse på børns indefrakommende motivation (*ibid.*, s. 33)

Hvis nogle af de nævnte faktorer, eller optimalt, hvis de alle er til stede når børn eller unge er beskæftiget med forskellige aktiviteter, er det sandsynligt at deres indre motivation vil blive stimuleret, og at de aktivt og af egen fri vilje vil begynde at beskæftige sig med det de bliver præsenteret for – fx en biologisk feltøvelse.

Hvis biologiovelsen fra NBD's artikel ansues ud fra ovenstående, vil jeg mene at eleverne finder øvelsen *relevant*, *de kan selv vælge* hvor de vil udføre øvelsen, *de har selv kontrol over øvelsen*, det er en *aktivt udfordrende* øvelse (eleverne bliver udfordret både mht. at få regnormene til at komme op fra jorden og mht. at fange regnormene),



og endelig foregår øvelsen i et *socialt fællesskab* og i en *god kontekst*. Jeg argumenterer altså for at eleverne er engageret med at udføre en "sjov" biologiovelse (Dohn, 2007, s. 18) mere fordi deres indefrakommende motivation er blevet stimuleret, end fordi de finder øvelsen og dens objekter – regnormene – interessante.

Den helt store didaktiske udfordring er, ud over at stimulere elevernes indefrakommende motivation, at få vakt deres *individuelle interesse* for naturfaget. Det er nemlig med den form for interesse at eleverne uden for skolen udforsker verden, det er med den at eleverne siden hen træffer deres studievalg, og det er med den at de er med til at markere Danmark på verdenskortet som en nation hvor der er mange unge der interesserer sig for naturfag.

For at tage den udfordring op kan vi som undervisere jo begynde med at forsøge at stimulere elevernes indefrakommende motivation ...

## Referencer

- Csikszentmihalyi, M. & Hermanson, K. (1995). Intrinsic motivation in museums: Why does one want to learn? I: J.H. Falk & L.D. Dierking (red.), *Public Institutions for Personal Learning*. Washington: American Association of Museums.
- Deci, E.L. (1992). The Relation of Interest to the Motivation of Behavior: A Self-Determination Theory Perspective. I: K.A. Rennie et al. (red.), *The Role of Interest in Learning and Development*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates.
- Dohn, N.B. (2007). Elevers interesse i naturfag – et didaktisk perspektiv. *MONA*, 2007(3), s. 7-24.
- Paris, S.G. et al. (1998). Hands-On Biology: A Museum-School-University Partnership for Enhancing Students' Interest and Learning in Science. *The Elementary School Journal*, 98(3), s. 267-287.
- Perry, D. (1992). Designing exhibits that motivate. *ASTC Newsletter*, 20(2), s. 9-10.
- Pintrich, P.R. & Schunk, D.H. (1996). *Motivation in Education*. Ohio: Prentice Hall.
- Turner, T. & Paris, S.G. (1995). How literacy tasks influence children's motivation for literacy. *The Reading Teacher*, 48(8), s. 662-673.
- Østergaard, L.D. (2005). *Hvad har børns leg og naturvidenskabelige metoder med hinanden at gøre?* Ph.d.-afhandling, Danmarks Pædagogiske Universitet. Kan rekvireres ved henvendelse til forfatteren.

# SOS – der er måske en redningskrans på vej

Per Nygaard Thomsen & Mikael Skånstrøm, Nørre Nissum Seminarium & HF

*Kommentar til artiklen "SOS-projektet – didaktisk modellering af et sammenhængsproblem" i MONA, 2007(3).*

Der er ingen tvivl om at der kan være store vanskeligheder i matematik for eleverne ved skiftet fra folkeskole til en gymnasial ungdomsuddannelse. Der står stadig *Matematik* på skemaet, men både indhold og metoder kan føles vældigt anderledes for eleverne. Som angivet i artiklen er en af grundene at hvor der i folkeskolen er særligt fokus på udviklingen af elevernes problemløsningskompetence, efterspørger lærerne i gymnasiet elevernes symbol- og ræsonnementskompetencer.

I rapporten fra marts 2006 om "Fremtidens matematik i folkeskolen" er et af forslagene til indsatsområder netop også denne overgang.

Det kan der uden tvivl angives mange mulige løsninger på, og en af dem er den artiklen handler om. Heri beskrives forsøget på at fokusere på behandlingen af symbolbehandlingskompetence i folkeskolen for på den måde at gøre eleverne mere parate til undervisningen på en gymnasial ungdomsuddannelse. Og det kan der fint argumenteres for.

## I folkeskolen

Når man "googler" ordene *symbolbehandlingskompetence i folkeskolen*, får man i løbet af 0,04 sekunder 14 hits. Og det vel at mærke hvis man undlader at sætte ordene i anførselstegn. Tilmed refererer langt de fleste enten til det projekt der er grundlaget for artiklen i septemberudgaven af MONA, eller til konferencen *Forum for matematikkens didaktik* afholdt i Nyborg midt i september med baggrund i samme projekt.

I sin bacheloropgave på Blaagaard Statsseminarium i sommeren 2006 undersøger en ung studerende hvordan det står til med kendskabet til KOM-rapporten (Niss & Højgaard Jensen, 2002) blandt lærerne i Gladsaxe. Hans korte konklusion er at han har en mission i den danske folkeskole med udbredelsen af kompetencebegrebet. Lægger vi så vores virkelighedsbaserede fornemmelse for de faglige tilstande i folkeskolen sammen med ovennævnte to observationer, tillader vi os at konkludere at symbolbehandlingskompetence som udtalt fagligt begreb endnu ikke har vundet særligt

indpas i matematiklærernes dagligdag. Men det er jo selvfølgelig ikke det samme som at det ikke foregår.

## I afgangsprøver og lærebøger

Lærerne fra det tekniske gymnasium der deltog i projektet, har analyseret en afgangsprøve og fandt at blandt andet symbolbehandlingskompetencen var svagt repræsenteret. Det kan de måske godt have ret i hvis man kigger efter kompetencen præsenteret i sin reneste form, som fx  $(7-a)^2 = \underline{\hspace{2cm}}$ . Som tidligere bemærket er det nemlig fortrinsvis problemløsningskompetencen der er i spil i de afsluttende skriftlige prøvers problemløsningsdel. Men når eleverne så har anvendt den til at opstille et regneudtryk, er det vel netop symbolbehandlingskompetencen der må klare opgaven derfra. De undersøgende lærere har dog ret i at det på ingen måde er tydeliggjort i prøverne hvilken kompetence der kræves for at løse de forskellige opgaver. Det er blandt andet fordi der ikke er anvendt et ekspliciteret kompetencekriterium for opgaverne i afgangsprøverne. Tiden må vise om det nye Fælles Mål II eller et nyt initiativ fra opgavekommissionen i matematik vil ændre på dette forhold.

Symbolbehandlingskompetencen som begreb forekommer heller ikke i langt de fleste af lærebøgerne. En af artiklens ophavsmænd er selv medforfatter til både et matematikbogssystem og KOM-rapporten, så dér er denne tankegang selvfølgelig en integreret del af netop det system. Men i andre systemer er den altså enten ikkeeksisterende eller bare meget mindre tydelig. Og da lære(r)bøger jo synes at være den absolut bærende kraft for lærerne i matematikundervisningen, er det måske ikke så underligt at kompetencetankegangen tilsyneladende er fjern for de fleste.

For mange elever er anvendelsesaspektet motivationen til at indlære færdigheder. Modsat er det særdeles vanskeligt at arbejde med matematik i anvendelse uden brug af færdigheder. Så det er i dette spændingsfelt undervisningen i matematik befinder sig: *Anvendelse er motivation for færdigheder som er forudsætning for anvendelse som er motivation for færdigheder som er ...*

## Variabelbegrebet som grundlag

I artiklen præsenteres fire didaktiske ankerpositioner som af projektgruppen blev udvalgt som en del af didaktificeringen af projektet. Et af disse punkter synes at berøre et centralt omdrejningspunkt omkring den rækkefølge og fremgangsmetode man bruger i forbindelse med arbejdet med symbolbehandlingskompetence, i folkeskolen såvel som i gymnasiet: *“2. Elevernes begrebsforståelse skal udvikles før træning af de tilhørende færdigheder”* (s. 32).

Endvidere karakteriseres symbolbehandlingskompetencen i artiklen i overskriftform som bestående af *“afkodning, oversættelse og manipulation”*. Umiddelbart synes afkodning og oversættelse nærmere beslægtet med begrebsforståelsen omkring

variable, mens manipulationen nok knytter sig tættere til de tilhørende færdigheder. Det vil være plausibelt at tro at gennem arbejde med variable i netop afkodning og oversættelse, fx i opgaver som skitseret i artiklen, vil der være et rigtig godt grundlag for det videre arbejde. Således godtgjorde de to forfattere og deres projektsamarbejds-partnere da også på konferencen i Nyborg omkring SOS-projektet at arbejdet med ligninger, uligheder, funktioner osv. blev betydeligt lettere efter et grundigt arbejde med begrebsforståelsen omkring variable og variabelbegrebet.

En mulig delkonklusion på projektet set udefra kunne således være at der bør bruges meget mere tid på arbejdet med variabelbegrebet gennem afkodning af variable og oversættelse fra virkelighedssituationer til variabelbeskrivelse.

## Episodekonstruktion som metode

Det kan være vældigt vanskeligt at indsamle empiri til undersøgelse og diskussion af de samtaler der foregår mellem elever i en undervisningssituation. Dels er det et stort arbejde at behandle den samtale der måtte være optaget på et bånd, og dels viser erfaringerne at samtaler der alene handler om det faglige, er særdeles sjældne. Som to yderpunkter i denne sammenhæng henviser vi til artiklerne i *Kan det virkelig passe: "Samtale gennem læring"* og *"Modstandsgruppen"* (Skovsmose & Blomhøj, 2003). Derfor er konstruktionen af episoder en fremragende måde at konkretisere afgørende fokuspunkter i samtalen omkring et specifikt emne på. Ikke blot giver episoder læseren klarhed over hvad meningen med tankerne er, men de giver også rum til at udfordre vanskeligere faglige temaer som ellers ikke ville være kommet i spil. Det gør sandsynligvis også samtalerne mellem de forskellige parter i projektet nemmere når der er konkrete, eksemplariske episoder at forholde sig til.

Det er helt sikkert ikke nemt at foretage denne episodekonstruktion så vi har besluttet at gøre det til en faglig disciplin på linjefagsholdet på seminariet. Vi ser episodekonstruktion som et spændende redskab for den kommende lærer – et redskab som kan mange ting, fx i planlægningen af undervisning, i anskueliggørelse af undervisningen for sig selv og andre samt i evaluering hvor det centrale er at gøre sig reflekterede tanker forud for eller om en gennemført undervisning.

## Forskere i undervisningen

Det burde være enhver lærer forundt, ja, faktisk forpligtiget, at samarbejde med forskere i forbindelse med egen undervisning. Det kan godt være man befinder sig i forskellige typer af team, men mødet med eleverne og undervisning er oftest et enmands-job M/K. De allerede indhøstede erfaringer viser at sådan et samarbejde har stor indflydelse på de involverede læreres praksis. Der er dog alt for få eksempler, og det er klart at med det alarmerende lave antal matematikdidaktiske forskere der er i Danmark, er det begrænset hvor mange lærere der kan få glæde af sådan et initiativ.


Men den tidligere omtalte rapport, "Fremtidens matematik i folkeskolen", har også dette område blandt sine anbefalinger.

Vi ved at artiklen i en eller anden form er på vej til Danmarks Matematiklærerfor- enings medlemsblad. Det kan vi kun bifalde. Den kan motivere matematiklærerne i den danske folkeskole til at have opmærksomhed på begge de områder artiklen har sit fokus på: S for symbolbehandlingskompetencen Og S for sammenhængsproble- merne.

Så kan det oven i købet være der kommer flere hits på *symbolbehandlingskompe- tence i folkeskolen* på Google.

## Referencer

- Udvalget til forberedelse af en handlingsplan for matematik i folkeskolen. (2006). *Fremtidens matematik i folkeskolen*. Lokaliseret d. 25. oktober 2007 på: [http://www.uvm.dk/06/docu- ments/mat.pdf](http://www.uvm.dk/06/documents/mat.pdf)
- Skovsmose, O. & Blomhøj, M. (red.) (2003). *Kan det virkelig passe – om matematiklæring*. Kø- benhavn, L&R Uddannelse
- Niss, M. & Højgaard Jensen, T. (red.) (2002). *Kompetencer og matematiklæring. Ideer og inspi- ration til udvikling af matematikundervisning i Danmark*. Uddannelsesstyrelsens temahæf- teserie 2002(18)



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

# Litteratur

# Ph.d.-afhandlinger

## Hvad har børns leg og naturvidenskabelige metoder med hinanden at gøre?<sup>1</sup>

*Af Lars Domino Østergaard, forsvaret i 2005 ved Enhed for naturfagsdidaktik, Danmarks Pædagogiske Universitetsskole, Århus Universitet.*

I afhandlingen viser jeg at der er en sammenhæng mellem børns *frivillige* leg uden *voksenindblanding* og deres brug af naturvidenskabelige metoder – metoder som børnene i andre kontekster kan anvende til at tilegne sig viden om naturen og naturfænomener.

På baggrund af en litteraturanalyse af begreberne motivation, leg og legens kontekst konkluderer jeg at det med få midler må være muligt at kunne stimulere børn så de i deres leg får mulighed for at anvende naturvidenskabelige metoder. Yderligere studier af metoder og børns tilegnelse af viden om natur og naturfænomener fører til at jeg opstiller tre kategorier af legeadfærd hvori børn har mulighed for at benytte metoder der kan hjælpe dem til at erhverve naturfaglig viden.

Jeg foretog observationer af børns leg på bl.a. Experimentarium, i Hareskoven og på deres fritidshjem, og jeg fandt tegn på at børnene *ud over* de tre opstillede kategorier af adfærd i deres leg anvendte naturvidenskabelige arbejdsmetoder på en sådan måde at der kunne kategoriseres yderligere fem typer af legeadfærd.

Af de i alt syv kategorier vil jeg specielt fremhæve *undersøgende, eksperimenterende, hypotesedannende og reflektiv legeadfærd*. Det er basale former for legeadfærd der i et konstruktivt samspil kan være med til at fremme børns brug af naturvidenskabelige metoder. De tre øvrige kategorier, hhv. *orienterende* og *imiterende legeadfærd* samt *legeadfærd hvori børn konstruerer*, favner alle de fire tidligere nævnte, og tilsammen inkluderer de samtlige 13 arbejdsmetoder jeg i afhandlingen har fremhævet som værende essentielle for at børn kan tilegne sig naturfaglig viden.

Det er altså muligt at opstille rammer for leg som kan være med til at stimulere børn til at anvende adfærdsformer hvorved de igennem deres *frivillige* leg uden *voksenindblanding* og ved brug af naturvidenskabelige metoder bliver "klædt på" til at lære om naturfag – hvad enten det er i deres fritid, eller det er i skolens natur/teknik-timer.

<sup>1</sup> Afhandlingen kan rekvireres ved henvendelse til forfatteren. Afhandlingen forventes udgivet foråret 2008.

## 1. g-elever på et science-center: Engageres de? – Påvirkes de?<sup>1</sup>

*Af Nana Quistgaard, forsvaret i 2006 ved Institut for Filosofi, Pædagogik og Religionsstudier, Syddansk Universitet*

Afhandlingen undersøger elevers engagement og udbytte ved besøg på et science-center, herunder hvad der karakteriserer de opstillinger eleverne bedst kan lide, og hvad elevernes udbytte er af interaktionen med deres favoritopstillinger. I erkendelse af at de fleste klassebesøg på et science-center er enkeltstående foreteelser der ikke er integreret i undervisningen, er det sådanne besøg undersøgelsen koncentrerer sig om, og med et særligt fokus på eventuelle kønsforskelle. Den teoretiske ramme er Deweys epistemologi og læringsteori, herunder særligt Deweys tanker om refleksionsprocessen. Det er en antagelse i afhandlingen at opstillinger der faciliterer Deweys 5-trins-refleksionsproces, skaber størst kognitiv påvirkning. Undersøgelsens informanter udgøres af danske 1. g-elever som besøger science-centret Experimentarium. I alt 75 elever er inddraget hvoraf 8 er udvalgt som caseinformanter hvis samtale og færden under besøget er kortlagt. De mest populære opstillinger er udpeget af alle informanter, og en væsentlig del af datamaterialet udgøres af elevtekster om disse favoritopstillinger. De 8 elever er endvidere interviewet kort tid efter besøget, og 5 af disse er interviewet igen 10-12 måneder efter besøget for at finde eventuelle langtidsvirkninger. De vigtigste resultater er:

- Både drenge og piger er mest begejstrede for jeg-orienterede opstillinger hvor de kan teste, måle osv. egne evner eller forhold. Drengene fokuserer på de konkurrencebetonede opstillinger (fx måling af fysiske præstationer) mens pigerne i højere grad interesserer sig for fx egen hjerne og bevidsthed.
- Begge køn kan fascineres af opstillinger med et dramatisk indhold så det i højere grad er det underholdende end det læringsmæssige der trækker.
- Elevernes favoritopstillinger giver personligt feedback, er body-on, konkrete og simple.
- Der konstateres få refleksioner, og det kognitive udbytte er sparsomt.
- Der er en vis bekræftelse af at opstillinger der faciliterer Deweys 5-trins-refleksionsproces, skaber størst kognitiv påvirkning.
- Langtidspåvirkningen af besøget er lille. Besøget har desuden ikke gjort noget stort indtryk eller haft betydning for deres skole- eller hverdagsliv.

Afhandlingen afsluttes med en diskussion om fremadrettede tiltag.

<sup>1</sup> Afhandlingen kan rekvireres på [http://www.sdu.dk/Om\\_SDU/Fakulteterne/Humaniora/Forskning/Phd\\_projekter/phdafhandlinger\\_iframe.aspx](http://www.sdu.dk/Om_SDU/Fakulteterne/Humaniora/Forskning/Phd_projekter/phdafhandlinger_iframe.aspx)



## Gymnasieelevers situationelle interesse i forskellige læringssammenhænge i faget biologi<sup>1</sup>

*Af Niels Bonderup Dohn, forsvaret i 2006 ved Institut for Filosofi, Pædagogik og Religion, Syddansk Universitet*

Formålet med afhandlingen er at undersøge *hvad* gymnasieelever finder interessant i forskellige konkrete læringssituationer. Desuden er det også afhandlingens mål at udvikle et teori- og begrebsapparat som kan anskueliggøre fænomenet "interesse" i pædagogiske sammenhænge.

I afhandlingens første del foretages der en række overordnede valg med hensyn til teoretisk referenceramme. Fænomenet "interesse" er et vigtigt aspekt ved læring, og dermed får læringsteori på det problemsættende plan betydning for hvordan interessebegrebet kan forstås og gribes metodologisk an. Interesse defineres som en individuel "person-objekt-relation", hvor "interesseobjektet" i vid udstrækning henter indhold og mening fra de konkrete, sociale sammenhænge det forekommer i. På baggrund heraf præciseres afhandlingens forskningsspørgsmål til: *Hvordan fanges elevers situationelle interesse i forskellige læringssammenhænge?*

Valget af casestudiet som metode begrundes ud fra ønsket om at foretage en inductiv, eksplorativ undersøgelse af hvad der fanger situationel interesse i forskellige læringssammenhænge, og hvorfor. Afhandlingens empiri udgøres af tre cases. Den første case beskriver et undervisningsforløb i populationsbiologi. Casen udgøres af en ekskursion til en strand og tre populationsbiologiske øvelser. Den anden case er et biologiholds heldagsbesøg ved Fjord&Bælt-centret. Den sidste case omhandler et biologiholds heldagsbesøg i Odense Zoo.

Den samlede konklusion på forskningsspørgsmålet er at hands-on-aktiviteter umiddelbart kan fange interesse – især når aktiviteterne vedrører biologiske ("autentiske") objekter. Fascination, faglig nysgerrighed, overraskelse og opdagelse i relation til et interesseobjekt er alle nært relaterede forhold der ligeledes umiddelbart kan fange interesse. Disse forhold er kendetegnet ved en direkte person-objekt-relation. Der-til kommer de indirekte, medierende forhold som "event-oplevelser", oplevelsen af meningsfuldhed og oplevelsen af social samhørighed. Disse har alle indflydelse på situationel interesse.

<sup>1</sup> Afhandlingen kan rekvireres på <http://www.humaniora.sdu.dk/phd/dokumenter/filer/Afhandlinger-87.pdf>

## “Hvorfor skal voksne tilbydes undervisning i matematik?” – en diskursanalytisk tilgang til begrundelsesproblemet<sup>1</sup>

*Af Lene Østergaard Johansen, forsvaret i 2006 ved Institut for Uddannelse, Læring og Filosofi, Aalborg Universitet*

Med udgangspunkt i vedtagelse af FVU-loven og den efterfølgende udvikling af faget FVU-matematik belyses forskningsspørgsmålet: “Hvorfor skal voksne uden grundlæggende færdigheder i matematik tilbydes undervisning i matematik?” ud fra arbejds-hypotesen: *“I systemet eksisterer der forskellige og modstridende begrundelser for, at voksne uden grundlæggende færdigheder i matematik skal tilbydes undervisning i matematik. Disse modstridende begrundelser hænger sammen med forskellige forestillinger om god matematikundervisning, og om hvad matematikundervisning kan gøre for voksne”*. I afhandlingen inddrages italesættelser fra tre aktørgrupper der alle har haft indflydelse på udviklingen af FVU-matematik, og der skelnes analytisk mellem tre forskellige diskurser: Den Politiske Diskurs, Uddannelsesplanlæggernes Diskurs og Matematiklærernes Diskurs. Der indføres yderligere en analytisk skelnen mellem eksplicite og implicite begrundelser, og der udvikles en analyseramme til analyse af disse.

Analyserne af det meget omfattende datamateriale viser at der inden for de tre diskurser er fælles eksplicite begrundelser for at voksne skal tilbydes undervisning i matematik, og at disse begrundelser for så vidt også kunne bruges som begrundelser for tilbuddet til børn og unge. Analyserne viser også at der imellem Den Politiske Diskurs og Uddannelsesplanlæggernes Diskurs eksisterer meget forskellige implicite begrundelser for at tilbyde voksne matematikundervisning, og at disse modstridende begrundelser bygger på to forskellige opfattelser af målgruppen, af god matematikundervisning samt af hvad matematikundervisning bibringer de voksne.

Udviklingen af analyserammen er et nyt bidrag til forskningen i matematikundervisningens begrundelsesproblem samt til forskningen inden for forskningsfeltet “voksen og matematik”. Idet udviklingen af læseplanen til FVU-matematik må ses som et møde mellem didaktiktraditionen og curriculumtraditionen, giver afhandlingen samtidig nye input til læseplansforskningen.

1 Afhandlingen kan rekvireres på: [http://learning.hum.aau.dk/fileadmin/filer/pdf/Phd-afhandlinger/Phd\\_9\\_8791543395.pdf](http://learning.hum.aau.dk/fileadmin/filer/pdf/Phd-afhandlinger/Phd_9_8791543395.pdf)

## Handlekompetence og pædagogisk kompetence i en reflektiv modernitet<sup>1</sup>

Af Steffen Elmoose, forsvaret i 2007 ved Institut for Uddannelse, Læring og Filosofi, Aalborg Universitet

Afhandlingen beskriver udviklingen i anvendelsen af kompetencebegrebet i en uddannelsesmæssig sammenhæng i en 30-årig periode til og med de aktuelle bestræbelser på at integrere det i målene for naturfagsundervisning. Afhandlingen fokuserer på sammenhængen mellem læring og dannelse i udviklingen af handlekompetence for elever i grundskolen. Yderligere fokuseres der på læreres pædagogiske kompetence, og afhandlingen undersøger undervisningssituationer hvor de to kompetencer interagerer. Forskningsprocessen består i en indledende anvendelse af et foreløbigt kompetencebegrebsapparat i en beskrivelse af natur/teknik-undervisning i to 3.-klasser. Den efterfølgende beskrivelse og analyse af begge kompetenceudviklinger afslører at det foreløbige begrebsapparat viser sig utilstrækkeligt i empirisk sammenhæng, hvilket leder til afhandlingens egentlige udforskning af kompetence og begrebets implementering i naturfagsundervisning. Undersøgelsen munder ud i en forståelse af kompetence som værende en kompleks kategori af viden som omfatter elementer fra alle tre skoler inden for den klassiske vidensfilosofi – *episteme*, *techne* og *fronsesis*. Med denne triangulerede forståelse analyseres brugen af handlekompetencebegrebet som mål for to nationale udviklingsprojekter i 90'erne i Danmark.

Afhandlingen introducerer en syntese mellem mål for naturfaglig kompetence og handlekompetence, hvor fællesmængden kaldes naturfaglig handlekompetence. Den dannelsesmæssige begrundelse for syntesen hviler på afhandlingens sociologiske beskrivelse af samtiden som reflektivt moderne.

Afhandlingen foreslår en revurdering af det hidtidige kompetencebegrebsapparat som erstattes med en mere kompleks, men også bedre dannelsesmæssigt og erkendelsesteoretisk begrundet begrebsforståelse. Der anbefales yderligere forskningsindsats vedrørende balancen mellem behovet for brede og fleksible forståelser af kompetencebegreber og behovet for pædagogisk administrerbare redskaber til at evaluere kompetenceudviklingen.

---

<sup>1</sup> Afhandlingen kan rekvireres på:  
[http://learning.hum.aau.dk/fileadmin/filer/pdf/Phd-afhandlinger/phd\\_10\\_9788791543401.pdf](http://learning.hum.aau.dk/fileadmin/filer/pdf/Phd-afhandlinger/phd_10_9788791543401.pdf)

## Udvikling af lokale naturfaglige kulturer – barrierer og muligheder for skoleudvikling i forbindelse med Science Team K-projektet<sup>1</sup>

*Af Jan Sølberg, forsvaret i 2007 ved Institut for Curriculumforskning, Danmarks Pædagogiske Universitetsskole, Århus Universitet*

Det overordnede mål med denne afhandling bestod dels i at udforske og udvikle begrebet "lokale naturfaglige kulturer" teoretisk og dels i at undersøge lokale naturfaglige kulturer empirisk med udgangspunkt i et konkret udviklingsarbejde.

Afsættet for det empiriske arbejde var et treårigt udviklingsprojekt, Science Team K, rettet mod at øge interessen for naturvidenskab blandt unge i Kalundborg og omegn. Gennem casestudier af tre af de involverede skoler blev forskellige faktorer som på afgørende vis enten muliggjorde eller hindrede langsigtet udvikling på skolerne, gjort synlige. Særligt vigtige var ildsjælene, skolelederne, de praktiske rammer, de økonomiske forhold og en udpræget mangel på tid, overskud og ressourcer.

Den udviklede teoretiske model over lokale naturfaglige kulturer som præsenteres i afhandlingen, kan bruges til at pege på muligheder og barrierer for udvikling. Samtidig kan modellen hjælpe til en øget forståelse af de komplekse og ofte uforudsigelige processer involveret i at udvikle lokale naturfaglige kulturer.

<sup>1</sup> Ph.d.-afhandlingen kan rekvireres på: [www.dpu.dk/om/jans](http://www.dpu.dk/om/jans), se under publikationer.

## **Når læreren tager skolen ud af skolen – en analyse af naturskolebesøg og andre “ud af skolen- aktiviteter” med fokus på lærernes formål med at tage ud og deres interaktion med eleverne i forhold til at optimere betingelserne for elevernes læring<sup>1</sup>**

*Af Trine Hyllested, forsvaret i 2007 ved Institut for Curriculumforskning, Danmarks Pædagogiske Universitetsskole, Århus Universitet*

Afhandlingen undersøger det at tage ud af skolen som en del af naturfagsundervisningen. Den karakteriserer de professionelle centre der giver lærere og elever særlige muligheder for at tage ud af skolen, som en ny ekspertise. Den bygger på et stort empirisk materiale der fortrinsvis består af kvalitative studier, men er suppleret med en spørgeskemaundersøgelse. Materialet består af undersøgelser på en naturskole for og fokuserer på hvordan almindelige skoler bruger det at tage ud af skolen mere generelt i naturfag.

Lærerne har nogle forestillinger om at det sted de tager eleverne ud til, vil kunne bibringe eleverne en særlig ekspertviden og erfaring. Lærerne tillægger selve mødet med de nye fysiske rammer og de professionelle formidlere stor betydning. Denne måde at tillægge stedet værdi på forstås som en social konstruktion. Lærerne har også et pædagogisk formål. De vil gerne give eleverne erkendelsesmæssige, følelsesmæssige, færdighedsmæssige og sociale læringsmuligheder ved at tage ud af skolen.

De tre forskellige empiriske undersøgelser viser at den måde hvorpå besøget uden for skolen bruges tilbage på selve skolen, er afhængig af den metode læreren vælger til at strukturere elevernes læringsproces. Spørgeskemaundersøgelsen af naturskolen viste at halvdelen af lærerne ikke brugte besøget på naturskolen som en del af deres daglige undervisning. Det blev betragtet som en endagsoplevelse.

I undersøgelsen findes andre lærere som både forbereder og følger op på besøgene. Disse lærere stimulerer elevernes nysgerrighed før, under og efter besøget. De optræder som dem der skaffer ressourcer, og fungerer som medundersøgere. De hjælper eleverne til at formulere og fremstille deres erfaringer efter besøget.

Det at tage ud af skolen kan stimulere læring, men lærerens måde at organisere læreprocesserne på er meget væsentlig for hvilken type af læring eleverne kan opnå.

---

1 Afhandlingen kan rekvireres på: <http://www.dpu.dk>, se under ph.d.uddannelse/afhandlinger

## Udvikling af matematisk modelleringskompetence som matematikundervisningens omdrejningspunkt – hvorfor ikke?<sup>1</sup>

*Af Tomas Højgaard Jensen, forsvaret i 2007 ved IMFUFA, Roskilde Universitetscenter*

Denne afhandling er et af resultaterne af et kombineret forsknings- og udviklingsprojekt inden for matematikkens didaktik. Projektet har bestået i at gennemføre en systematisk undersøgelse struktureret omkring spørgsmålet:


*Hvorfor er matematisk modellering ikke matematikundervisningens omdrejningspunkt?*

Undersøgelsen er startet med en analyse af hvad man potentielt kan opnå ved at lægge stor vægt på matematisk modellering i matematikundervisningen. Det har jeg fulgt op på ved at analysere nogle forhold som det er centralt at være opmærksom på ved tilrettelæggelsen af en sådan undervisning. Derefter har jeg brugt disse pejlemærker til at forsøge at lade en klasse i det almene gymnasium gennemføre et toårigt matematikundervisningsforløb med matematisk modellering som omdrejningspunkt. Dette forløb har jeg så analyseret med henblik på at identificere hvad der har været muligt, og hvad der har udgjort centrale hindringer på alle niveauer.

Hvis man ser projektet i lyset af den gennemførte forsøgsundervisning, kan man nemt få det indtryk at afhandlingen er en analyse af specielt det almene gymnasiums matematikundervisning. Det er dog kun del IV der specifikt er underlagt denne afgrænsning. Hovedparten af de resterende dele af analysen er gennemført med tanke på de matematikholdige almindelige uddannelser generelt, og jeg forestiller mig derfor at den også kan have interesse for personer der ikke specifikt er orienteret mod det almene gymnasium – men det er selvfølgelig op til andre end mig at bedømme.

---

1 Afhandlingen kan rekvireres ved henvendelse til [imfufa@ruc.dk](mailto:imfufa@ruc.dk)



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

# Nyheder

## International konference om videnskabsformidling

Til sommer afholdes den globale konference "PCST – Public Communication of Science and Technology" i Øresundsregionen den 25.-27. juni 2008. Værter for konferencen er Vetenskapsrådet i Sverige sammen med Malmö Högskola, Øresundsuniversitetet, Lunds Universitet og Dansk Naturvidenskabsformidling. PCST er et netværk af både praktikere og teoretikere inden for videnskabsformidling. Se mere på [www.vr.se/pcst](http://www.vr.se/pcst).

## Fourth Scandinavian Symposium on Research in Science Education

På Syddansk Universitet afholdes den 14.-15. februar 2008 Fourth Scandinavian Symposium on Research in Science Education med fokus på *Teaching and learning science in new contexts*. For yderligere information se [www.imada.sdu.dk](http://www.imada.sdu.dk).

## Inspirationsdag for gymnasielærere 2008

Det Naturvidenskabelige Fakultet ved Københavns Universitet inviterer til en faglig inspirationsdag med fokus på jordens klima før, nu og i morgen.

Gymnasielærerdagen er et heldagsarrangement der finder sted **fredag den 1. februar 2008**. Deltagelse i arrangementet, inklusive forplejning, er gratis – men tilmelding er nødvendig. Dagen byder på mange spændende tilbud:

- Faglig inspiration, både på tværs af de mange fag som fakultetet spænder over, og inden for de enkelte fagområder
- Sidste nyt fra fakultetets klimaforskning
- Kom tæt på såvel forskning som forskere fra fakultetet
- Vælg blandt de mange spændende workshops som udbydes af institutterne

På [www.nat.ku.dk/gymdag](http://www.nat.ku.dk/gymdag) kan man læse mere om dagens program og tilmelde sig.

## PISA 2006

Netop i disse dage offentliggøres resultaterne fra PISA 2006. PISA har i år 2006 haft fokus på 15-åriges naturfagsfærdigheder, men også deres færdigheder i læsning og matematik samt de generelle problemløsningsfærdigheder er blevet undersøgt. Ud over de fagspecifikke færdigheder beskæftiger PISA sig også med elevernes selvopfattelse og deres indstilling til forskellige former for tværfaglige kvalifikationer – i daglig tale ofte benævnt som de "bløde" færdigheder. Se mere om resultaterne fra PISA 2006 på henholdsvis [www.dpu.dk/pisa](http://www.dpu.dk/pisa) og [www.pisa.oecd.org](http://www.pisa.oecd.org).