

MONIA

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

DTU



AARHUS
UNIVERSITET



AALBORG UNIVERSITET



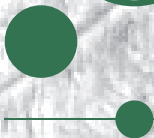
SYDDANSK UNIVERSITET



DET BIOVIDENSKABELIGE FAKULTET
FOR FØDEVARER, VETERINÆRMEDICIN OG NATURRESSOURCER
KØBENHAVNS UNIVERSITET



DET FARMACEUTISKE FAKULTET
KØBENHAVNS UNIVERSITET



DET NATURVIDENSKABELIGE FAKULTET
KØBENHAVNS UNIVERSITET

2010-4

MONA

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

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

Redaktion

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

Ole Goldbech, lektor, Professionshøjskolen UCC

Sebastian Horst, specialkonsulent, IND, Københavns Universitet

Kjeld Bagger Laursen, redaktionssekretær, IND, Københavns Universitet

Redaktionskomité

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

Mette Andresen, centerleder, Nationalt videnscenter for matematikdidaktik

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

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

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

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

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

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

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

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

Manuskripter

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

Abonnement

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

Produktionsplan

MONA 2011-1 udkommer marts 2011. Deadline for indsendelse af artikler hertil: 17. november 2010.

Deadline for kommentarer, litteraturanmeldelser og nyheder hertil: 13. december 2010

MONA 2011-2 udkommer juni 2011. Deadline for indsendelse af artikler hertil: 17. februar 2011.

Deadline for kommentarer, litteraturanmeldelser og nyheder hertil: 14. marts 2011

Omslagsgrafik: Lars Allan Haugaard/PitneyBowes Management Services-DPU

Layout og tryk: Narayana Press

ISSN: 1604-8628. © MONA 2010. Citat kun med tydelig kildeangivelse.

Indhold

- 4 Fra redaktionen
- 6 **Artikler**
- 7 Ræsonnementer i folkeskolens matematikundervisning – karakterisering, initiering, identificering og vurdering af ræsonnementskompetencen
Lars Lindhart, Anette Skipper-Jørgensen, Flemming Ejdrup
- 25 Inquiry-based science education – har naturfagsundervisningen i Danmark brug for det?
Lars Domino Østergaard, Jens Hagelskjær, Martin Sillasen, Henrik Bavnhøj
- 44 Museumsmekanismer: optimering af forholdet mellem udstillingsdesign og -udbytte
Marianne F. Mortensen
- 57 **Monas klassiker**
- 58 Forskningens rolle i forbedringer af matematikundervisning
Edward Griffith Begle
- 71 **Kommentarer**
- 72 Kompetencer i skolen – og udenfor
Jens Christian Jacobsen
- 76 Kemi efter gymnasiereformen
Vibeke Axelsen
- 80 Gymnasiereformen – 5 år efter – en poleret artikel!
Christian Thune Jacobsen
- 84 **Litteratur**
- 85 Den mærkeligste bog jeg har læst
Bjørn Friis Johannsen
- 92 **Nyheder**

Fra redaktionen

Siden sidst har *MONA* afholdt konference, denne gang med temaet Evaluering af kompetencer i matematik og naturfagene, og med et tætpakket program af oplæg og workshops. Også til denne vores anden årlige én-dages event har tilslutningen været god, med ca. 85 deltagere. Desværre er vores produktionstid på dette nummer af tidsskriftet så lang at alle faglige ting fra mødet må vente til næste nummer, 2011-1, der udkommer i marts.

Så vi går direkte til indholdet af det nummer du har i hånden nu. Først lidt om de fire faglige artikler vi har valgt at bringe denne gang. I "Ræsonnementer i folkeskolens matematikundervisning – Karakterisering, initiering, identificering og vurdering af ræsonnementskompetencen" beskriver Lars Lindhart, Flemming Ejdrup og Annette Skipper-Jørgensen deres arbejde med udforskning af denne kompetence i folkeskolens matematikundervisning. Karakteriseringen af den diskuteres dels ud fra en almen teoretisk synsvinkel, dels ud fra problemstillinger som dukker op i observationer i klasserne. Artiklen indeholder bl.a. en interessant diskussion af de varierede måder kompetencen kommer til udtryk, specielt som funktion af elevens modningsniveau: hvor eksplicit skal et ræsonnement være formuleret for at man kan sige at ræsonnementskompetencen er i sving? Der beskrives en række autentiske undervisningssituationer, både didaktiske og adidaktiske. Artiklen opstiller eksplicitte råd til hvordan en undervisning der ønsker at pleje ræsonnementskompetencen med fordel kan designes: (a) I undervisningsoplægget skal det tydeliggøres, at målet er at gennemføre eksplicitte ræsonnementer, (b) aktiviteten skal være udfordrende i den forstand, at den yder faglig modstand, og (c) der kan eventuelt aftales spilleregler, der forpligter eleverne på at argumentere.

"Inquiry-based science education – har naturfagsundervisningen i Danmark brug for det?" af Lars Domino Østergaard, Martin Sillasen, Jens Hagelskjær og Henrik Bavn-høj, definerer "Inquiry-based science education" (IBSE) som en naturfagsdidaktisk metode der (udover gerne at skulle øge elevernes interesse for og udbytte af naturfag) kan betegnes som en elevstyret problem- og undersøgelsesbaseret undervisningsmetode. Specielt fremhæves som noget nyt i den her beskrevne metode elevernes aktive hypotesedannelse, italesættelse af egne idéer samt en større grad af selvstændighed i elevernes praktiske arbejde, samtidig med at faserne i elevarbejdet er mere klart defineret og adskilt i metoden. Artiklen sammenholder resultater fra relevante internationale IBSE-inspirerede projekter med dansk undervisningspraksis – og den beskriver erfaringer fra et igangværende udviklingsarbejde hvor der arbejdes efter IBSE-metoden.

Marianne F. Mortensen beskæftiger sig i "Museumsmekanismer: optimering af forholdet mellem udstillingsdesign og –udbytte" med hvordan forholdet mellem museumsgæsten, "den lærende", og museets læringsmiljø – udstillingen – kan optimeres.

Artiklen giver et bud på et designværktøj der dels retter sig mod et veldokumenteret problem i mødet mellem museumsopstillingen og den lærende (Kan man lære i en museumsudstilling?), dels bidrager med en konkret metode til opstillings- og udstillingsudvikling i en museums kontekst. Værktøjet tager sit udgangspunkt i det af den franske matematikdidaktiker Chevallard udviklede begreb prakseologi. Det kan bruges både deskriptivt som et analyseværktøj og normativt som et designværktøj. Begge typer anvendelser af værktøjet illustreres i artiklen.

Endelig bringer vi en dansk oversættelse af en af matematikdidaktikkens klassikere, nemlig E. G. Begle artikel "The Role of Research in the Improvement of Mathematics Education" fra 1969 med en introduktion af Mogens Niss. Som Niss nævner, er Begles artikel på én gang meget nutidig og noget alderstegen. Nutidig fordi mange af de betragtninger og problemstillinger der tages op i artiklen, er lige så aktuelle i dag som i 1969. Det gælder fx når der spørges om hvorvidt alle elever skal beherske regneprocesserne så godt at de kan forstå hvad computere kan og ikke kan, og når han fastslår at vore forestillinger om "selvfølgeligheder" i matematikundervisningen viser sig at være alt for forenkede eller rent ud forkerte. Og alderstegen fordi artiklen udelukkende trækker på en kvantitativt orienteret forskningstradition hvor der efterspørges målbare effekter af dette og hint, og hvor metoderne derfor i alt væsentligt er komparativt statistiske, anvendt på større datasamlinger. Imidlertid omtaler Begle mod artiklens slutning nødvendigheden af mere dybtgående og mere detaljerede undersøgelser på mindre populationer som forudsætning for efterfølgende undersøgelser i større skala. Man kan næsten fornemme de første skridt hen imod de kvalitative undersøgelser i mindre skala der i dag dominerer den empirisk orienterede matematikdidaktiske forskning.

I MONAs kommentarafdeling reagerer Jens Christian Jacobsen på de kompetencebegreber der blev oprullet i sidste nummers artikel om KOMPIS-projektet. Han giver udtryk for at der her er kommet et tiltrængt tilskud til en "hensygnende" grundskoledidaktisk diskussion blandt lærere og forskere, men udtrykker også skepsis over for modellens rækkevidde og ser i den forbindelse gerne en nærmere behandling af progressionen i kompetenceudviklingen i skolen. I artiklen beskrives "transfer- og portability-begreberne" som muligt frugtbare i udviklingen af et flerfagligt kompetenceperspektiv.

I sidste nummer af MONA bragte vi også Carsten Claussens status over gymnasierereformen – 5 år efter. Den har forårsaget to reaktioner. Den ene bringer en mere indgående beskrivelse af situationen for kemifaget, og er skrevet af Vibeke Axelsen. Den anden er forfattet af en af de markante kritikere af hele reformens udfoldelse, Christian Thune Jacobsen, som både perspektiverer fra et 'klassisk' gymnasialt og fra ingeniøruddannelsers synsvinkel.

Til sidst er der en indholds- og holdningsrig anmeldelse af *Gymnasialt pædagogikum – en håndbog om god praksis*, lavet af Bjørn Friis Johanssen.

Artikler

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

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

Ræsonnementer i folkeskolens matematikundervisning

– karakterisering, initiering, identificering og vurdering af ræsonnementskompetencen



Lars Lindhart, UCN



Flemming Ejdrup, UCN



Anette Skipper-Jørgensen,
UCN

Abstract. Med introduktionen af kompetencetænkning i Fælles Mål 2009 fik folkeskolens matematiklærere en ny udfordring i forhold til planlægning, gennemførelse og evaluering af undervisning. På baggrund af et udviklingsarbejde beskrives det hvordan udformningen af elevaktiviteter, herunder især oplægget, har betydning for initiering og udvikling af ræsonnementskompetence og lærerens mulighed for at kunne evaluere kompetencens udvikling. (a) I oplægget skal det tydeliggøres at målet er at gennemføre eksplicite ræsonnementer, (b) aktiviteten skal være udfordrende i den forstand at den yder faglig modstand, og (c) der kan eventuelt aftales "spilleregler" der forpligter eleverne på at argumentere. Artiklen rummer endvidere en almen diskussion af kompetencebegrebet samt overvejelser om evaluering heraf.

Indledning

Med ikrafttrædelsen af Fælles Mål 2009 fik folkeskolens matematiklærere en ny udfordring idet et af de fire centrale kundskabs- og færdighedsområder kom til at omhandle matematiske kompetencer, hvilket er en nyskabelse i folkeskolens matematikundervisning inspireret af Undervisningsministeriets udgivelse *Kompetencer og matematiklæring: idéer og inspiration til udvikling af matematikundervisning i Danmark* (Niss et al., 2002) – i daglig tale KOM-rapporten – samt efterfølgende forsk-

ning og udviklingsarbejder. I *Fælles Mål 2009* er alle rapportens otte matematiske kompetencer beskrevet i trinmål og slutmål. Dermed blev elevernes kompetenceudvikling et af "skal-områderne" i matematikundervisningen, hvorfor de matematiske kompetencer skal medtænkes af læreren i målsætningen, tilrettelæggelsen, valget af indhold og evalueringen af undervisningen. Overvejelserne over hvordan progressionen og udviklingen af matematiske kompetencer kan beskrives, og hvordan det er muligt at spore progression i elevernes udvikling af matematisk kompetence, er derfor blevet en meget central problemstilling i evalueringen af elevernes udbytte af undervisningen.

Kompetencebegrebet rummer udfordringer når det skal medtænkes i en undervisnings- og evalueringspraksis. Da der yderligere er tale om nytænkning, står såvel folkeskolens matematiklærere som andre der er involveret i undervisning i matematik – heriblandt artiklens forfattere – famlende over for begreberne og deres potentielle muligheder i forhold til tilrettelæggelse og evaluering af matematikundervisningen. I skoleåret 2009-10 gennemførte vi derfor med støtte fra Nationalt Videncenter for Matematikdidaktik (NAVIMAT) og Professionshøjskolen UCN og i samarbejde med lærere på Vadum Skole et udviklingsarbejde i tre klasser (1., 4. og 6. klasse) hvor vi begrænsede os til at arbejde med én kompetence, ræsonnementskompetencen, og hvor målet var at afprøve forskellige undervisningsoplæg og efterfølgende vurdere deres egnethed som afsæt for matematiske ræsonnementer hos eleverne. De indsamlede data er efterfølgende blevet analyseret med henblik på at spore tegn på eventuelle matematiske ræsonnementer.

I *Kompetencer og matematiklæring* (Niss et al., 2002) er ræsonnementskompetencen karakteriseret, men spørgsmålet for os er hvad der kan initiere ræsonnementer i elevernes arbejde. Vi har derfor i udviklingsarbejdet haft fokus på "det gode oplæg" som giver eleverne mulighed for at udvikle denne kompetence. Men for at kunne afgøre om et oplæg er godt eller ej, må kompetencens tilstedeværelse kunne identificeres og vurderes når den forekommer i praksis. Som kompetenceblomsten (ibid., s. 45) indikerer, er der overlap kompetencerne imellem, hvilket gør denne udfordring større.

Design af oplæg er kun en af flere faktorer der spiller ind på elevernes muligheder for at give sig i kast med matematiske ræsonnementer. I en undervisningssituation er der mange variable der kan have betydning for udfaldet af undervisningen og elevernes læring, bl.a. hvordan eleverne er vant til at arbejde med og tale om matematik. Disse forhold har været uden for vores kontrol og er derfor en kilde til usikkerhed i vores fortolkning af vores observationer.

Kompetencebegrebet

I karakteriseringen af matematisk ræsonnementskompetence vil vi diskutere denne dels ud fra en almen teoretisk synsvinkel og dels ud fra nogle problemstillinger som er dukket op i vores diskussioner under forløbet og igennem vores observationer i klasserne.

Der synes ikke at være en klar fælles konsensus om afgrænsning eller definition af kompetencebegrebet. Således opgav den svenske statslige kompetenceudredning i 1996 at bestemme en dækkende definition, men alligevel er der dog en vis overensstemmelse mellem forskellige fortolkninger af begrebet, og generelt kan det konkluderes at "kompetencer knytter sig til *situationer/kontekster*, er oftest *anvendelses- og handlingsorienterede* og er ofte funderet i personlige faktorer" (Hermann, 2003). Pointen med at kompetencer er knyttet til kontekster, er at man transformerer viden og færdigheder på en måde som er hensigtsmæssig i den givne kontekst. Heraf fremgår at dét at have en kompetence er mere og andet end at have viden og færdighed inden for ét område. Viden kan være ganske passiv – fx gentages paratviden på baggrund af et bestemt spørgsmål. Færdigheder kan udvises i ganske specifikke situationer, som fx når en elev bringer en algoritme i anvendelse ved synet af +. Endvidere kan mange elever fx demonstrere matematisk viden og færdigheder i matematiktimerne, men er ude af stand til at overføre disse til fysiktimerne. I alle tre eksempler bringes viden og færdigheder i anvendelse i specifikke og af personen subjektivt opfattede kontekster rammesat af henholdsvis spørgsmålet, plustegnet og matematiklokalet. Kompetencen bryder denne kontekstafhængighed. At være kompetent er at kunne sætte sin viden og sine færdigheder i spil i *forskelligartede* situationer, dvs. at kunne genkende konteksten som én af en type hvortil der svarer et bestemt handleberedskab.

I overensstemmelse hermed består *matematisk kompetence* "i at have viden om, at forstå, udøve, anvende, og kunne tage stilling til matematik og matematikvirksomhed i en mangfoldighed af sammenhænge, hvori matematik indgår eller kan komme til at indgå" (Niss et al., 2002, s. 43). En sådan generel matematisk kompetence har forskellige aspekter der beskrives som otte matematiske kompetencer der hver er en "indsigtsfuld parathed til at handle hensigtsmæssigt i situationer, som rummer en bestemt slags matematiske udfordringer" (ibid., s. 43). Formålet med matematikkompetencer er at blotlægge fagets gøren adskilt fra dets genstandsfelt. Vi taler ikke om fagets indhold, men om hvad en matematikkompetent person kan gøre i og med matematik.

I *Fælles Mål 2009* (s. 48) er der beskrevet et eksempel på vidensniveauer i *fakta* (kendskab af kvantitativ karakter – fx vide hvad en graf er), *færdighed* (indsigt der har at gøre med hvordan operationer udføres – fx kunne tegne en graf i et koordinatsystem ud fra en funktionsforskrift), *forståelse* (indsigt af kvalitativ karakter – fx kunne sammenligne og vurdere de informationer forskellige repræsentationer af

funktioner giver) og *fortrolighed* (indsigt der medfører at eleven på grundlag af sin faktaviden, færdigheder og forståelse kan træffe kvalificerede valg i forhold til en given problemstilling – fx vælge den repræsentationsform der ifølge elevens begrundelser giver den mest brugbare information). *Fælles Mål 2009* fortsætter: “Der er en tæt sammenhæng mellem vidensniveauet “fortrolighed” og med kompetencebegrebet. Men mens “fortrolighed” knytter sig til viden om bestemte faglige begreber eller fagområder, fokuserer kompetencebegrebet i højere grad på matematikkens grundlæggende natur” (s. 48). Hermed gives der udtryk for at de matematiske kompetencer går på tværs af fagområderne selvom det ikke kan udelukkes at kompetencerne kommer til udtryk på forskellig måde inden for hvert fagområde.

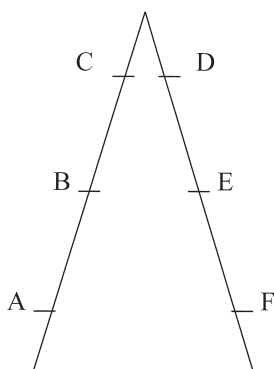
Efter denne generelle indledning om kompetencer vender vi os mod det der specifikt er artiklens fokuspunkt: ræsonnementskompetencen. I *Kompetence og matematiklæring* (Niss et al., 2002), kapitel VIIB om grundskolen, karakteriseres denne ved at bestå “dels i at kunne *følge og forholde sig til* et elementært *matematisk ræsonnement*, dvs. en kæde af argumenter fremsat af andre på skrift eller i tale til støtte for en påstand, dels i selv at kunne *udtænke og gennemføre sådanne ræsonnementer*” (ibid., s. 209). På afsluttende trin bør man endvidere kunne “*bedømme et matematisk ræsonnement*” (ibid., s. 210).

Under den del af processen hvor vi prøvede at afdække og udfolde denne beskrivelse, rejste der sig en række spørgsmål som vi vil delagtiggøre læseren i. Et matematisk ræsonnement er beskrevet som en *kæde af argumenter*. Men hvad er egentlig et godt eller gyldigt argument? Der kan skelnes mellem et logisk gyldigt argument, dvs. en logisk sammenhæng fra præmisser til konklusion hvor konklusionens sandhedsværdi følger af præmisserne, og et godt argument, som må vurderes relativt i forhold til elevens klasstrin og personlige matematiske formåen. En elev i 4. klasse kan fx hævde at der er flere naturlige tal end lige tal fordi man kun tager hvert andet tal i talrækken når man tæller de lige. På det givne klasstrin må det accepteres som værende et godt argument selvom argumentet ikke er gyldigt. I begge tilfælde er der tale om en særlig måde at argumentere på som læres igennem deltagelse i sammenhænge hvor matematisk kultur¹ er normsættende. I skolen rammesættes denne kultur af læreren, og det gode argument må således i modsætning til det gyldige argument ses i relation til klasstrin samt lærerens undervisnings- og fagsyn.

Er der tale om tegn på ræsonnementskompetence hvis ikke alle led i *kæden af argumenter* er eksplicitte og dermed observerbare for en ydre iagttager? Lad os forestille os at eleverne skal gennemføre et ræsonnement A til F med argumenterne A,

1 Det vil næppe være rimeligt at tale om én matematisk kultur, men idet vi henholder os til den engelske filosof Paul H. Hirsts vidensformer, kan der argumenteres for at alle matematiske kulturer er fælles om den vidensform Hirst (1974) kalder for “Pure Mathematics and Logics”. Denne er karakteriseret ved en række begreber, et sandhedskriterium hvilende på kohærens, en deduktiv arbejdsform (kaldet syllogistisk deduktion), anvendelse af logiske regler samt nødvendige og tilstrækkelige betingelser.

B, C, D, E og F (se figur 1). Den dygtige elev har måske intuitivt (intuition her forstået som resultat af gentagen øvelse og god forståelse) gennemskuet argumentationen og hopper derfor direkte fra A til F uden at følge alle trin i ræsonnementet (op og ned som illustreret på figuren). I modsætning til hverdagslivets argumentationsform er det karakteristisk ved matematisk kultur at ræsonnementer føres igennem med stor detaljeringsgrad. Da det imidlertid er for krævende hver gang at gå tilbage til grundlæggende aksiomer, er større ræsonnementer samlet i sætninger, altså præcis udsagn af formen A til F.



Figur 1. I hverdagslivet springes der direkte fra argument A til F, hvor det i matematikken kræves at alle argumenterne i ræsonnementet kan føres igennem.

At eleven springer direkte fra A til F, rummer to problemer. For det første vanskeliggør det lærerens muligheder for at iagttage tegn på ræsonnementskompetence, og for det andet giver det for os at se anledning til et paradoks i forhold til kompetencebegreberne. En elev der udviser kompetence ved at være i stand til at gennemføre A – B – C – D – E – F på ét klasstrin, vil med det intuitive (men fagligt forankrede) spring A til F kun udvise færdighed på et senere klasstrin fordi udfordringen som eleven handler på, har ændret subjektiv karakter i kraft af at elevens faglighed har ændret sig. Eleven udviser således på ét niveau ræsonnementskompetence som imidlertid senere på et højere klasstrin “udvikles” til en færdighed. Dette kan anskueliggøres med et eksempel.

I forbindelse med vores udviklingsarbejde udspandt nedenstående dialog sig i en 1.-klasse i forbindelse med en iscenesættende klassesamtale om mus²:

Læreren: Kan I regne ud hvor mange unger de får, når vi ved at de føder 5-6 gange om året, og de føder op til 8 unger? Hvad for et stykke kunne man lave?
(småsnak)

2 Alle dialoger er optaget på diktafon og transskriberet og gengives i artiklen ordret.

T (elev): Hvis det er 6 og så 8 gange?

L: Ja, okay.

T: Det er ... det er 49.

L: Det er 49. Hvordan har du regnet det ud? Det er rigtig flot.

T: Det er fordi at hver gang ... (L tysser på en anden elev) ... jeg tog bare 6 ... jeg prøvede bare 6 fingre frem hver gang jeg har talt 8.

L: Okay. 6 fingre frem 8 gange.

T: Nej, sådan her. Først så sagde jeg 8 og så videre. Osv., osv., osv., osv.

L: Først så sagde du 8.

T: Så havde jeg en finger.

L: Ja.

T: Så sagde jeg 17.

L: Nej, 16, ikke også? 8 og 8 er 16.

T: Jo.

L: Så er vi oppe på 16 næste gang. Var det sådan at du gjorde?

T: Ja.

L: Og hvad så?

T: Så var det ... så tog jeg igen. Så blev det jo 3, ikke? Jeg blev bare ved indtil jeg havde 6 fingre på hånden.

L: Ja, okay. Du sagde 8 hver gang og så indtil du havde gjort det 6 gange.

T: Ja.

L: Det er sandelig flot. Kunne I andre forstå noget af det?

Elever (i kor): Nej ...

I vores fortolkning udviser eleven i 1. klasse ræsonnementskompetence i overensstemmelse med karakteristikken heraf i *Kompetencer og matematiklæring* (Niss et al., 2002): "Ræsonnementskompetencen kommer både i spil, når det gælder om at overbevise sig om reglers og påstandes rigtighed, og om at godtgøre at svar på spørgsmål, opgaver eller problemer er korrekte og fyldestgørende" (ibid., s. 210). På et højere klassetrin ville eleven umiddelbart (men fagligt forankret) svare 48 på samme spørgsmål og hermed alene udvise paratviden. Her vil der formentlig ikke ligge et egentligt ræsonnement til grund for svaret idet der ikke er tale om en egentlig udfordring. I *Kompetencer og matematiklæring* bliver elevens rutinemæssige handling i øvrigt karakteriseret som et tegn på symbol- og formalismekompetence (s. 210), dvs. 1.-klassens-elevens ræsonnementskompetence er blevet transformeret til paratviden eller en anden kompetence, hvilket kan forekomme paradoksalt.

Kan man forbinde en evne til at gennemføre ræsonnementer *uden for* matematikken med *matematisk kompetence*? Er der med andre ord forskel på en almen ræsonnementskompetence og en specifik matematisk ræsonnementskompetence? Den

sidstnævnte er karakteriseret ved at den skal rumme en bestemt slags matematisk udfordring, samt af at kravet i matematikkulturen er et krav om høj detaljering, hvor dagligdagsræsonnementet tager de i hverdagskulturen immanente opfattelser for givne. Dette kan få eleverne til at undre sig over ræsonnementskravet i matematik: "Hvorfor skal vi det? Det er da indlysende."

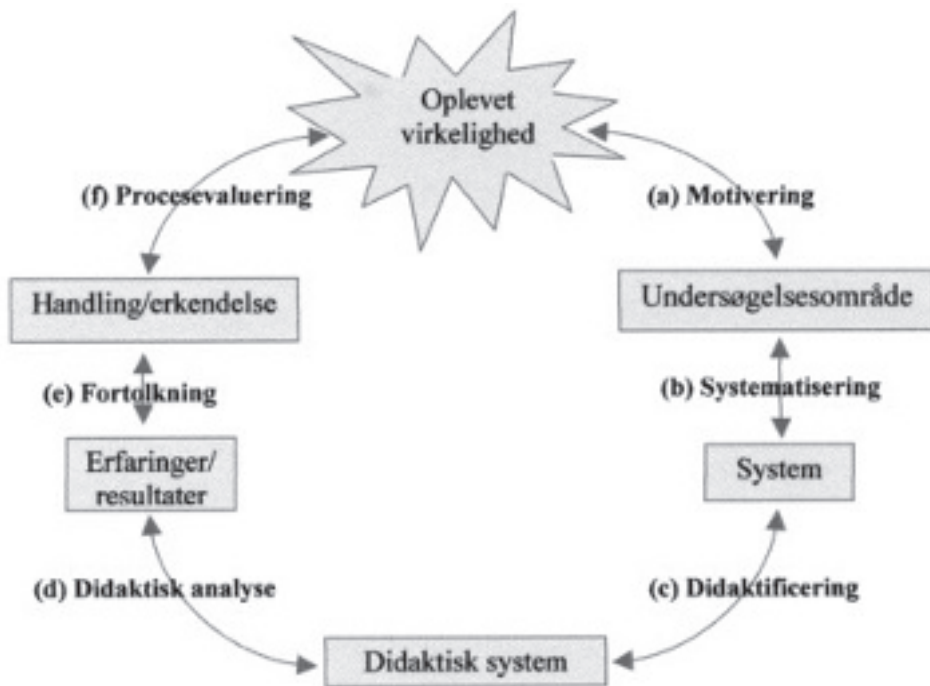
Endelig kan man spørge hvordan ræsonnementskompetencen forbinder sig med de øvrige kompetencer. Niss et al. (2002) ytrer sig herom: "Ved at knytte sig til retfærdiggørelsen af svar og løsninger, er ræsonnementskompetencen intimt forbundet med både modelleringskompetencen og problembehandlingskompetencen. Den udgør så at sige disses "juridiske" side" (s. 210). Som vi senere vil komme ind på, vil der være et problem, et spørgsmål eller en forbindelse der initierer ræsonnementet, og eleven må være i stand til at se at dette problem, dette spørgsmål eller denne forbindelse kan mødes med et matematisk ræsonnement. Men det er også svært at forestille sig hvordan det skulle være muligt at foretage et matematisk ræsonnement hvis det ikke på forhånd var kendt hvilken type svar ræsonnementet skal give. Begge disse aspekter handler om at besidde et vist mål af tankegangskompetence.

Didaktisk modellering som metode

Udviklingsarbejdets oprindelige formål var at udvikle viden om og evne til at iagttage tegn på folkeskoleelevers matematiske kompetence. I fase b indsnævres der til ræsonnementskompetence, og kernen i udviklingsarbejdet var at afprøve forløb der støtter udviklingen heraf. Blomhøj & Jensen (2007) præsenterer og diskuterer *didaktisk modellering* som en metode til en systematisk, forskningsbaseret og reflekteret udvikling af en undervisningspraksis (jf. figur 2) som vi har ladet være styrende for processen i udviklingsarbejdet. Den cykliske figur og dobbelpilene understreger det refleksive i pædagogiske udviklingsprocesser.

Fase a, motivering, handler om at etablere sammenhæng til eksisterende praksis og herigennem sikre lærernes medejerskab af udviklingsarbejdet. Sammenhængen kan bl.a. søges sikret ved at de didaktiske tiltag i udviklingsarbejdet er eksplicit motiverede i en oplevelse af problemer i den eksisterende praksis. Med *Fælles Mål 2009 – Matematik*, hvor trin- og slutmål bl.a. beskrives ved hjælp af de matematiske kompetencer, skal kompetencedimensionen tænkes sammen med de matematiske emner og arbejds måder i undervisningsplanlægningen. Som en følge heraf opstår der et behov for at finde valide evalueringsformer der kan evaluere elevernes kompetenceudvikling både formativt og summativt, idet både den formative og den summative evaluering har indflydelse på hvad elever og lærere opfatter som værende vigtigt i matematik, og dermed hvad der undervises i og læres.

Via fase b, systematisering, søges en afgrænsning af undersøgelsesområdet, hvilket



Figur 2. Model af den didaktiske modelleringsproces. Kilde: Blomhøj & Jensen (2007).

førte til at vi har valgt at sætte fokus på én af kompetencerne, ræsonnementskompetencen. En systematisk evaluering af denne indebærer ud over en karakteristisk, identifikation og vurdering (se Jensen, 2008) en afklaring af hvad der i en undervisnings- og evalueringssituation initierer ræsonnementskompetence. Dette førte os frem til nedenstående undersøgelsesspørgsmål:

- Hvad karakteriserer situationer som kan initiere en elevaktivitet med ræsonnementer som centralt element?
- Hvilke argumenter kan med rimelighed fortolkes som tegn på tilstedeværelsen af ræsonnementskompetence i en given undervisningssituation?

Systematiseringen sætter fokus på et eksplicit problem i en undervisningssituation med henblik på at få opstillet et system der beskriver hvilke aktører mv. der har indflydelse på problemet i praksis, og hvordan samspillet er imellem disse. I interaktionen mellem lærer og elever har vi først og fremmest valgt at fokusere på elevoplæg og dialog. Formålet med fasen c, didaktificering, er at gøre de mange didaktiske valg der foretages i dette system, så eksplicite og klare at kritik og justering er muligt. Til beskrivelsen af det didaktiske system som vi ønsker at implementere på forskellige

klassetrin i folkeskolen, er vi stærkt inspireret af *Teorien om didaktiske situationer*, hvis hovedoplysningsmand er matematikdidaktikeren Guy Brousseau (se Winsløw, 2006). Vores valg af didaktiske variable, dvs. de variable i undervisningssituationen som læreren kan påvirke med ændrede læringspotentialer til følge, og som har betydning for initiering af ræsonnementskompetence, er faldet på: eksplicit målformulering, elevoplæg og undervisningsmaterialer, valg af aktiviteter og organisationsform samt kommunikation. Desuden er lærerens og elevernes fagsyn samt klassens didaktiske kontrakt (dvs. de gensidige forventninger der efterhånden bygges op mellem elever og lærer i undervisningen) afgørende i forhold til hvordan samspillet mellem de didaktiske variable bliver. Fx kan den didaktiske kontrakt have uheldige konsekvenser for den opgaveløsning og dialogform der udspiller sig i klassen.

En didaktisk situation består ifølge Brousseau af en didaktisk del hvor læreren er en central aktør, og en adidaktisk del hvor eleverne overtager scenen og skal arbejde i det af læreren tilrettelagte undervisningsmiljø. I denne del af den didaktiske situation er eleverne relativt fri af lærerens forklaringer og forventninger, og dermed undgår de uheldige effekter hvor lærerens intervention modvirker elevernes læring. I stedet sker læringen som et resultat af den feedback som eleven modtager fra miljøet.

I forbindelse med fase d, didaktisk analyse, har vi implementeret den didaktiske idé (forstået som de valgte didaktiske variable) i tre forskellige klasser i folkeskolen: Med udgangspunkt i de emner klasserne i forvejen arbejdede med, har vi udarbejdet forskellige typer elevoplæg samt valgt materialer og organisationsform der kunne igangsætte elevernes udvikling af ræsonnementskompetence. Helt afgørende er det at oplægget rummer en i forhold til elevgruppen tilpas matematisk udfordring, således at de via arbejdet hermed ydes en tilpas "modstand" der foranlediger dem til at gennemføre og eksplicitere en kæde af argumenter. En kompetent elev løser nemlig i vores forståelse af kompetencebegrebet en for eleven elementær udfordring problemfrit, men udviser først kompetence når hun udfordres.

I den didaktiske analyse er det nødvendigt at fastholde en skelnen mellem den didaktiske idé og den konkrete praksis, således at den konkrete implementering analyseres med udgangspunkt i de didaktiske variable. Med henblik på at kunne identificere tegn på ræsonnementskompetence i den konkrete undervisningssituation konstruerede vi med udgangspunkt i de udarbejdede oplæg tænkte dialoger der kunne eksemplificere og præcisere disse tegn. Et eksempel på en tænkt dialog i 1. klasse inspireret af Minusmus (Salomonsen & Toft, 2005, s. 19) var:

Musene har samlet nødder. De har fundet ud af at der er huller i deres poser. Musen Hugo har samlet 11 nødder og tømmer 7 nødder ud på jorden. Musen Karl har samlet 17 nødder og tømmer 11 ud på jorden foran sig. Spørgsmålet er så hvor mange nødder de har tabt.

E₁: Hugo har tabt 4 nødder.

L: Hvordan har du fundet frem til det?

E₁: Jeg starter ved 7 og tæller 8-9-10-11. Altså 4 mangler.

L: Regner I andre det på samme måde?

E₂: Nej. Jeg starter med 11, og så tager jeg noget væk. 11-10-9-8-7-6-5-4 (viser med fingrene).

E₁: Det forstår jeg ikke.

Her har E₂ været i stand til at gennemskue at hun regner anderledes end E₁, og E₁ udtænker selv et ræsonnement, hvorimod E₂ både kan følge og selv udtænke et ræsonnement.

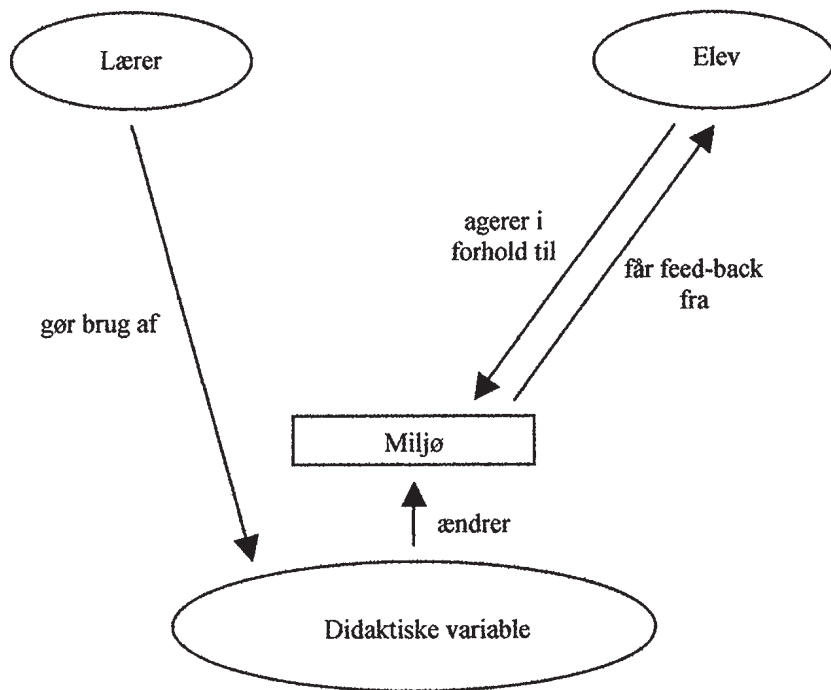
I fase e, fortolkning, skal erfaringer og resultater fortolkes i forhold til det didaktiske system, og fase f, procesevalueringen, omhandler i hvilken udstrækning det didaktiske modelleringsforløb giver anledning til en ændring i en bestemt praksis i forhold til systemets didaktiske variable.

Hvordan initieres kompetencer?

I vores didaktiske system har vi som tidligere anført valgt at fokusere på følgende variable med henblik på initiering af ræsonnementskompetence: formulering af klare mål, elevoplæg, valg af undervisningsmaterialer, aktiviteter og organisationsform samt dialogform.

I analysen af hvad der gør et elevoplæg godt i forhold til udvikling af ræsonnementskompetence, inddrager vi igen *teorien om didaktiske situationer* hvor den didaktiske situation deles op i en didaktisk og en adidaktisk del.

I den indledende didaktiske del er det lærerens opgave at overdrage det faglige problem til eleverne, dvs. få eleverne til at modtage opgaven og acceptere det ansvar for læringsprocessen som følger med (Brousseau betegner denne fase *devolution*). I forhold til udvikling og evaluering af ræsonnementskompetencen er det afgørende at eleverne forstår at målet ikke blot er at løse en opgave, men at formulere både grundlaget og argumentationen for løsningen eksplicit og at forholde sig vurderende til hinandens ræsonnementer. En i øvrigt korrekt argumentation kan ellers forblive intuitiv og uudtalt, hvilket umuliggør at de øvrige elever kan forholde sig til den. Desuden vanskeliggøres lærerens identifikation af tegn på elevens ræsonnementskompetence, hvilket er problematisk i forhold til evaluering. Det er derfor nødvendigt at klassens didaktiske kontrakt støtter formålet med læringsaktiviteterne, dvs. det bør være normen at man forklarer og retfærdiggør sine løsninger, at man forholder sig til de forklaringer andre giver, at man begrundet enighed og uenighed mv. Opbygningen af en fælles forståelse af målet med undervisningen sker gennem det som Helle Alrø kalder perspektivbevidsthed og forhandling af perspektiv (se Alrø, 1998).



Figur 3. Model af samspillet elev-miljø-lærer i den adidaktiske del. (Efter Skott, Jess & Hansen, 2008).

I den adidaktiske del trækker læreren sig tilbage og observerer elevernes udforskning af læringsmiljøet. Elevoplægget bør ifølge Brousseau indeholde en form for “vinderstrategi”, og svaret på om de er på “rette vej”, ligger i den feedback som eleverne får fra miljøet (se figur 3).

Nedenfor eksemplificeres denne idé via et elevoplæg i 1. klasse omhandlende indledende chancelære. Eleverne blev inddelt i tremandsgrupper hvor hver gruppe havde en snurretop med farverne brun (3 ud af 10 lige store felter), lyserød (2/10), hvid (3/10) og blå (2/10). Undersøgelsen blev introduceret og overdraget mundtligt og gik ud på følgende:

Du skal undersøge hvor svært det er at få snurretoppen til at lande på din favoritfarve. Du skal snurre 20 gange.

Hvilken farve tror du vinder?

Der er en klar vinderstrategi i aktiviteten. Endvidere havde vi en forventning om at nogle af eleverne i hver gruppe ville vælge farven rød eller blå fordi det var favoritfarven. Den følgende samtale fandt sted i en af grupperne efter at eleverne havde valgt blå som deres vinderfarve:

- L: I har alle sammen valgt blå.
E₁: Ja.
L: Hvorfor det?
E₁: Fordi det er vores yndlingsfarve.
E₂ og E₃: Ja.
L: Har I alle tre blå som yndlingsfarve?
E: Ja.
L: Okay.

Herefter gik eleverne i gang med undersøgelsen, dvs. de snurrede 20 gange med snurretoppen. Efterfølgende skulle de overveje følgende spørgsmål:

- Hvor mange gange vandt din farve?
Hvilken farve vil du vælge næste gang?

Efterhånden som eleverne snurrer flere og flere gange med snurretoppen, får de feedback fra miljøet der bryder eller bekræfter deres forventning. Den faglige udfordring i oplægget skal være tilpas i forhold til elevernes forforståelse, således at udfordringen både *bør* og *kan* mødes med et af eleven udtænkt ræsonnement der forklarer "den faglige modstand" og giver anvisning på hvordan man kommer på rette vej i forhold til vinderstrategien. Den følgende dialog fra en anden gruppe i klassen indeholder i vores fortolkning tegn på at sådanne ræsonnementer har fundet sted i undersøgelsesprocessen. Eleverne havde på forhånd valgt farverne blå, rød og brun som favoritfarve:

- Læreren: Så kunne jeg godt tænke mig at vide hvad for en fører.
E₁: Det gør R fordi den brune er størst.
L: Der kommer flest brune fordi den er størst?
E₂ (R): Nej, den hvide er lige så stor. Så det kunne lige så godt have været den.
L: Det kunne lige så godt have været den hvide?
E₂: Ja, fordi den er lige så stor.
E₁: Ingen af os har valgt hvid.
E₂: Nej, så var jeg bare heldig at den ikke blev hvid.
L: Hvis nu I skulle prøve det her igen næste gang, kunne I så være sikker på at den brune ville vinde næste gang?
E₂: Nej, det kan man ikke.
L: Hvorfor ikke?
E₃: Fordi det er ikke altid den brune den kan lande på. Den kan også lande på mange af de andre.
E₂: Ja, se den blå har fået 3, og den lyserøde har fået 2.

E₃: Så næste gang kan det faktisk godt være lyserød.

E₂: Ja, det kan altid være det.

I løbet af aktiviteten med snurretoppen har eleverne i vores fortolkning bevæget sig fra en subjektiv sandsynlighedsbetragtning uden faglig begrundelse (jeg vælger blå fordi det er min yndlingsfarve) til en argumentation ud fra en uformel kvantitativ sandsynlighedsbetragtning (R vinder "fordi den brune er størst"; men det kunne lige så godt have været den hvide, "Ja, fordi den er lige så stor"). Forståelsen af den stokastiske situation kommer også til udtryk i argumentet om at brun ikke nødvendigvis vinder næste gang "fordi det er ikke altid den brune den kan lande på". Her er argumentet intuitivt, men bygger formentlig på erfaring. Vi tolker ovenstående som tegn på ræsonnementskompetence, som i *Trinmål efter 3. klasses trin* er beskrevet således: "Undervisningen skal lede frem mod, at eleverne har tilegnet sig kundskaber og færdigheder, der sætter dem i stand til at ræsonnere og argumentere intuitivt om konkrete matematiske aktiviteter og følge andres mundtlige argumenter".

Vi arbejdede med et andet oplæg i 1. klasse som ikke i elevernes øjne indeholdt et spørgsmål/problem som burde mødes med et matematisk ræsonnement. Vores intention var at lade eleverne undersøge polydron-brikker (konkretmateriale der består af tre-, fire-, fem- og sekskanter i forskellige størrelser, former og farver) med henblik på at finde frem til at antallet af hjørner og kanter var det samme, bl.a. foranlediget af spørgsmålet "Kan du finde en figur med 3 kanter og 4 hjørner?". Nedenstående er fra den til aktiviteten indledende snak om et A4-ark:

L: Hvad for en form har det her stykke papir?

E₁: Firkant.

L: Firkantet, ja. Hvordan kan det være at den hedder firkant?

E₂: Fordi den har 4 hjørner.

L: Den har 4 hjørner. Ja. Hvorfor hedder den så firkant? Skulle den så ikke hedde fir-hjørner?

Det var da mærkeligt, var det ikke?

E₃: 4 kanter.

L: Den har også 4 kanter. Okay.

Dialogen illustrerer i vores fortolkning at oplægget ikke indeholdt "faglig modstand", og "vinderstrategien" var så oplagt at eleverne i 1. klasse ikke blev foranlediget til at modtage opgaven og dens betingelser. Der var med andre ord ingen udfordring af deres forforståelse eller forventning. I stedet byggede eleverne rumlige figurer af brikkerne med stort engagement. Eksemplet viser endvidere ifølge vores fortolkning hvordan tankegangskompetencen spiller sammen med ræsonnementskompetencen. Eleverne opfatter ikke problemet med antal kanter og hjørner som et relevant spørgs-

målet at stille, og oplægget initierer således ikke overvejelser i retning af: Er der lige mange kanter og hjørner i et polygon? Hvorfor/hvorfor ikke? Måske ville oplægget have haft en bedre gang langt senere i skoleforløbet.

Hvordan opstår den gode kommunikation?

Sammen med elevoplæg og devolution satte vi fokus på dialogen i læringsmiljøet som en central didaktisk variabel i forhold til at initiere og identificere ræsonnementskompetencen.

I en undervisning hvor målet er at eleverne skal udvikle deres ræsonnementskompetence, spiller kommunikationen en central rolle, og det skal vel at mærke være en kommunikation af en vis kvalitet i forhold til målet. Kommunikationen kan have form af en kæde af skriftlige eller mundtlige argumenter. Forskellige læringsmiljøer inviterer til forskellige typer kommunikation, og ikke alle læringsmiljøer er lige vel-egnede til at initiere ræsonnementer.

I den traditionelle matematikundervisning hvor udgangspunktet er en didaktisk kontrakt med forventninger om at der er én rigtig løsning på en problemstilling, og at læreren er i besiddelse af og efterspørger det rigtige svar hos eleverne, vil kommunikationen antage en bestemt karakter som falder i tre faser: Læreren stiller spørgsmålet, eleverne svarer, og der finder umiddelbart en evaluering sted i lærerens vurdering af svaret som værende rigtigt eller forkert. Kommunikationssituationen kan karakteriseres som *Gæt hvad læreren tænker* og lægger i sin form ikke umiddelbart op til ræsonnementer og uddybende samtaler om løsninger og deres gyldighed. Et læringsmiljø der har udvikling af ræsonnementskompetencen som mål, må derfor nødvendigvis rumme udfordringer der efterspørger en anden form for kommunikation, både eleverne imellem i adidaktiske situationer og i didaktiske situationer mellem eleverne og læreren.

Ræsonnementskompetencen som den er beskrevet i slutmålet i *Fælles Mål 2009*, er tredelt. Eleverne skal kunne *udtænke* egne ræsonnementer, og de skal kunne *følge* og *vurdere* andres ræsonnementer. Alle tre aspekter kan være resultatet af skriftlige eller mundtlige aktiviteter.

I dialogen mellem eleverne skal det være en del af den didaktiske kontrakt at eleverne kommunikerer i og om matematik, og som påpeget tidligere er det derfor en forudsætning at eleverne er bekendte med mål og argumentationsform, og opgavedesignet skal lægge op til at eleverne får mulighed for at inddrage et eller flere aspekter af slutmålets beskrivelse af ræsonnementskompetencen. Oplægget kan igennem "spilleregler" direkte lægge op til at eleverne skal følge hinandens tankegang – spilleregler som: (1) Forklar din makker hvordan du tænker når du skal løse den matematiske problemstilling. (2) Vurdér løsningsforslaget, og afgør på hvilken

måde det evt. adskiller sig fra din makkers. (3) Diskutér løsningsstrategier og holdbarhed af argumenter. (4) Forklar klassen jeres løsningsmetode og gyldigheden af den. Eller oplægget kan lægge op til at eleverne forholder sig til i aktiviteten indbyggede konflikter, som det fx er tilfældet med farverne på snurretoppen.

I et af de oplæg som blev afprøvet i praksis i 6. klasse, fik eleverne i grupper a fire følgende opgave. Hver af de fire elever sad inde med en bid af information som skulle inddrages i løsningen af problemstillingen. Eleverne skulle byde ind med en svarmulighed ud fra den information de havde hver især. Før aktiviteten var eleverne blevet gjort opmærksomme på hvilke "spilleregler" der gjaldt. Det var fx "forbudt" bare at afvise et bud på et svar – enhver afvisning skulle begrundes. Disse spilleregler blev spillet igennem inden eleverne selvstændigt gik i gang.

I en af opgaverne skulle eleverne gennem dialog finde frem til et bestemt tal (aktiviteten er hentet fra *Snak om ...*, supplerende materiale til *Matematiktak*, fra forlaget Alinea). Et eksempel på elevernes samtale:

E₁: Jeg tror det er 25, fordi 5 kan gå op i tallet.

E₂: Det kan godt være 25 fordi det skal være mindre end 30.

E₃: Det kan ikke være 25, for hvis man ganger 25 med 3, så bliver det 75, og her står der at hvis man ganger med 3, så skal det være lige. 75 er ikke lige, så derfor kan det ikke være 25.

E₄: På mit kort står at der bliver en til rest når vi dividerer med 3. Vi skal finde et tal fra tretabellen og så lægge en til. Det kan være 4 eller 7 eller 10 eller 13 eller 16 eller 19 eller 22 eller 25 eller 28 eller 31.

E₂: Det kan ikke være 31 fordi det er større end 30.

E₃: Vi kan også tage alle de ulige tal væk, for når man ganger dem med 3, så bliver det ulige, og det skal det ikke.

E₁: Så må det være 10 fordi det skal divideres med 5.

Aktiviteten lægger med de indbyggede spilleregler op til at eleverne gennem kommunikationen skal udtænke, følge og vurdere ræsonnementer, og som det blev pointeret i forrige afsnit, bliver de i denne adidaktiske situation styret mod en indbygget vinderstrategi.

Hvordan evalueres ræsonnementskompetence?

I og med en kompetence er karakteriseret ved at personens viden og færdighed kan bringes i spil i forskelligartede situationer, kan en kompetence ikke umiddelbart konstateres i en enkelt handling. Kompetencen kan kun dokumenteres hvis personen i rækker af forskelligartede kontekster handler hensigtsmæssigt i forhold til de mødte udfordringer. Én hensigtsmæssig handling i én given situation i én given kontekst

kan derfor kun tages som et *muligt tegn* på kompetence. For en lærer der følger en elev over en længere periode, rummer dette intet problem, men det udelukker at kompetencer med sikkerhed kan vurderes ud fra enkeltstående test eller opgaver.

Evalueringsprocessen kompliceres desuden af at en persons besiddelse af en kompetence har tre dimensioner (Niss et al., 2002, s. 64-65). Ved siden af dens udstrækning over de sammenhænge og situationer kompetencen kan aktiveres i (aktionsradius), kan kompetencens tilstedeværelse beskrives i dens bredde, dvs. hvilke af kompetencens forskellige aspekter der kan bringes i spil (dækningsgrad), samt dens dybde, dvs. hvor begrebsligt og teknisk avancerede sagsforhold kompetencen kan aktiveres inden for (teknisk niveau).

Den første forudsætning for at det er muligt at evaluere på ræsonnementskompetencen, er at den kan *iagttages*, dvs. at der som ovenfor skitseret bliver igangsat en aktivitet som fører eleverne ud i ræsonnementer på en måde som kommunikerer ræsonnementerne ud i rummet mundtligt eller skriftligt. Ifølge ovenstående betragtninger er det kun igennem gentagne iagttagelser i forskellige situationer at læreren kan danne sig et skøn over den eventuelle kompetences kvalitative udfoldelse og foretage en egentlig vurdering.

I vores udviklingsprojekt hvor vi i enkelte klasser på baggrund af oplæg til aktiviteter har observeret eleverne i nogle få lektioner, har det været muligt at finde tegn på ræsonnementskompetence, og i disse tilfælde har vi været i stand til at identificere de forskellige aspekter af dækningsgraden: at kunne følge og forholde sig til ræsonnementer, at kunne udtænke og gennemføre ræsonnementer samt at kunne bedømme et ræsonnement. Derimod har vi ikke kunnet vurdere hverken teknisk niveau eller aktionsradius. I det eksempel hvor tre elever diskuterede sandsynligheden for de forskellige farver på snurretoppen, ræsonnerede de dels selvstændigt, og dels fulgte og forholdt de sig til de andres ræsonnementer. I sådanne tilfælde hvor mere end én elev har indgået i dialogen, kan vi dog næppe udtale os om en enkelt elevs ræsonnementskompetence, men derimod om distribueret ræsonnementskompetence i gruppen.

Når eleverne ræsonnerede selvstændigt, og læreren ikke spurgte ind til de enkelte skridt i argumentationen, forblev kæden af argumenter uudtalt. I en 4.-klasse spillede eleverne som oplæg til indførelsen af negative tal et spil med én terning og en mønt med plus og minus på hver sin side. Viste mønten plus, skulle eleven flytte det antal øjne som terningen viste, frem på en tallinje, og i tilfælde af minus skulle der flyttes tilbage (eksemplet er hentet fra Salomonsen & Toft (2005)). Det blev i opgaven hævdet at en dreng havde flyttet fra 4 til -4 i et slag. Kunne han det?

E₁: Vi tror det har været fordi han har haft to terninger.

E₂: Ja, fordi på den samme er der jo ikke 8 øjne.

L: Så kan det godt lade sig gøre?

E₂: Hvis man slår fx 4 og 4 eller 2 og 6 eller 3 og 5.

Her indgår mindst to argumenter i ræsonnementet: at afstanden fra 4 til -4 på tallinjen er 8, og at en (almindelig) terning højst har seks øjne på en side. De to argumenter kobles imidlertid til en intuitiv opfattelse af situationen, som beskrevet med "stigen" tidligere i artiklen, hvilket er uheldigt når det betænkes dels hvad målet med aktiviteten er, og dels i forhold til lærerens mulighed for at vurdere kvaliteten af tegnet på kompetence. Hvis ræsonnementet ikke uddybes, kan læreren næppe konkludere andet end at der har været iagttaget et tegn på kompetence. Så både med henblik på at udvikle elevernes kompetence og med henblik på lærerens mulighed for at vurdere denne udvikling må læreren enten indgå i dialog med eleverne, eller, i fald læreren blot ønsker at observere gruppers arbejde, der må eksistere "spilleregler" der mere eller mindre tvinger eleverne til at gå i dybden med ræsonnementerne. Oplægget til aktiviteten får her afgørende betydning.

Vi har også forsøgt os med opgaver hvor eleverne skulle skrive deres ræsonnementer ned, hvilket de fleste elever i 4. klasse fandt vanskeligt. De forfaldt til de mere intuitive af slagsen, som beskrevet ovenfor. Der var dog undtagelser som følgende. Efter spørgsmålet "Får man samme resultat når man udregner 3·5 og 5·3?" kom spørgsmålet "Får man det samme når man udregner 15:3 og 3:15?" En elev skriver:

"nej fordig man ikke kan: 3 med 15 det giver et komma tal og det anet giver 5".

Dette er jo et gyldigt argument som ikke blot kan betragtes som tegn på ræsonnementskompetence, men også på tankegangskompetence (en viden om hvilken slags svar der kan forventes) og symbolbehandlingskompetence. Skriftligheden kan således lægge op til at eleverne konstruerer ræsonnementer, men man kan også forestille sig skriftlige oplæg hvor de følger og vurderer et på forhånd nedskrevet ræsonnement, hvilket vi dog ikke har afprøvet i praksis. Vi har primært søgt tegn på ræsonnementskompetence gennem mundtlig kommunikation.

Opsummering

En opsummering af ovenstående kunne være at det ikke er muligt at identificere en kompetence på baggrund af enkeltobservationer. Der kan iagttages tegn på kompetence hvor hvert enkelt tegn er indlejret i en bestemt kontekst og kun med sikkerhed kan bestemmes som viden eller færdighed i netop denne kontekst. Over tid kan disse tegn give en mere sikker identifikation af kompetencen og dens kvantitative og kvalitative dybde og udstrækning. For at tegnene bliver iagttagelige, må der skabes

aktiviteter med gode oplæg, dialog og/eller spilleregler samt en klasserumskultur hvor det er normen at gennemføre eksplicite ræsonnementer for sine påstande. Hvad der skal ræsonneres om, hvor dyb argumentationen skal være, hvilken retning argumentationen skal tage osv., er et spørgsmål om tankegangskompetence.

Referencer

- Alrø, H. (1998). En nysgerrigt undersøgende matematikundervisning. I: G.B. Nielsen (red.), *Matematik der vil noget*. Århus: Forlaget Matematik.
- Blomhøj, M. & Jensen, T.H. (2007). SOS-projektet – didaktisk modellering af et sammenhængsproblem. *MONA*, 2007(3), s. 25-53.
- Hermann, S. (2003). *Et diagnostisk landkort over kompetenceudvikling og læring – pejlinger og skitser*. Learning Lab Denmark.
- Hirst, P.H. (1974). *Knowledge and the Curriculum*. London: Routledge and Kegan Paul.
- Jensen, T.H. (2008). Kompetencer, færdigheder og evaluering. *Matematik*, 36(7), s. 43-46.
- Niss, M. et al. (2002). *Kompetencer og matematiklæring: ideer og inspiration til udvikling af matematikundervisning i Danmark*. Undervisningsministeriets Forlag.
- Salomonsen, L. & Toft, K. (2005). *Flexmat. Regn med + og -: tal og algebra 1.-3. klasse*. Malling Beck.
- Skott, J., Jess, K. & Hansen, H.C. (2008). *Matematik for lærerstuderende*. Delta. Fagdidaktik. Forlaget Samfundslitteratur.
- Undervisningsministeriet. (2009). *Fælles Mål 2009 – Matematik*. Faghæfte 12.
- Winsløw, C. (2006). *Didaktiske elementer. En indføring i matematikkens og naturfagernes didaktik*. Biofolia.

Inquiry-based science education –

har naturfagsundervisningen i Danmark brug for det?



Lars Domino Østergaard,
AAU



Martin Sillasen,
VIA UC



Jens Hagelskjær,
VIA UC



Henrik Bavnhøj,
VIA UC

Abstract. *Inquiry-based science education (IBSE) er en internationalt afprøvet naturfagsdidaktisk metode der har til formål at øge elevernes interesse for og udbytte af naturfag. I artiklen redegøres der for metoden, der kan betegnes som en elevstyret problem- og undersøgelsesbaseret naturfagsundervisningsmetode, og resultater fra relevante internationale IBSE-inspirerede projekter sammenholdes med dansk undervisningspraksis. Specielt fremhæves elevernes aktive hypotesedannelse, italesættelse af egne idéer samt en større grad af selvstændighed i elevernes praktiske arbejde som noget nyt i den beskrevne metode, samtidig med at faserne i elevarbejdet er mere klart defineret og adskilt i metoden. Sluttelig beskrives erfaringer fra et igangværende udviklingsarbejde hvor der arbejdes efter IBSE-metoden.*

“Fjerde klasse har gennem et stykke tid beskæftiget sig med fisk i naturfagsundervisningen. Eleverne har talt om de fisk der primært opholder sig på bunden, dem der svømmer rundt ved vandoverfladen, og dem der svømmer midt i de frie vandmasser – de pelagiske fisk. En af eleverne fra klassen har spurgt hvordan nogle fisk både kan svømme ved overfladen og dykke ned til bunden. Med det spørgsmål som udgangspunkt skal klassen arbejde med at fremstille prototyper af “fiskeobjekter” der både kan synke til bunds, være ved overfladen og befinde sig midt i vandmasserne i de opstillede akvarier.

Med den opgave – at fremstille et fiskeobjekt der kan opfylde kriterierne – går eleverne i grupper i gang med at overveje hvordan de kan lave objektet, og hvilke remedier de skal anvende. De diskuterer ivrigt i grupperne, gestikulerende med armene og argumenterende for deres egne idéer. Efter 15 minutter afbryder læreren klassens aktiviteter. Han

siger at han har set mange spændende idéer der nok skal virke, men også nogle der skal arbejdes lidt mere på. Han siger at de ser ud til at være meget komplicerede at fremstille. På opfordring vælger nogle elever at arbejde videre med at diskutere og raffinere deres idéer, mens andre begynder at konstruere deres modeller af plastikflasker, sugerør, balloner og andre ting. [...]

Efter at alle elever har arbejdet længe med at fremstille prototyper af fiskeobjekter, præsenterer grupperne hvad de er kommet frem til, og mens én elev demonstrerer modellen, forklarer en anden hvad der foregår. [...] Læreren slutter med at samle op på de forskellige

Figur 1. Der tænkes, diskuteres, gestikuleres, tegnes, bygges og demonstreres.



modeller og relaterer dagens arbejde til den funktion som en svømmeblære har for en fisk. Han relaterer elevernes refleksioner, idéer, tanker og modeller til noget konkret som også eksisterer uden for klasseværelset.”

Frit efter videoen: The Fish-object, 4. klasse på Pierre-de-Coubertin grundskole, Frankrig. En del af det franske IBSE-projekt: *La main a la pâte*¹.

Ovenstående er et eksempel på en af de mange måder som undervisning organiseret efter IBSE-metoden (inquiry-based science education) kan udfoldes eller fortolkes på. Afhængigt af hvilket land der praktiserer metoden, tillægges visse elementer i metoden større betydning end andre. I Rumænien fokuserer man på hands-on i undervisningen, og i Slovenien fremhæver man arbejdet med dialogisk undervisning, mens man andre steder, fx i Danmark, søger at implementere hele grundidéen bag inquiry-based science education².

Grundidéen i IBSE kan karakteriseres som *en deltagerstyret, problem- og undersøgelsesbaseret undervisningsmetode* hvor udgangspunktet er fælles åbne spørgsmål eller problemstillinger som eleverne alene og/eller i mindre grupper søger at finde en løsning på ved hjælp af forskellige former for undersøgelser støttet og guidet af deres lærer (Harlen et al., 2009):

- “Eleverne udvikler begreber og arbejder med fænomener der hjælper dem med at forstå de naturfaglige aspekter i verden omkring dem gennem deres egne refleksioner og ved hjælp af kritisk tænkning og logisk argumentation knyttet til undersøgelser som de selv foretager. Det kan enten være ved hands-on-manipulationer eller ved observationer af forskellige hændelser; det kan også være ved at anvende beviser fra forskellige kilder, fx bøger, internettet, lærere og forskere.
- Lærerne hjælper eleverne med at udvikle undersøgende arbejdsmetoder og til en forståelse af naturvidenskabelige begreber og fænomener gennem deres egne aktiviteter og refleksioner over resultaterne. Dette indebærer hjælp til gruppearbejde, argumentation, dialog og debat og at give eleverne mulighed for direkte udforskning af og eksperimentering med forskellige materialer.”

(Ibid., s. 4, forfatterens oversættelse)

1 www.lamap.fr, lokaliseret den 14. oktober 2010.

2 Erfaringer fra første internationale Fibonacci-konference, Bayreuth den 22.-24. september 2010 – repræsenteret ved bl.a. Ioan Grosu, University of Medicine and Pharmacy Gr. T. Popa, Rumænien, Ana Gostincar Blagotinsek, University of Ljubljana, Slovenien, og Ida Guldager, UC Syd, Danmark. Fibonacci er et fælles europæisk naturfagsdidaktisk projekt der skal samle op på Pollen-projektet (se senere i artiklen). Projektets formål er at bidrage til spredning af erfaringerne fra Pollen-projektet. <http://fibonacci.uni-bayreuth.de>, lokaliseret den 14. oktober 2010.

Der er tale om en holistisk metode der favner bredt. Ved hjælp af forskellige virkemidler bringes både elevernes for forståelse og erfaring i spil sammen med brug af naturfaglige arbejdsmetoder med det formål at øge deres naturfaglige kompetence³.

Hvorfor inquiry-based science education i Danmark?

Ifølge Andersen et al. (2004) er det *naturvidenskabelige dannelsesbidrag* et centralt element i skolens naturfag i forhold til elevernes almene dannelse. Det omfatter fx at eleverne undervises i naturfaglige fænomener, begreber og arbejdsmetoder. Men også at eleverne lærer at bruge naturfaglig viden til validering og kritisk stillingtagen til naturfaglige problemstillinger som de bliver medieret i dagligdags sammenhænge (ibid.).

Denne fortolkning af naturfagernes bidrag til elevens dannelse taler ifølge forfatterne til denne artikel for en undervisning som lægger vægt på problem- og undersøgelsesbaserede aktiviteter. Ved en analyse af flere undervisningseksempler fra Pollen-projektet⁴ fremstår netop det problemorienterede og undersøgelsesbaserede som noget centralt i IBSE-metoden, samtidig med at der også er en klar og veldefineret struktur.

Strukturen i metoden kan skitseres som følgende:

- **Problemafdækning**

Eleverne arbejder egenhændigt med at løse naturfaglige problemstillinger som den enkelte elev eller klassen i fællesskab har opstillet.

- **Hypotesedannelse**

På baggrund af deres *egen* eksisterende viden opstiller eleverne løsningsforslag til problemet som de efterfølgende i grupper diskuterer og argumenterer for.

- **Undersøgelse af hypotese**

Gennem undersøgelser og eksperimenter afprøver eleverne et fælles løsningsforslag.

- **Konklusion, validering og kontekstualisering**

Efterfølgende præsenterer grupperne deres forslag, og sammen med læreren søger de kilder der kan be- eller afkræfte deres løsningsmodeller. Dette med henblik på at relatere undersøgelserne til eksisterende teori/viden om problemet og relatere problemet/undersøgelsen til elevernes verden uden for klasseværelset.

3 Naturfaglig kompetence skal i denne sammenhæng opfattes som bestående af viden, færdigheder og vilje/evne til at bruge disse (Jørgensen, 1999).

4 www.pollen-europa.net, lokaliseret den 14. oktober 2010.

Lærerens rolle i forløbet er at guide og støtte eleverne i arbejdet med deres undersøgelser og forsøg på at løse problemet samt at stille opklarende spørgsmål hvor det er nødvendigt. Læreren skal *ikke* selv komme med løsningsforslag.

Det der er essentielt, og som bør fremhæves i ovennævnte struktur, er elevernes *aktive deltagelse* i den naturfaglige undervisning. Det er centralt at arbejdet udspringer af elevernes *egne idéer og engagement*.

Strukturen kan sammenholdes med Eisenkrafts (2003) 7E-model der er en udvidelse af den udbredte 5E-model: *Engage, Explore, Explain, Elaborate, Evaluate* (se fx Bybee, 1997). Denne model forholder sig til hvordan børn og unge tilegner sig naturfaglig viden. Eisenkraft (2003) tilføjer *Elicit* ("vække", "fremkalde" eller "lokke frem") til 5E-modellen, idet han argumenterer for vigtigheden af at bringe elevernes forforståelse i spil som punktet hypotesedannelse inkluderer. Ligeledes tilføjer han *Extend* ("forlænge", "udvide") som noget essentielt for transfereffekten: "Lærerne skal sikre at elevernes viden knyttes an til en anden kontekst så den ikke forbliver bundet til det konkrete problem" (ibid., XXXIV, forfatterens oversættelse). Sidstnævnte kan sammenholdes med kontekstualisering ovenfor.

I tabel 1 har forfatterne fremhævet nogle væsentlige kvaliteter ved en deltagerstyret problem- og undersøgelsesbaseret naturfagsundervisning organiseret efter IBSE-metoden. Kvaliteterne har vist sig på baggrund af en analyse af undervisnings-eksempler og videooptagelser af konkrete forløb.⁵

I Danmark er der intentioner om at eleverne skal arbejde praktisk og ud fra egne erfaringer i naturfagsundervisningen (officielt formuleret som "Undervisningen skal i vidt omfang bygge på elevernes egne oplevelser, erfaringer, iagttagelser, undersøgelser og eksperimenter" (Undervisningsministeriet, 2009, s. 3)). Grundsubstansen i formuleringen er meget lig de centrale idéer i IBSE-metoden, så man kan med rette spørge: *Hvad er egentlig nyt i den beskrevne metode, og hvorfor skal vi (atter) til at implementere en større bevidsthed om anvendelsen af særlige undervisnings- og arbejdsmetoder?*

Det der er nyt, og som ifølge forfatterne i langt større grad bør styrkes i naturfagsundervisningen, er større fokus på deltagerstyrede arbejdsprocesser hvor eleverne alene eller i grupper skal formulere hypoteser, ræsonnere, diskutere og argumentere for deres løsningsforslag, arbejde selvstændigt ud fra fælles idéer og (samlet) kunne præsentere forslaget. Med andre ord er det IBSE-metodens store vægt på elevernes *hypotesedannelse og italesættelse af egne idéer* der er det nye og særlige i den skitserede metode – samtidig med vægtningen af en *større grad af selvstændighed i elevernes praktiske arbejde*.

⁵ Undervisningseksempler og video kan ses på <http://www.lamap.fr/DVDSciences/videoDVD.html#> lokaliseret den 25. oktober 2010.

Tabel 1. Oversigt over væsentlige kvaliteter ved en deltagerstyret problem- og undersøgelsesbaseret naturfagsundervisning.

	Kvaliteter ved IBSE-metoden
Dominerende læringsteori	Konstruktivisme Læring i praksisfællesskaber
Undervisnings-form	Dialogisk
Klasserums-aktivitet	Elevcentreret
Dominerende arbejdsform	Primært gruppebaseret
Lærerens rolle	Spørgende og til dels vejledende
Lærerens holdning	Autentisk
Elevernes holdning	Reflekterende
Elevdeltagelse	Aktivt udforskende
Anvendelse af arbejdsmetoder (efter Østergaard, 2005, s. 80)	Observerende Undersøgende Registrerende (dataindsamling) Hypotesedannende Forudsigende Eksperimenterende Kommunikerende Konkluderende Konstruerende (herunder design og brug af udstyr og redskaber)
Succeskriterium	Skabe forståelse af overordnede principper/begreber Skabe motivation hos eleverne
Evaluerings	Formativ såvel som summativ (Harlen, et al., 2009)

Lærerens rolle ændres markant i en deltagerstyret problem- og undersøgelsesbaseret naturfagsundervisning. Han eller hun skifter fra at være *styrende* for elevernes arbejde til at *støtte* eleverne i at formulere undersøgelsesspørgsmål, hvormed eleverne selv kan arbejde videre. Derefter skal læreren være guidende og medlevende og hjælpe ved fx at stille opklarende spørgsmål der åbner muligheder for elevernes videre arbejde, og ellers guide dem igennem deres eget undersøgelsesprojekt. Slutlig skal læreren være opsamlende og hjælpe eleverne med at finde frem til den mest plausible forklaring på de spørgsmål der blev formuleret i starten af forløbet.

Modellen i en dansk version fordrer altså øget fokus på elevernes egne aktiviteter, deres læreprocesser, kognitive såvel som affektive og motoriske, deres selvstændighed og deres evne til samarbejde.

Afprøvning af IBSE i læreruddannelsen

Der foregår for tiden en række udviklingsarbejder relateret til både naturfagene i folkeskolen og læreruddannelsen som kan bidrage med erfaringer til at formulere en dansk version af IBSE-metoden.

Et eksempel er et igangværende, IBSE-orienteret udviklingsarbejde inden for VIA University College, hvor lærerstuderende og undervisere i naturfag i læreruddannelsen afprøvede IBSE-metoden i studieåret 2009/2010 i både linjefagsundervisningen og praktikken. Målene med udviklingsarbejdet er for det første at lade de studerende afprøve IBSE-metoden i praktikken og evaluere på om metoden øger elevernes engagement i naturfagene og styrker deres læringsudbytte. For det andet at udvikle en didaktik vedrørende IBSE i læreruddannelsens naturfag.

Udviklingsarbejdet har været organiseret i en række faser omkring workshopper med en progression hvor det først drejede sig om undervisernes kompetenceudvikling, dernæst om implementering af IBSE i linjefagsundervisningen, kvalificering og implementering af IBSE i de studerendes praktikforløb og til sidst evaluering af de lærerstuderendes refleksioner over erfaringerne med IBSE i praktikken. IBSE-metoden blev afprøvet på seks forskellige hold der samlet set dækker naturfagene biologi, geografi, fysik/kemi og natur/teknik. Forskere fra Aalborg Universitet indgår i projektet som faglige konsulenter og følgeforskere.

Et karakteristisk træk ved udviklingsarbejdet har været brugen af linjefagsundervisningen og praktikken som "didaktisk eksperimentarium". For det første har linjefagslærerne haft mulighed for at udvikle og afprøve IBSE-orienterede undervisningsforløb i linjefagsundervisningen. For det andet har de studerendes afprøvning af selvudviklede undervisningsforløb i praktikken givet dem mulighed for at skabe nye undervisningsarenaer for produktion af relevant og reflekteret, faglig og lærerprofessionsfaglig kundskab. For det tredje har erfaringerne fra afprøvning i praktikken givet de studerende et godt grundlag for at kunne vurdere IBSE-metodens anvendelighed i en dansk skolekontekst. Kvalitetskriterierne for metodens anvendelighed er opstillet med henblik på at vurdere om eleverne udviser større engagement i undervisningen, og om eleverne får et større læringsudbytte end af en mere traditionel undervisning. De studerendes erfaringer med at afprøve IBSE-metoden i praktikken og deres efterfølgende refleksioner over dens brugbarhed er yderst relevante for projektet i forhold til at implementere en deltagerstyret problem- og undersøgelsesbaseret didaktik i naturfagsundervisningen i læreruddannelsen.

For at styrke linjefagslærernes kompetencer med henblik på at kunne udvikle IBSE-orienterede undervisningsforløb og implementere dem i linjefagsundervisningen har en del af udviklingsarbejdet drejet sig om at hente inspiration fra IBSE-programmer andre steder i verden. I de følgende afsnit præsenteres og diskuteres hovedtrækkene af en række IBSE-programmer som har givet inspiration til udviklingsarbejdet i VIA.

Inquiry-based science education i internationalt perspektiv

Metoden er egentlig ikke ny. Allerede i 1970'erne blev der introduceret en arbejds-metode i naturfag som var baseret på at eleverne gennem praktisk arbejde med de "videnskabelige processer og metoder" skulle blive mere motiveret for og engageret i science-undervisningen (Wellington, 1989). Undervisningsmetoden gav sidenhen anledning til udformning af forskellige pensumangivelser, fx *Science in Process* (ILEA, 1987) og *Warwick Process Science* (Screen, 1986), som dog op gennem 80'erne blev diskuteret og forkastet idet de ret ensidigt fokuserede på *den naturvidenskabelige metode* (Wellington, 1989).

Årtier efter – i 2005 – nedsatte Europa-Kommissionen en ekspertgruppe af naturfagsdidaktiske forskere der fik til opgave at undersøge hvilken form for naturfagsundervisning baseret på igangværende internationale projekter (fx SINUS og Pollen)⁶ der syntes at virke *motiverende* og *engagerende* på unge mennesker, og som kunne være med til at øge deres *interesse* for naturfag (Rocard et al., 2007).

Ekspertgruppen konkluderede at undervisning der fokuserede på *centrale naturfaglige problemstillinger*, og som var baseret på elevernes *egne* undersøgelser, eksperimenter og refleksioner, i stor grad opfyldte kriterierne (ibid.). Desuden fandt de at læringsmetoden udmærkede sig ved specielt at appellere til piger og til elever der havde opgivet naturfagsundervisningen på grund af traditionel, lærerstyret undervisning (ibid.).

Ekspertgruppen anbefalede inquiry-based science education (IBSE) som en metode der opfyldte ovennævnte kvalitetskriterier.

Pollen-projektet – spredning af "IBSE-frø" i Europa

I Pollen-projektet, der var europæisk funderet og omfattede 12 forskellige lande med deltagelse af op imod 15.000 elever fordelt på 100 folkeskoler (eng.: lower-secondary schools), arbejdede man konkret og målrettet med undersøgelsesbaseret undervisning (Pollen, 2009). Efterfølgende er projektet blevet både kvalitativt og kvantitativt eva-

6 Se <http://sinus-transfer.uni-bayreuth.de> og www.pollen-europa.net, lokaliseret den 7. oktober 2010.

lueret for at afdække elevernes og lærernes læring af og holdning til naturfag (eng.: science.) (Jarvis et al., 2009; Lindahl, 2009; Pollen, 2009).

Statistisk har det været meget svært at udrede noget på baggrund af de internationalt udarbejdede spørgeskemaer om elevernes holdning til naturfag. Der har været store problemer mht. oversættelse af spørgsmålene så de var enslydende i alle 12 lande. Der har været udskiftning af lærere i klasserne, så eleverne er ikke blevet evalueret ens fra gang til gang (de blev evalueret mht. deres holdning til naturfag i begyndelsen af projektet og igen efter to år), og der har kunnet konstateres forskelle i de deltagende landes vægtning af spørgsmål i de forskellige evalueringer, ligesom antallet af anvendte spørgsmål i de enkelte lande har varieret (Lindahl, 2009).

Hvis de enkelte lande derimod analyseres separat, viser resultater fra bl.a. England at eleverne udviser større nysgerrighed med hensyn til hvad der sker i eksperimenterne, og de føler ikke længere at naturfag nødvendigvis er så svært at tilegne sig viden om når der undervises efter principperne i IBSE (Jarvis et al., 2009).

Et lignende positivt billede af effekten ved IBSE-orienteret undervisning viser en række kvalitative undersøgelser (Pollen, 2009). Adskillige succeshistorier fra de involverede lande/byer fortæller historier om børn og unge (og lærere) der finder metoden udfordrende, spændende og lærerig:

“Jeg er interesseret i at vide hvad vi skal lave. Alle de andre som har lavet aktiviteten, siger det er sjovt”. Efter aktiviteten siger eleven: “Det var sjovt!” (elev, Amsterdam, Pollen, 2009, s. 8, forfatterens oversættelse)

“Vi skal også eksperimentere i morgen, ikk’? Jeg ville ønske at naturfag var sådan hver dag.”

(elev, Ljubljana, Pollen, 2009, s. 13, forfatterens oversættelse)

“Jeg ved at konceptet fungerer; eleverne elsker praktisk naturfag” (rapporteret af 99 % af de involverede lærere, Stockholm, Pollen, 2009, s. 17, forfatterens oversættelse)

“Alle kom ud af Science Fair glade og entusiastiske og sagde at de havde haft en virkelig god og spændende time.” (skoleleder, Girona, Pollen, 2009, s. 11, forfatterens oversættelse)

“Projektet var mere vellykket end læreren havde forestillet sig. Alle elever deltog. [...] Resultaterne var så positive at læreren fortsætter med at udføre naturvidenskabelige eksperimenter i skolen. Ud fra dette synspunkt var Pollen en succes og førte til bæredygtige aktiviteter.” (Bruxelles, Pollen, 2009, s. 10, forfatterens oversættelse)

Lærernes holdning til naturfag og i særdeleshed til IBSE-metoden er ligeledes blevet evalueret, og perspektiverne i evalueringen deler sig op i nogle hovedkategorier hvor bl.a. lærernes *fortrolighed med at undervise* i naturfag blev undersøgt, ligesom deres *holdning til undervisning* i naturfag blev undersøgt (Jarvis, 2009).

Resultaterne viste bl.a. at lærerne *før* projektets påbegyndelse ikke var særlig for-

trolige med at undervise i naturfag, med undtagelse af biologi. Specielt var de utrygge ved at undervise i fysik- og kemirelaterede emner (ibid.). Efter projektforløbet viste evalueringen af resultaterne at lærerne havde udviklet en øget fortrolighed med fagene:

“Lærere der havde deltaget i programmet i to år, havde klart forbedret deres kompetencer inden for naturfag med undtagelse af biologi. [...] De havde også forbedret sig fagligt inden for informationsteknologi og design.” (ibid., s. 43, forfatterens oversættelse)

Med hensyn til lærernes holdning til undervisning i naturfag viste undersøgelsen ikke de store ændringer over den toårige periode. Generelt vægtede lærerne i hele Europa værdier som fx at *lade eleverne tænke selv* og *give dem tid*. Også det at *opfordre eleverne til at gætte og reflektere* og at *tilskynde eleverne til at have det sjovt* blev vægtet. Lærerne var derimod ikke så gode til at relatere naturfagsundervisningen til “verden uden for skolens mure” og til at inddrage alternative læringsmiljøer som fx lokale virksomheder i undervisningen (ibid.).

Til trods for at der ikke blev registreret de store ændringer i lærernes holdning til naturfagsformidlingen, var der dog visse “mikro-ændringer”:

“Lærernes holdning om en stram styring af naturfagslektionerne blev blødt op. Lærerne fik ændret deres holdning til at eleverne bør foretage deres egne forsøg, at naturvidenskabelige begreber udvikles sideløbende med inddragelse af uformelle læringsmiljøer. Samlet viser evalueringerne at målene med Pollen-projektet blev nået.” (“Pollen-målene” kan sidestilles med de centrale elementer i IBSE som omtalt i indledningen). (Ibid., s. 43, forfatterens oversættelse)

Alt i alt kan det konkluderes at Pollen-projektet har demonstreret at undervisning tilrettelagt efter IBSE-principperne virker efter hensigten. Især viser resultaterne at eleverne er blevet begejstrede og har fået vakt deres nysgerrighed over for naturfagene som følge af den nye undervisningsmetode, og samtidig er lærerne blevet rustet med en didaktisk metode der dels øger deres naturfaglige undervisningsfaglighed bredt (Andersen, 2006) og dels øger deres brug af eleveksperimenter i undervisningen.

Begejstring og *nysgerrighed* er i særdeleshed to vigtige parametre der har stor indflydelse på elevers motivation for at beskæftige sig med naturfag på en måde så de kan tilegne sig viden – hvad enten det drejer sig om begreber, fænomener eller naturvidenskabelige arbejdsmetoder (Hidi & Berndorff, 1998; Østergaard, 2005). En øget brug af (relevante og selvstændige) eleveksperimenter kan ligeledes være med til at øge elevernes motivation for at beskæftige sig med naturfag (Hodson, 2008; Troelsen,

2006), og hermed har vi præsenteret en metode der i Europa har vist tegn på at den kan være med til at skabe en øget interesse for naturfag

Inquiry-based science education i lande uden for Europa

Lande der ligger uden for Europa, har gennem længere tid beskæftiget sig med lignende didaktiske metoder i naturfag (se fx Harlen et al., 2009), og deres erfaringer kan være med til at belyse IBSE yderligere. To igangværende projekter i hhv. Nord- og Sydamerika vil blive omtalt.

Erfaringer fra USA

I USA hedder IBSE-programmet "Science and Technology for Children" (STC) og omfatter alle elever fra børnehaven til 9. klasse. Det er et sammenhængende program baseret på undersøgelsesbaseret og curriculum-nær læring der omfatter 32 enheder inden for det brede naturfag ("life, earth, and physical sciences and technology" (Campbell et al., 2006)). Formålet med STC-programmet er at alle elever i USA skal tilegne sig "scientific literacy" (National Research Council, 1996). Materialet til programmet, der er delt i serier dækkende hhv. fra børnehaven til 6. klasse, og en serie der dækker resten af klassetrinnene op til 9. klasse, består af *teachers2019 guide*, klassesæt af *students' book* samt en materialesamling der passer til hver lektion. Selvom STC-programmet tilsyneladende er meget planlagt og ikke overlader mange initiativer til de enkelte lærere og klasser, indeholder det mange af de elementer der ligeledes indgår i IBSE-metoden:

"Via egne erfaringer lærer eleverne alderssvarende naturfaglige begreber og udvikler færdigheder såsom problemløsning og kritisk tænkning samtidig med at de erhverver sig generel naturfaglig indsigt. Ved at lave undersøgelser og eksperimenter får eleverne mulighed for at anvende deres egen viden såvel som i fællesskab at udvikle viden. De får mulighed for at stille spørgsmål, fremstille og teste forudsigelser, registrere, dele og drøfte de opnåede resultater samt at anvende de færdigheder og den viden de har opnået, i nye situationer."

(Harlen et al., 2006, s. 55, forfatterens oversættelse)

Evaluering i forskellige stater der har implementeret *inquiry-based science programs*, har vist at metoden har øget elevernes tilegnelse af naturfaglig viden mærkbart i forhold til testklasser der er blevet undervist traditionelt på baggrund af tekstbøger (National Science Resources Center, 2009). Der foreligger ingen resultater angående elevernes motivation for at beskæftige sig med naturfag, idet målet med programmerne primært har været at øge elevernes direkte målbare naturfaglige viden som

et udtryk for hvor "scientific literate" de var blevet. Dog viser en anden undersøgelse at der er sammenhæng mellem brug af hands-on eksperimenter og elevers holdning til naturfag (Ornstein, 2006). Jo flere frihedsgrader eleverne fik i deres eget arbejde med hensyn til selv at opstille hypoteser og til selv at drage konklusioner i eksperimenterende "open-ended hands-on" forsøg, desto mere positiv var deres holdning (ibid.). Det tolkes som en indikation på at arbejdet med den nye metode med større elevinvolvering (fx i form af hands-on) virker motiverende for eleverne.

Erfaringer fra Sydamerika

I en stor del af de sydamerikanske lande, bl.a. Brasilien, Chile, Colombia og Venezuela, har man adapteret det franske "La Main a la Pâte"-projekt med mere eller mindre støtte fra den franske stat (bl.a. Fleer & March, 2008; Hamburger, 2004). I Brasilien kaldes det *ABC na Educação Científica – Mão na Massa* (kan oversættes som "ABC i naturfagsundervisning – hands-on"). Projektet er målrettet de små klasser (første til fjerde) som hverken er vant til at udføre eksperimenter eller have lærere der har en naturfaglig uddannelse (i Brasilien anvendes én-lærer-princippet: én lærer der underviser samme klasse i alle fag (Hamburger, 2004)).

Efter besøg i Frankrig hvor der blev kigget nærmere på La Main a la Pâte, startede det brasilianske projekt i 2001 efter en kort efteruddannelse af de deltagende lærere (ibid.). I 2005 deltog der over 730 skoler i 11 byer i projektet, hvoraf langt de fleste havde samarbejde med lokale universiteter eller science-centre (Harlen et al., 2009; Schiel, 2006).

Det overordnede formål med implementeringen af metoden er ligesom i de andre sydamerikanske lande at skærpe elevernes nysgerrighed og deres motivation for at beskæftige sig med naturfag (bl.a. Carulla et al., 2006; Devés & López, 2007; Schiel, 2006). De erfaringer der bl.a. kan hentes fra det brasilianske projekt, kan deles op i to dele:

- For det første er de elever der arbejdede ud fra IBSE-principper, blevet bedre til at udtrykke sig skriftligt og mundtligt end deres jævnaldrende der arbejdede efter en mere traditionel lærerstyret metode (også observeret i Chile (Devés & López, 2007; Schiel, 2006)).
- For det andet er der draget erfaringer fra implementeringen af den didaktiske metode i et land der havde ringe vilkår, med alt for dårligt uddannede naturfagslærere (Hamburger, 2004).

Sidstnævnte har givet anledning til en række kommentarer fra E. Hamburger (2004), Instituto de Física e Estação Ciência, University of São Paulo:

1. “Der er altid en gruppe fra universitetet der samarbejder med lærerne og andre interesserede i skolesystemet [...] med implementering af principperne.
2. Det er nødvendigt at iværksætte forskning og oprette observationsgrupper i de videnscentre der formidler materiale og oplysninger om principperne.
3. Udvikling kræver altid ekstra ressourcer – lige meget hvor lidt der skal bruges – og det er der ikke luft til i budgettet. Dette gælder også for samarbejde med universiteter og andre forskningsinstitutioner. Hvis projektet skal udvikles, kræver det tildeling af midler.
4. Centrene [der iværksatte programmet] anvendte generelt fotokopieret materiale oversat fra fransk. Interessen for projektet gjorde dog at materialet hurtigt blev modificeret så det passede med lokale behov. Det franske materiale er et eksempel på hvordan brasilianske lærere blev motiveret til at kreere materiale og eksperimenter der matchede principperne.
5. Kommunikation mellem de lærere der deltager i projektet, er en vigtig faktor.
6. Det er vigtigt at afholde “IBSE-træningssessioner” og at lærere og instruktører siden har mulighed for at kommunikere med hinanden, og at der bliver fulgt op på introduktionen af principperne fra videnscentrene.
7. For at sikre en høj kvalitet af undervisningsmaterialet er det vigtigt med ekstern evaluering.”
(Hamburger, 2004, s. 3-5, oversat og redigeret af forfatterne)

Erfaringer og anbefalinger – samlet set

Analysen af de omtalte IBSE-programmer bidrager med tre vigtige resultater.

For det første viser resultaterne fra evalueringen af Pollen-projektet samstemmende med erfaringer fra USA og flere sydamerikanske lande at en IBSE-orienteret undervisning virker motiverende på eleverne.

For det andet viser erfaringer fra USA at elever rent faktisk erhverver viden om naturfaglige begreber og arbejdsmetoder ved en IBSE-orienteret undervisning. Sidstnævnte er et område der ikke har været så meget fokus på i evalueringen af Pollen-projektet, men som må anses for at være et tungtvejende argument for brug af metoden.⁷

For det tredje supplerer Hamburgers kommentarer til det brasilianske projekt fint de anbefalinger som Europa-Kommissionens ekspertgruppe er kommet frem til i rapporten *Science Education NOW!* (Hamburger, 2004; Rocard et al., 2007). Begge argu-

7 Som argument for ikke at have udført summariske test af elevernes erhvervede faglige kundskaber som følge af Pollen-projektet har Wynne Harlen udtalt at det ikke var muligt at få valide resultater før lærerne på ordentlig vis havde implementeret metoden i undervisningen og var fortrolige med den. Personlig kommunikation, Bayreuth, den 23. september 2010.

menterer for en international fælles holdning til metoden. Det gælder både deltagelse af flere aktører i implementeringen af metoden (forskere, undervisere på læreruddannelsen, naturfagslærere, forældre, elever m.fl. samt deres institutioner), den økonomiske støtte til implementering og nødvendigheden af følgeforskning der kan være med til at justere metoden så den tilpasses den lokale undervisningskultur. Hamburger og ekspertgruppen fremhæver også vigtigheden af at de involverede lærere får en grundig og omfattende introduktion til metoden, og at de løbende har kontakt med hinanden i netværk hvor de kan udveksle erfaringer om at implementere metoden.

Samlet set giver de omtalte IBSE-programmer det indtryk at IBSE fortolkes meget forskelligt. I nogle lande fortolkes praktisk/eksperimentelt arbejde i sig selv som IBSE-orienteret, mens der i andre lande lægges vægt på at elevernes selvstændige bidrag til hypotesedannelse er vigtig i IBSE-orienteret undervisning. I forhold til at udvikle en dansk variant af IBSE kan de multifacetterede fortolkninger af IBSE bidrage til at inspirere afprøvning af IBSE på dansk naturfagsundervisning på mange forskellige måder. Det afgørende for udvikling af en kvalificeret variant af IBSE tilpasset en dansk undervisningskontekst er dog at man får etableret et evaluerings- og forskningsprogram der systematisk indsamler erfaringerne fra forskellige forsøgs- og udviklingsarbejder.

Erfaringer med implementering af IBSE i læreruddannelsen

Med inspiration fra forskellige internationale IBSE-programmer udviklede undervisere ved læreruddannelsen i VIA deres egne forløb som blev implementeret i linjefagsundervisningen og praktikken.

Her fremhæves et konkret eksempel på implementeringen af et IBSE-orienteret undervisningsforløb i biologiundervisningen med udgangspunkt i mikrobiologi. Mikrobiologien viste sig at være specielt egnet som fagligt emne i et IBSE-orienteret undervisningsforløb fordi flere undersøgelser i mikrobiologien er relativt nemme at forklare teoretisk. Med andre ord kan undersøgelsesresultater forklares med teoretiske begreber som ikke er alt for abstrakte for de studerende og i sidste ende for eleverne i folkeskolen.

I undersøgelsesprocesserne opbyggede de studerende trinvist deres begrebsmæssige forståelse i en iterationsproces hvor de flere gange vendte tilbage til hypotesen for at forfine og udbygge både undersøgelsens design og deres teoretiske forklaring af undersøgelsens resultater. Fx arbejdede de studerende med mikroorganismers vækstbetingelser set i forhold til et anvendelsesorienteret perspektiv (bioteknologi). Indledningsvis blev der taget udgangspunkt i de studerendes egen viden om og erfaring med mikroorganismer fra deres dagligdag. Til inspiration blev der vist et udvalg af dagligdagsvarer hvor der bruges forskellige konserveringsmetoder. I diskussionen opstod der flere forundringsfelter der senere blev genstandsfelt for undersøgelser. Det

blev blandt andet diskuteret og senere undersøgt om de store mængder af sukker i marmelader havde anden funktion end at forsøde smagen. Selve undersøgelsesprocessen bestod af flere delundersøgelser som fremkom iterativt efterhånden som man fik forhandlet sig frem til forskellige fælles hypoteser. Blandt andet undersøgte de studerende via mikroskopering forskellige sukkerkoncentrationers osmotiske effekt på den enkelte celle. Resultaterne fra denne undersøgelse blev efterfølgende sammenholdt med de på forhånd opstillede hypoteser, og de dannede baggrund for nye forundringer og diskussioner som udmøntede sig i hypoteser omhandlende bagegærs vækst ved forskellige sukkerkoncentrationer. Som resultat blev en undersøgelsesproces udformet hvor bagegærs CO_2 -udledning (som udtryk for vækstrate) blev målt i stigende sukkerkoncentrationer. Erfaringer fra disse undersøgelser var efterfølgende grundlaget for yderligere undersøgelser af gærcellers vækstopimum – blot blev den osmotiske parameter i efterfølgende undersøgelser udskiftet med bl.a. pH og temperatur.

I denne iterationsproces var det tydeligt at de studerende i overensstemmelse med principperne for IBSE-orienteret undervisning gradvis konstruerede viden inden for det mikrobiologiske område og gennem gruppearbejdet satte de naturvidenskabelige begreber i relation til hinanden.

Den deltagerstyrede dimension i IBSE genererede mange forskelligartede spørgsmål inden for det naturfaglige område som de lærerstuderende i rollen som undervisere gjorde til genstandsfelt for undersøgelse. Dette fandt mange lærerstuderende til tider skræmmende fordi det uundgåeligt kræver en stor og bred faglig viden hvis man føler at man afkræves et fyldestgørende svar på hvert spørgsmål. En studerende udtrykte således: "Jeg føler mig meget mere sikker med et planlagt forløb som jeg selv kan styre" (Tina, den 10. december 2009). Og hun udtrykte en faglig usikkerhed ved brug af IBSE-metoden. Hun følte sig blottet over for eleverne i praktikken når hun ikke kunne guide dem videre på grund af manglende faglig viden. Udsagnet kan være med til at understrege vigtigheden af at lærere der arbejder efter IBSE-principper, skal være fagligt godt funderet.

Ved den afsluttende evaluering af linjefagsforløbet blev der yderligere fremhævet fire vigtige pointer:

- Først når man som lærer har affundet sig med ikke at kende svarene på alle spørgsmål, kan situationen vendes til at være rent deltagerstyret, hvor alle elever er komfortable med at byde ind med undersøgelsesforslag.
- I den deltagerstyrede arbejdsproces er det vigtigt som underviser at være i tæt dialog med alle arbejdsgrupper. Det gælder under selve undersøgelsesfasen, men i høj grad også i den afsluttende fase hvor der arbejdes med dokumentation, fremstilling og perspektivering af undersøgelsens resultater.
- Ejerskabsfølelsen for projektet opstår først og fremmest når de studerende i dialog

med underviseren selv definerer undersøgelsesmetoder m.m. og selv arbejder sig frem mod at konstruere videnskabelige idéer om sammenhænge.

- Det tager meget længere tid at gennemarbejde et stofområde efter IBSE-principper end med den almindelige undervisning som de studerede er vant til på læreruddannelsen. Tidsfaktoren var i øvrigt også markant i praktikken, hvor de studerende erfarede at det tager lang tid at undervise i et stofområde ved anvendelsen af grundprincipperne i IBSE-metoden.

Udvalgte citater fra de studerendes praktikrapporter viser eksempler på de studerendes refleksioner med at afprøve den deltagerstyrede problem- og undersøgelsesbaserede metode i praktikken:

“Jeg finder det utroligt svært at lade være med at styre samtalen for meget i de grupper, hvor de har svært ved det. Jeg ved, hvor jeg vil have dem hen, og hvad jeg ønsker, at de skal arbejde hen imod, så det er svært at give plads til at forfølge enhver idé fra eleverne. Jeg finder, at jeg er lidt presset af skemaet oveni, da hver time kun varer ca. 45 min., og eleverne lige skal have tid til at finde deres ting frem etc.”

(Birgitte, uddrag af praktikrapport, den 11. december 2009)

“Jeg synes, det krævede mange ledende spørgsmål, før vi nåede til en fornuftig opstilling, og ofte var det de samme elever, der var med rent umiddelbart. Det krævede, at jeg stillede spørgsmål rundt til alle i klassen for at holde dem “fanget” i det eksperimenterende arbejde.

Jeg lavede en kort mundtlig evaluering efter disse lektioner, hvor eleverne gav udtryk for, at de syntes, det havde været spændende og meget anderledes at arbejde på denne måde, nogle syntes også, at det havde været svært at skulle arbejde så selvstændigt. Jeg får indtryk af, at eleverne synes, at undervisningen har været mest spændende, når vi har arbejdet undersøgende og ud fra en hypotese”

(Johan, uddrag af praktikrapport, den 6. februar 2010)

“Jeg har følt mig udfordret med den IBSE-relaterede tilgang. Det har især været svært for mig ikke bare at give eleverne svarene på spørgsmålene eller bare lige vise dem, hvordan det skal gøres/opstilles. Men det er en form, jeg har taget til mig – for jeg er blevet klar over, at det er en undervisningstilgang, der ligger tæt op af min personlige undervisningsstil, og den harmonerer godt med mit socialkonstruktivistiske syn på undervisning/læring. Yderligere synes jeg at kunne se et større elevudbytte med især mere engagerede elever, der synes, at undervisningen er spændende og vedkommende for dem. Og det er det, det hele drejer sig om: at give dem meningsfyldt læring.”

(Susanne, uddrag af praktikrapport, den 6. februar 2010)

At kunne praktisere IBSE-metoden sikkert indebærer mange konkrete færdigheder, men som en vigtig pointe har det i det danske udviklingsprojekt vist sig at være helt centralt at der ikke instrueres i at anvende metoden, men at der arbejdes med og ud fra metoden i flere forskellige sammenhænge og samtidig skabes rum for refleksion og diskussion.

De resultater der sammen med citaterne ovenfor er fra forsøget med at implementere IBSE-principperne i henholdsvis en dansk læreruddannelseskontekst og en dansk skolekontekst, understøttes af Harlen & Allende i "Inquiry-Based Science Education: An Overview for Educationalists" (Harlen & Allende, 2009) der redegør for deres erfaringer med implementering af IBSE-principperne i læreruddannelsen. Deres hovedpointe er at lærerens overordnede didaktiske færdigheder i relation til metoden er en altafgørende forudsætning for at eleverne konstruerer naturfaglig viden.

Desuden viser international erfaring og forskning at det kræver minimum 80 timer for lærere at praktisere IBSE-metoden sikkert (ibid.). Som omtalt i indledningen har vi i Danmark i høj grad tradition for at anvende flere af elementerne fra metoden særskilt i anden kontekst, og man kunne derfor antage at et minimum-tidsforbrug for at kunne arbejde sikkert med IBSE-metoden herhjemme kunne være lavere end 80 timer.

Perspektivering

Med erfaringerne fra læreruddannelsen på VIA University College – og med skelen til erfaringerne fra det brasilianske projekt *ABC na Educação Científica – Mão na Massa* – kan vi midlertidigt konkludere at implementeringen af en ny *deltagerstyret problem- og undersøgelsesbaseret naturfagsundervisning* ikke "bare sådan" lader sig gøre. Vi mener ikke at sådanne metoder kan dikteres fra Undervisningsministeriet eller anden højere instans, men at metoderne skal erfares, fortolkes og videreudvikles blandt lærere i deres lokale undervisningspraksis, ligesom de skal integreres i den eksisterende undervisningspraksis på landets læreruddannelsessteder. Endvidere er det nødvendigt at metoden forankres i læringsnetværk hvor *både* nuværende og kommende naturfagslærere og personer fra de fagdidaktiske miljøer på de højere læresteder er tilknyttet, for derigennem at kunne dele idéer og erfaringer samt i fællesskab udvikle metoden yderligere i relation til en dansk undervisningspraksis. Uden et aktivt netværk har en ny undervisningspraksis kun spinkle overlevelsels- og udviklingsmuligheder i en dansk kontekst.

Referencer

- Andersen, A.M. (2006). Undervisningsfaglighed – hvad en underviser bør vide. *MONA*, 2006(4), side 70-75.
- Andersen, A.M., et al. (2004). Naturfagsdidaktik som områdedidaktik. I: K. Schnack (red.), *Didaktik på kryds og tværs*. København: Danmarks Pædagogiske Universitet.
- Bybee, R.W. (1997). *Achieving Scientific Literacy*. Portsmouth, New Hampshire: Heinemann.
- Carulla, C. et al. (2007). Trends in Pre-College Engineering and Technology and the Pequeños Científicos Program. *International Journal of Engineering Education*, 23(1), side 9-14.
- Devés, R. & López, P. (2007). Inquiry-based science education and its impact on school improvement: The ECBI program in Chile. I: T. Townsedn (red.), *International Handbook of School Effectiveness and Improvement*. Springer Netherlands.
- Eisenkraft, A. (2003). Expanding the 5E model. *The Science Teacher*, 70 (6), side 32-35.
- Fleer, M. & March, S. (2008). *An investigation of the feasibility of extending the Primary Connections programme to preschool settings*. Melbourne, Victoria: Monash University.
- Hamburger, E.W. (2004). ABC Project in Science Education in Brazil (Hands-on / La main à la pâte). Lokaliseret den 5. maj 2010 på: http://ehrweb.aaas.org/UNESCO/pdf/ABCproj_Hamburger.pdf.
- Harlen, W. & Allende, J.E. (2009). Inquired-Based Science Education: An overview for educationalists. *The Interacademy Panel on International Issues, IAP*. Paris. Kan downloades på: www.interacademies.net/Object.File/Master/10/428/TRilingualbrochure%202010.pdf.
- Harlen, W., et al. (2009). Report of the Working Group on International Collaboration in the Evaluation of Inquiry-Based Science Education (IBSE) programs Lokaliseret den 10. april 2010 på: www.ianas.org/Santiago_Report_SE.pdf.
- Hidi, S. & Berndorff, D. (1998). Situational interest and learning. I: L. Hoffmann (red.), *Interest and learning*. Kiel: IPN.
- Hodson, D. (2008). Et kritisk blik på praktisk arbejde i naturfagene. *MONA*, 2008(3), side 7-20.
- ILEA. (1987). *Science in process*. London: Heinemann.
- Jarvis, T. et al. (2009). *Pollen Primary Teachers' Changing Confidence and Attitudes over Two Years Pollen In-service*. Lokaliseret den 3. marts 2010 på: www.pollen-europa.net.
- Jørgensen, P.S. (1999). Hvad er kompetence?. *Uddannelse*, 1999(9), side 4-13.
- Lindahl, B. (2009). *Changes in pupils' attitudes towards science during two years within the Pollen project*. Lokaliseret den 3. marts 2010 på: www.pollen-europa.net.
- National Research Council. (1996). *National Science Education Standards*. Washington, DC: National Academy Press.
- National Science Resources Center. (2009). Studies of Student Achievement in Science. Lokaliseret den 25. maj 2010 på: www.nsrconline.org/pdf/ScienceAchievementStudies.pdf.
- Ornstein, A. (2006). The Frequency of Hands-On Experimentation and Student Attitudes toward Science: A Statistically Significant Relation. *Journal of Science Education and Technology*, 15(3/4), side 285-297.

- Pollen. (2006). *Methodological Guide: Inquiry-Based Science Education – Applying it in the Classroom*. Lokaliseret den 3. marts 2010 på: www.pollen-europa.net.
- Pollen. (2009). Overview of main activities and achievements. Lokaliseret den 3. marts 2010 på: www.pollen-europa.net.
- Rocard, M. et al. (2007). *Science Education NOW!*. Lokaliseret den 3. april 2010 på: http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/report-rocard-on-science-education_en.pdf.
- Schiel, D. (2006). *BSE in Brazil: the program ABC na Educação Científica – a Mão na Massa*. Lokaliseret den 2. august 2010 på: www.cdcc.usp.br/maomassa/poster_suecia_ingles.pdf.
- Screen, P. (1986). The Warwick process science project. *School Science Review*, 68(242), s. 12-16.
- Troelsen, R. (2006). Interesse og interesse for naturfag. *Nordina*, 2006(5), side 3-16.
- Undervisningsministeriet. (2009). *Fælles Mål: Natur/teknik*. Lokaliseret den 2. august 2010 på: www.uvm.dk/Uddannelse/Folkeskolen/Fag%20proever%20og%20evaluering/Faelles%20Maal%202009.aspx?r=1.
- Wellington, J. (red.). (1989). *Skills and processes in science education. A critical analysis*. London: Routledge.
- Østergaard, L.D. (2005). *Hvad har børns leg og naturvidenskabelige metoder med hinanden at gøre?* København: Danmarks Pædagogiske Universitet.

Abstract

Inquiry-Based Science Education (IBSE) is a didactical approach to teaching science that is implemented in many educational systems throughout the world. The purpose of IBSE is to increase pupils' interest in and provide opportunities for deep learning in science education. The authors draw on international research to discuss IBSE in relation to the Danish educational system. In this article IBSE is characterized as a student driven inquiry-based teaching method that emphasizes pupils' formulation of hypothesis, experimental work, peer-to-peer work and a well structured inquiry process. Finally the article reports on results from implementing IBSE in teacher training.

Museumsmekanismer: optimering af forholdet mellem udstillingsdesign og -udbytte



Marianne F. Mortensen, IND, KU

Abstract. *Uformelle miljøer såsom museer og science-centre er vigtige læringsarenaer, men endnu findes der ganske lidt forskning der viser hvordan forholdet mellem den lærende og museets læringsmiljø – udstillingen – kan optimeres. I denne artikel gives der et bud på et designværktøj der dels retter sig mod et veldokumenteret problem der forekommer i mødet mellem museumsopstillingen og den lærende, dels bidrager med en konkret metode til opstillings- og udstillingsudvikling i en museums kontekst. Værktøjet, som tager udgangspunkt i begrebet prakseologi (Chevallard, 1999), kan bruges både deskriptivt som et analyseværktøj og normativt som et designværktøj. Disse anvendelser af værktøjet illustreres i artiklen.*

Museumsmekanismer: optimering af forholdet mellem udstillingsdesign og -udbytte

De uformelle læringsmiljøer er i de senere år – endda årtier – blevet fremhævet for deres uddannende rolle i forhold til offentlighedens generelle naturvidenskabelige forståelsesniveau. Senest i en leder i det internationale og indflydelsesrige tidsskrift *Nature*, hvor det hævdes at størstedelen af hvad vi ved om naturvidenskab, ved vi fra sammenhænge uden for skolen (Leder, 2010). Det er altså sammenhænge der blandt andet omfatter naturhistoriske museer, science-centre, botaniske og zoologiske haver, akvarier osv. – miljøer der fokuserer på naturvidenskabsformidling, og som i det følgende benævnes under ét som museer.

Der foregår mange forskellige formidlingsaktiviteter på museer. Men det der definerer et museum, er dets udstillinger. Udstillingerne udgør brugerfladen mellem offentligheden og museets forskning og samlinger, og selvom der er andre formidlingskanaler på museer, er udstillingerne den kvantitativt vigtigste. Men kan man lære i en museumsudstilling? Og hvordan kan det optimale forhold mellem den lærende og miljøet opnås?

Hvad ved vi om læring og museumsudstillinger?

Den eksisterende engelsksprogede forskning vedrørende sammenhængen mellem udstillingsmiljøet og de besøgendes læring kan i store træk inddeles i to grupperinger. Den ene har rod i det hovedsageligt amerikanske *visitor studies*-felt, hvor man anvender observationsstudier for at dokumentere visse adfærdstyper hos de besøgende. Ofte fokuseres der på hvor lang tid de besøgende bruger i udstillingen, hvor mange gange de stopper op, eller hvilke af opstillingerne de interagerer med. Den grundlæggende antagelse er altså at disse adfærdstyper er betingelser for læring, og at når adfærdstyperne forekommer, gør læring det også (Loomis, 1988). Et typisk resultat af denne type forskning er fx at interaktive opstillinger tiltrækker og fastholder flere gæster end andre typer af opstillinger (Boisvert & Slez, 1995).

Den anden væsentlige forskningsretning er baseret på en grundlæggende skelnen mellem formelle og uformelle læringsmiljøer og sigter på at karakterisere læring i uformelle læringsmiljøer på basis af denne skelnen. Denne type forskning udspringer af en erkendelse af vanskeligheden ved at dokumentere kognitive ændringer hos museumsgæster som et resultat af deres besøg i en udstilling. Resultatet af denne erkendelse var at fokus er flyttet over på mere generelle læringsmål. I stedet for at lede efter specifikke videnstilegninger er det mere realistiske spørgsmål i dette perspektiv: Hvordan bidrager et udstillingsbesøg til den besøgendes viden, opfattelser, følelser eller handleparathed? (Falk & Dierking, 2000). Et typisk resultat af denne type forskning er at den besøgendes forhåndsviden om et givent emne har signifikant indflydelse på hvilke tilegninger hun eller han gør sig under et udstillingsbesøg (Falk & Storksdieck, 2005).

Selvom disse to forskningsretninger har leveret væsentlige bidrag til museumsforskningen, er bidragene vanskelige at bruge i et mere designorienteret perspektiv, altså som retningslinjer for hvordan museumsudstillinger eller -opstillinger skal tilrettelægges. Problemet med den første type forskning er at den grundlæggende antagelse er for omfattende (Gilbert, 1995). Med andre ord kan man ikke antage at fordi en bestemt type adfærd forekommer, gør læring det også. Denne kritik virker berettiget i lyset af flere studier der viser at besøgendes handlinger i en udstilling ikke nødvendigvis har direkte indflydelse på deres læringsudbytte (Anderson et al., 2000; Botelho & Morais, 2006). Det er altså ikke i sig selv tilstrækkeligt at designe opstillinger der fordrer bestemte typer adfærd, hvis målet er at den besøgende skal have et bestemt læringsudbytte.

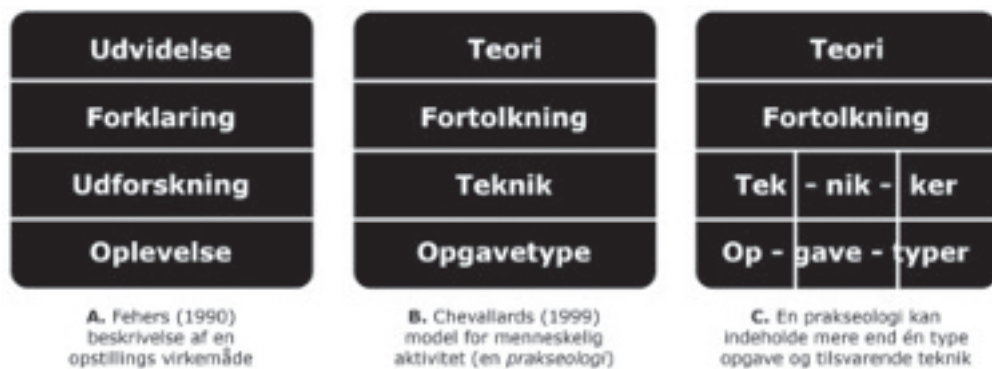
Problemet med den anden type forskning er at den ved kun at beskæftige sig med meget generelle typer af læringsudbytte ikke tager højde for at den enkelte udstillingsdesigner står over for at udvikle opstillinger der hver især behandler et helt specifikt indhold. I en sådan designproces er det naturligvis ikke nok at vide at faktorer såsom den besøgendes forhåndsinteresse eller udstillingens skiltning (jf. Falk, 1997)

har betydning for den besøgendes udbytte; designeren har brug for retningslinjer for hvordan et specifikt vidensobjekt kan udvikles med henblik på at blive konkretiseret i en opstilling der kan afstedkomme et specifikt udbytte.

Problematikken kan altså opsummeres på følgende måde: Selvom museumsudstillinger anerkendes som vigtige bidragydere til befolkningens generelle naturvidenskabelige vidensniveau, har den eksisterende forskning endnu ikke kunnet belyse sammenhængen mellem den enkelte opstillings design, de aktiviteter opstillingen afstedkommer hos museumsgæsterne, og de måder hvorpå museumsgæsterne fortolker eller rationaliserer disse aktiviteter. I det følgende udvikles et forslag til et didaktisk værktøj som kan skabe forbindelse mellem disse tre aspekter. Formålet med et sådant værktøj er både deskriptivt – dvs. at værktøjet kan bruges til at analysere eksisterende opstillinger – og præskriptivt – dvs. at værktøjet kan bruges fremadrettet i udviklingen af nye opstillinger.

Et forslag til et designværktøj

Det værktøj der udvikles her, har det formål at skabe en stærk sammenhæng mellem på den ene side en opstillings design og på den anden side de handlinger og refleksioner den afstedkommer blandt de besøgende. Dermed må designværktøjet altså operere med forskellige niveauer hvis det skal beskrive en opstillings virkemåde. Feher (1990) foreslår at en opstillings pædagogiske virkemåde kan anskues vha. de fire niveauer *oplevelse, udforskning, forklaring og udvidelse* (figur 1A, forfatterens oversættelse).



Figur 1. Sammenligning mellem Fehers (1990) model for en museumsopstillings virkemåde (A) og Chevallards (1999) model for menneskelig aktivitet – prakseologi (B). Prakseologier kan have flere opgavetyper og tilhørende teknikker som bidrager til en fælles fortolkning og teori (C).

I Fehers model svarer det første niveau, oplevelse, til gæstens primære sansning og opfattelse af opstillingen. På andet niveau, udforskning, foregår den fysiske interaktion mellem gæsten og opstillingen. Denne interaktion tager som regel udgangspunkt i gæstens opfattelse af opstillingens præmis. Tredje niveau, forklaring, forekommer når gæsten har haft lejlighed til at eksperimentere med opstillingen og på basis af denne eksperimentering skaber en mental model der kan forklare det fænomen der vises i opstillingen. Fjerde niveau, udvidelse, involverer en generalisering af de idéer der er skabt i de foregående processer. Denne generalisering indebærer som regel at gæsten inddrager andre relaterede opstillinger, idet en individuel opstilling almindeligvis ikke alene kan mediere et sammenhængende budskab (Feher, 1990).

Fehers model bidrager til en overordnet forståelse af de processer der kendetegner gæstens interaktioner med og fortolkninger af indholdet i en opstilling, men modellen går ikke i dybden med de mekanismer der afstedkommer disse handlinger og refleksioner. Med andre ord konkretiseres forbindelsen mellem opstillingsdesign og den besøgende ikke. Det gør den til gengæld i Chevallards (1999) *prakseologi* (figur 1B). En *prakseologi* er en model for menneskelig aktivitet som består af en *opgavetype*, en *teknik* hvormed opgavetypen kan løses, en *fortolkning* eller et rationale for teknikken og en overordnet *teori* (forfatterens oversættelse). I figur 2 gives et eksempel på en *prakseologi* som kunne afstedkommes af en museumsopstilling.

Prakseologimodellen er oprindeligt udviklet inden for matematikdidaktik, men ophavsmanden, Yves Chevallard, anser den for at kunne beskrive al menneskelig aktivitet, ikke bare matematik-relateret aktivitet. Ifølge Chevallard beskriver *prakseologien* et fundamentalt kognitivt mønster i vores måde at vide noget på. Således møder vi i løbet af vores liv forskellige spørgsmål eller opgaver i forskellige sammenhænge, og vi foretager visse handlinger for at opnå svar på de spørgsmål eller opgaver. De opgaver vi opfatter, de handlinger vi udfører, samt de rationaler vi har for at udføre handlingerne, udgør *prakseologier* uanset hvilken praksis eller disciplin de vedrører (Chevallard, 2007). Modellen er da også blevet brugt til at analysere didaktiske fænomener i andre sammenhænge end matematik, fx fysik (Tetchueng et al., 2008) og musik (Bourg, 2006).

Spørgsmålet bliver så: Kan en model udviklet i en didaktisk sammenhæng bruges til at beskrive fænomener der forekommer uden for skolen? Ifølge Chevallard og andre franske didaktikforskere kan didaktik defineres som den videnskab der studerer vidensformidling i en given social gruppering (Chevallard, 2007; Clément, 2000). I dette perspektiv kan den vidensformidling der sker i en museumsgæsts interaktion med en museumsopstilling, altså opfattes som et didaktisk fænomen – et perspektiv der i øvrigt lægger sig tæt op ad andre forskeres syn på undervisnings- og læringsrelaterede fænomener på museer (fx Hsi et al., 2004).

I figur 2 kan det ses hvordan en *prakseologi* tager udgangspunkt i en opgave som

Strømlinet krop

Lighederne mellem hvaløglar og delfiner er slående, begge har udviklet en kropform der gør dem til hurtige svømmere. Den største forskel er halen, der er lodret hos hvaløglar og vandret hos delfiner og andre hvaler. De indre anatomiske forskelle er derimod store. Delfinerne nedstammer fra landlevende pattedyr. Hvaløglar, som denne cirka 150 millioner år gamle Ophthalmosaurus, var derimod krybdyr. De dukkede op for omkring 250 millioner år siden og uddøde for omkring 90 millioner år siden.



Figur 2. En opstilling om konvergent evolution. Opstillingen er en del af Statens Naturhistoriske Museums udstilling Evolution, der åbnede i 2009. Hvilken praksisologi kan denne opstilling afstedkomme hos den besøgende? Fordi hvaløglen og delfinen er placeret ved siden af hinanden, opfordres den besøgende implicit til at sammenligne dem. **Opgaven** i denne opstilling kunne derfor være for den besøgende at opfatte forskellene og lighederne mellem hvaløglen og delfinen: forskellene i dyrenes evolutionære ophav og ligheden i deres udseende (strømlinet facon). Hvilken **teknik** kan den besøgende bruge til at løse den opgave? Ligheden mellem de to dyr ses umiddelbart ved at sammenligne dem. Forskellen mellem dem kan ikke ses umiddelbart af lægfolk, og derfor må opstillingens tekst tages til hjælp. Her kan den besøgende læse at delfinen er et pattedyr, mens hvaløglen er et krybdyr. Hvilken **fortolkning** kan disse praktiske handlinger afstedkomme? Gæsten kan fortolke sine indtryk således: De to dyr tilhører vidt forskellige evolutionære linjer (pattedyr og krybdyr), og deres morfologiske ligheder stammer derfor ikke fra fælles nedarvning. De to dyr er begge tilpasset et liv i havet, så derfor kunne deres morfologiske ligheder være et tegn på at de er formet af samme type selektionstryk, nemlig selektion for at kunne svømme hurtigt. Endelig kunne gæsten forme en mere overordnet **teori** på basis af sin fortolkning af denne opstilling i samspil med andre opstillinger. For eksempel er der lige til højre for hvaløglen og delfinen en opstilling med seks typer pindsvin som repræsenterer vidt forskellige evolutionære linjer. Alle seks typer har udviklet pigge uafhængigt af hinanden. Den besøgendes teori kunne derfor formuleres som: I naturen kan man se mange eksempler på ligheder mellem ubeslægtede dyr, fx strømlinet krop eller pigge. Det er et tegn på at dyrene har udviklet sig i samme retning (konvergens) som en evolutionær tilpasning til det samme selektionstryk. Foto: Marianne Mortensen.

er indbygget i miljøet. Opgaven eksisterer altså uden for den besøgende og skal opfattes af denne før der kan handles. Dette niveau svarer til oplevelse i Feher's (1990) optik. Opgaven fordrer en teknik hos gæsten; dette svarer til det niveau Feher kalder udforskning, og indeholder som regel fysiske interaktioner mellem gæst og opstilling. Idet opgaven løses ved hjælp af en teknik, afstedkommes en fortolkning hos gæsten (Feher kalder dette niveau for forklaring). I visse tilfælde danner gæsten en overordnet teori som kan forklare det viste fænomen i en større sammenhæng. Typisk vil denne teori kunne dannes i samspillet mellem flere opstillinger. Dette svarer helt til Feher's udvidelse, som netop kendetegnes ved gæstens inddragelse af flere relaterede opstillinger (se evt. figur 1).

Prakseologibegrebet kan også bruges til at beskrive større organisationer af opgaver, praktiske handlinger og refleksioner. Faktisk er eksemplet givet i figur 2 et tilfælde af en prakseologi der fordrer gæstens brug af to forskellige teknikker, nemlig en visuel sammenligning og læsningen af en tekst. Dermed omfatter prakseologien pr. definition to opgavetyper som så kan defineres som 1) at opfatte lighederne mellem hvaløglen og delfinen og 2) at opfatte forskellene mellem hvaløglen og delfinen. Der er altså tale om en prakseologi af typen vist i figur 1C.

Hvordan kan designværktøjet bruges deskriptivt?

Prakseologibegrebet kan bruges til at evaluere eksisterende opstillinger i forhold til deres læringsmål, dvs. undersøge om opstillingen rent faktisk afstedkommer de læringsudbytter som er dens mål. Denne metode bygger på en *a priori*-analyse af opstillingens virkemidler som kan sammenfattes i en *intenderet prakseologi*, og en efterfølgende kortlægning af de besøgendes handlinger og refleksioner som kan sammenfattes i en *observeret prakseologi*. En sammenligning mellem de to prakseologier vil klargøre om de er identiske eller forskellige. Det er klart at hvis de er identiske, fungerer opstillingen fuldstændigt som intenderet. Hvis de er forskellige, vil sammenligningen kunne indikere på hvilket niveau denne afkobling finder sted. Et eksempel er givet i tekstboks 1.

Hvordan kan designværktøjet bruges normativt?

Hvordan kan prakseologibegrebet bruges som en normativ model for opstillingsdesign? Her kan det være nyttigt at tænke på en prakseologi som et svar på et spørgsmål. Prakseologien kan nemlig opfattes som de aktiviteter og refleksioner der er nødvendige for at man finder svaret på et vist spørgsmål. For eksempel kan prakseologien beskrevet i figur 2 opfattes som svar på spørgsmålet: Hvordan kan to fjernt beslægtede dyr have en tæt morfologisk lighed?

At opfatte en prakseologi som et svar på et spørgsmål har en vigtig pointe: at det

Tekstboks 1 – Analyse af opstillingen Grotteekspedition ved hjælp af prakseologibegrebet

Opstillingen *Grotteekspedition* er en såkaldt *immersions*-opstilling, hvis biologiske indhold er den blinde grottebilles tilpasninger til sit habitat: permanent mørke grotter. Princippet i opstillingen er at den besøgende påtager sig rollen som grottebille og går ind i en forstørret model af grottebillens habitat. Inde i denne kunstige grotte er der helt mørkt, og den besøgende skal bruge sin følesans (hænderne) til at navigere igennem grotten. På grottevæggen er der monteret modeller af dyr der repræsenterer rovdyr (tudser, firben og edderkopper); disse dyr skal den besøgende finde og genkende ved hjælp af følesansen. Endelig er der en duft i grotten som skal aktivere den besøgendes lugtesans. Disse tiltag er beregnet til at aktivere de sanser hos den besøgende som billen bruger til at interagere med sit habitat.

For at analysere opstillingen konstruerede jeg først en *intenderet prakseologi*. Som udgangspunkt benyttede jeg opstillingens læringsmål, nemlig at give "den besøgende mulighed for at opleve hvordan billen er tilpasset sit miljø", som den intenderede fortolkning. Med andre ord var det intentionen fra designernes side at gæsten skulle fortolke sine interaktioner med opstillingen som de interaktioner en grottebille har med sit habitat.

Dernæst kortlagde jeg de forskellige opgavetyper opstillingen indeholdt. For eksempel overvejede jeg hvilken betydning det havde at opstillingen var udformet som en grotte. Hvordan kunne det bidrage til opstillingens læringsmål? Idéen var selvfølgelig at den besøgende skulle genkende opstillingen som værende en repræsentation af grottebillens habitat med henblik på at opfatte de følgende aktiviteter som aktiviteter der fandt sted i et grottemiljø. Derfor definerede jeg opgave 1 som "at opfatte opstillingens indvendige og udvendige udformning som en repræsentation af et opskaleret grottemiljø". Den måde som gæsten skulle løse denne opgave på (den intenderede teknik), var derfor at "genkende opstillingens fysiske kendetegn som værende grotteagtige" (figur 3). På denne måde konstruerede jeg den intenderede prakseologi, som altså beskriver de praktiske aktiviteter og refleksioner som det var intentionen at opstillingen skulle afstedkomme.

For at kortlægge hvilke praktiske aktiviteter og refleksioner de besøgende faktisk havde under interaktion med *Grotteekspedition*, udførte jeg observationer og interviews med 16 gæster. Gæsterne blev udstyret med en mikrofon og bedt om at "tænke højt" (van Someren et al., 1994) under deres interaktion med opstillingen. Endvidere observerede jeg dem, og efter deres besøg i *Grotteekspedition* interviewede jeg dem. På denne måde fik jeg indblik i hvilke fysiske aktiviteter de

<p>At fortolke sine egne handlinger som analogier til grottebillens tilpasninger til dens miljø: at bruge sin følesans og lugtesans til at navigere gennem den mørke, ujævne grotte uden at have synssansen til hjælp</p>		
<p>Teknik 1: At genkende opstillingens fysiske kendetegn som værende grotte-agtige</p>	<p>Teknik 2: At skifte fra synssansen som den primære sans til føle- og lugtesansen</p>	<p>Teknik 3: At bruge følesansen (hænderne) til at mærke opstillingens indvendige udformning</p>
<p>Opgave 1: At opfatte opstillingens udvendige og indvendige udformning som en repræsentation af et opskaleret grottemiljø</p>	<p>Opgave 2: At antage rollen som grottebille ved at antage dens tilpasninger</p>	<p>Opgave 3: At opfatte, at grottebillens bevægelser er styret af grottens udformning</p>

Figur 3. Den intenderede prakseologi som er indbygget i opstillingen *Grotteekspedition* på opgave-, teknik- og fortolkningsniveau.

udførte, og hvilken måde de fortolkede deres aktiviteter i opstillingen på. Fordi de 16 gæster havde forholdsvis ensartede fortolkninger af opstillingen, konstruerede jeg en fælles *observeret prakseologi*.

Sammenligningen af den intenderede og den observerede prakseologi afslørede at selvom gæsterne udførte de praktiske aktiviteter som var intenderet, fortolkede de ikke disse aktiviteter på den intenderede måde. Denne uoverensstemmelse, som altså fandt sted på fortolkningsniveau (figur 1C), bestod i at gæsterne fortolkede deres aktiviteter i opstillingen som de handlinger et menneske ville udføre i en grotte, snarere end de handlinger en grottebille ville udføre i sit habitat. I det større forskningsprojekt som denne beskrivelse er et uddrag af (Mortensen, 2010), redegør jeg for hvordan man kan imødekomme denne uoverensstemmelse i opstillingens design.

Opstillingen *Grotteekspedition* er en del af en større udstilling, *Xtrem Ekspedition*, der handler om dyrs tilpasninger til ekstreme miljøer. Udstillingen er udviklet af Experimentarium i Hellerup, Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen (KBIN) i Bruxelles og Naturalis i Leiden. For at kortlægge hvilke praktiske aktiviteter og refleksioner de besøgende faktisk havde under interaktion med *Grotteekspedition*, udførte jeg observationer og interviews med 16 gæster. Gæsterne blev udstyret med en mikrofon og bedt om at "tænke højt" (van Someren et al., 1994) under deres interaktion med opstillingen. Endvidere observerede jeg dem, og efter deres besøg i *Grotteekspedition* interviewede jeg dem. På denne måde fik jeg indblik i

hvilke fysiske aktiviteter de udførte, og hvilken måde de fortolkede deres aktiviteter i opstillingen på. Fordi de 16 gæster havde forholdsvis ensartede fortolkninger af opstillingen, konstruerede jeg en fælles *observeret prakseologi*.

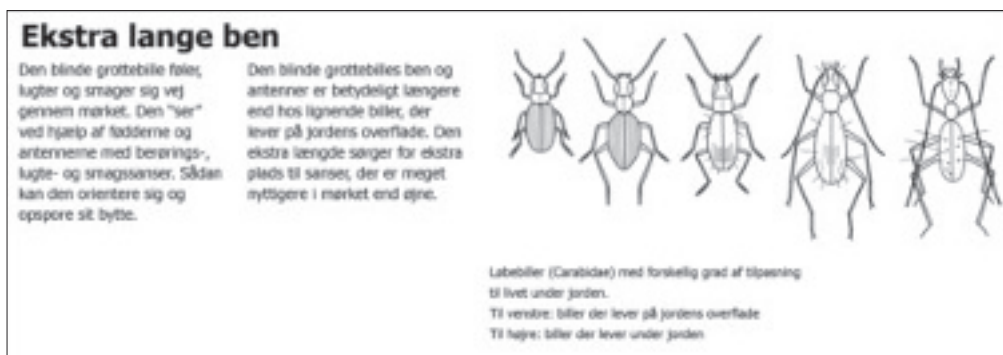
Sammenligningen af den intenderede og den observerede prakseologi afslørede at selvom gæsterne udførte de praktiske aktiviteter som var intenderet, fortolkede de ikke disse aktiviteter på den intenderede måde. Denne uoverensstemmelse, som altså fandt sted på fortolkningsniveau (figur 1C), bestod i at gæsterne fortolkede deres aktiviteter i opstillingen som de handlinger et menneske ville udføre i en grotte, snarere end de handlinger en grottebille ville udføre i sit habitat. I det større forskningsprojekt som denne beskrivelse er et uddrag af (Mortensen, 2010), redegør jeg for hvordan man kan imødekomme denne uoverensstemmelse i opstillingens design.

Opstillingen *Grotteekspedition* er en del af en større udstilling, *Xtrem Ekspedition*, der handler om dyrs tilpasninger til ekstreme miljøer. Udstillingen er udviklet af Experimentarium i Hellerup, Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen (KBIN) i Bruxelles og Naturalis i Leiden.

pågældende spørgsmål er tæt beslægtet med det oprindelige spørgsmål der producerede den pågældende viden, nemlig det forskningsspørgsmål som en biolog i en videnskabelig sammenhæng stillede sig selv: Hvordan kan to fjernt beslægtede dyr have en tæt morfologisk lighed? En af følgerne af anvendelsen af prakseologibegrebet i opstillingsdesign er således at den oprindelige forskningskontekst der producerede den givne viden, kan tjene som en skabelon for udformningen af en opstilling der har til formål at skabe eller genskabe den pågældende viden hos lærende (Brousseau, 2002).

Ifølge Brousseau skal de lærendes aktivitet ideelt set svare til den videnskabelige aktivitet. For at muliggøre en sådan aktivitet må de lærende præsenteres for situationer i hvilke de kan "leve", og hvori den intenderede viden udgør den optimale løsning eller det optimale svar på den stillede opgave (2000, s. 22). Prakseologibegrebet kan altså dels beskrive det miljø, de handlinger og de refleksioner der var forudsætninger for at en vis viden blev skabt i en forskningssammenhæng, dels udgøre en reference for de nødvendige forudsætninger for at den lærende kan genskabe den pågældende viden i en læringskontekst (se Barbé et al., 2005, for et eksempel). Yderligere støtte til denne idé findes andetsteds (Schauble, 2002; Bain & Ellenbogen, 2002).

Naturligvis er det ikke meningen at genskabe forskerens laboratorium i udstillingen og forvente at den besøgende genskaber forskningsresultaterne. Alene det at rekonstruere de fysiske rammer for forskerens praksis garanterer ikke at de lærende vil genskabe forskerens oplevelser (Bain & Ellenbogen, 2002). Derfor er udfordringen



Figur 4. Et eksempel på hvordan elementer fra en forskers prakseologi kan bruges som skabelon for et element i en opstilling. En insektforsker som undersøger forskningsspørgsmålet "Hvad er den blinde grottebilles tilpasninger til sit levested i permanent mørke grotter?", ville løse visse opgaver. En af disse opgaver ville være at identificere insektets tilpasninger som adaptive. Denne opgave kunne gennemføres ved hjælp af følgende teknik: at sammenligne grottebillens egenskaber med de egenskaber billens nærmeste slægtninge har, med henblik på at udelukke egenskaber der stammer fra fælles nedarvning. I en museumsopstilling kunne denne opgave og tilhørende teknik iscenesættes ved hjælp af det viste panel. Bemærk hvordan den besøgende kan udføre en modificeret version af forskerens teknik: Ved at sammenligne de mørketilpassede biller til højre med deres overjordiske slægtninge til venstre fremstår visse egenskaber som resultatet af en tilpasningsproces snarere end fælles afstamning (fx forlængede ben og antenner, hår på kroppen og manglende øjne). Gengivet med tilladelse fra *Experimentarium, KBIN og Naturalis*.

at udnytte forskerens prakseologi som en skabelon for en prakseologi for museums-gæster. Denne prakseologi kan så indarbejdes i en opstillings design. Et eksempel på hvordan en forskers praksis kan danne grundlag for et element i en opstilling, er givet i figur 4.

Det præsenterede designværktøj, prakseologimodellen, har potentiale til at optimere forholdet mellem den lærende og museumsopstillingen. Denne optimering kan ske enten gennem evaluering af eksisterende opstillinger i forhold til deres læringsmål eller ved dannelse af innovative idéer i designet af nye opstillinger. Den stærke sammenhæng prakseologibegrebet skaber mellem opstillingens egenskaber, gæstens handlinger og gæstens fortolkning, er afgørende i forhold til at forstå hvordan man kan lære på museer. Og selvom prakseologimodellen her blot er præsenteret som et forslag til hvordan museumsopstillinger kan analyseres eller designes, er der evidens

for at modellen anvendt i andre sammenhænge er i stand til at skabe forbindelse mellem miljø, handling og refleksion (fx Rodríguez et al., 2007; Barquero et al., 2007). I lyset af de seneste års mangel på studerende til de videregående naturvidenskabelige uddannelser kan museer være vigtige samfundsmæssige tiltag. Og dermed er det af afgørende vigtighed at styrke forskning der belyser museernes læringspotentialer (Lundgaard, 2010). Denne artikel er et bud på et sådant forskningsinitiativ.

Referencer

- Anderson, D., Lucas, K.B., Ginns, I.S. & Dierking, L.D. (2000). Development of knowledge about electricity and magnetism during a visit to a science museum and related post-visit activities. *Science Education*, 84, s. 658-679.
- Bain, R. & Ellenbogen, K.M. (2002). Placing objects within disciplinary perspectives: examples from history and science. I: S.G. Paris (red.), *Perspectives on object-centered learning in museums* (s. 153-169). Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Barbé, J., Bosch, M., Espinoza, L. & Gascón, J. (2005). Didactic restrictions on the teacher's practice: the case of limits of functions in Spanish high schools. *Educational Studies in Mathematics*, 59, s. 235-268.
- Barquero, B., Bosch, M. & Gascón, J. (2007). Using research and study courses for teaching modelling at university level. I: M. Bosch (red.), *Proceedings of the V Congress of the European Society for Research in Mathematics Education (CERME 5)* (s. 2050-2059). Barcelona.
- Boisvert, D.L. & Slez, B.J. (1995). The relationship between exhibit characteristics and learning-associated behaviors in a science museum discovery space. *Science Education*, 79(5), s. 503-518.
- Botelho, A. & Morais, A.M. (2006). Students-exhibits interaction at a science center. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(10), s. 987-1018.
- Bourg, A. (2006). Analyse comparative des notions de transposition didactique et de pratiques sociales de reference. Le choix d'un modèle en didactique de la musique? *Journal de Recherche en Education Musicale*, 5(1), s. 79-116.
- Brousseau, G. (2002). *Theory of didactical situations in mathematics*. New York: Kluwer Academic Publishers.
- Chevallard, Y. (1999). L'analyse de pratiques professorales dans la théorie anthropologique du didactique. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 19(2), s. 221-266.
- Chevallard, Y. (2007). Readjusting didactics to a changing epistemology. *European Educational Research Journal*, 6(2), s. 131-134.
- Clément, P. (2000). La recherche en didactique de la biologie [Research in the didactics of biology]. I: P. Clément, H.-R. Dahmani & F. Khammar (red.), *Didactique de la biologie. Recherches, innovations, formations* (s. 11-28). Blida, Algérie: Ecole Nationale Supérieure de l'Hydraulique.
- Falk, J.H. (1997). Testing a museum exhibition design assumption: effect of explicit labeling of exhibit clusters on visitor concept development. *Science Education*, 81(6), s. 679-687.

- Falk, J.H. & Dierking, L.D. (2000). *Learning from museums: visitor experiences and the making of meaning*. Walnut Creek, CA: Altamira Press.
- Falk, J.H. & Storksdieck, M. (2005). Using the contextual model of learning to understand visitor learning from a science center exhibition. *Science Education*, 89, s. 744-778.
- Feher, E. (1990). Interactive museum exhibits as tools for learning: explorations with light. *International Journal of Science Education*, 12(1), s. 35-49.
- Gilbert, J.K. (1995). Learning in museums: objects, models and text. *Journal of Education in Museums*, 16, s. 19-21.
- Hsi, S., Crowley, K., Duschl, R., Finke, C.L., King, H. & Sabelli, N. (2004, juni). *Models of learning and theories of practice for informal learning environments*. Paper presented at the 6th International Conference on Learning Sciences, Santa Monica, California, USA.
- Loomis, R.J. (1988). The countenance of visitor studies in the 1980's. I: S. Bitgood, J.T. Roper & A. Benefield (red.), *Theory, research, practice: Proceedings of the first annual Visitor Studies Conference* (s. 12-24).
- Lundgaard, I.B. (2010). *Museernes læringspotentialer – Kortlægning af museernes undervisningsaktiviteter til grundskoler og ungdomsuddannelser*. København: Kulturarvsstyrelsen.
- Mortensen, M.F. (2010). Analysis of the educational potential of a science museum learning environment: visitors' experience with and understanding of an immersion exhibit. *International Journal of Science Education*. iFirst.
- Nature (leder) (2010). Learning in the wild, 464, s. 813-814.
- Rodríguez, E., Bosch, M. & Gascón, J. (2007). An anthropological approach to metacognition: the "study and research courses". I: M. Bosch (red.), *Proceedings of the V Congress of the European Society for Research in Mathematics Education (CERME 5)*, Barcelona.
- Schauble, L. (2002). Cloaking objects in epistemological practices. I: S.G. Paris (red.), *Perspectives on object-centered learning in museums* (s. 235-241). Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Tetchueng, J.-L., Garlatti, S. & Laube, S. (2008). A context-aware learning system based on generic scenarios and the theory in didactic anthropology of knowledge. *International Journal of Computer & Applications* 5(1), s. 71-87.
- van Someren, M.W., Barnard, Y.F. & Sandberg, J.A.C. (1994). *The think aloud method: A practical guide to modelling cognitive processes*. London: Academic Press.

Abstract

Informal environments such as museums and science centres are important learning arenas, but research has yet to address the problem of how to optimise the relationship between the learning environment – the exhibition – and the learner. This paper suggests a design tool which addresses a problem known to occur in the meeting between exhibit and learner but which also provides a concrete method for developing an exhibit or exhibition in a museum context. The tool, developed from the notion of praxeology (Chevallard, 1999), may be used descriptively for the analysis of existing exhibits, or prescriptively in the design of new exhibits. These uses of the tool are illustrated in the paper.

Selv om de fleste dele af det didaktiske forskningsfelt er forholdsvis unge, er der adskillige klassikere, perler fra forskningens tidlige år som fortjener at være kendt af mange. Mona bringer derfor en gang imellem en sådan artikel af blivende værdi.

Monas klassiker

Forskningens rolle i forbedringer af matematikundervisning



Af Edward Griffith Begle, 1914-1978

Originaltitel: THE ROLE OF RESEARCH IN THE IMPROVEMENT OF MATHEMATICS EDUCATION. Artiklen er oversat fra engelsk af MONA-redaktionen.

Artiklen bringes med tilladelse fra Springer Science+Business Media. Den er udgivet i *Educational Studies in Mathematics*, vol. 2, nr. 2/3, Addresses of the First International Congress on Mathematical Education (december 1969), s. 232-244. Udgivet af: Springer Stable, www.jstor.org/stable/3482078.

Introduktion til artiklen

Af Mogens Niss, professor, IMFUFA, Roskilde Universitet.

Edward G. Begles artikel, som vi her bringer i dansk oversættelse, er en klassisk artikel i matematikkens didaktik. Artiklen er ofte omtalt i fremstillinger af den historiske udvikling af feltet. Ikke mindst den passus i slutningen af artiklen hvor Begle fremsætter sit credo – at større forbedringer i matematikundervisningen forudsætter at matematikkens didaktik må blive en eksperimentel videnskab på linje med fysik, kemi, biologi osv. – er jævnligt citeret i litteraturen.

Når artiklen er blevet en klassiker, er det fordi den er et af de første eksempler i nyere tid på at en aktiv matematikdidaktisk forsker leverer et overordnet bud på hvad matematikkens didaktik som forskningsområde aktuelt (dvs. i 1969) tilbyder og burde komme til at tilbyde. Artiklen er baseret på Begles plenumforedrag ved den første internationale matematikundervisningskongres, ICME-1, der blev afholdt i Lyon i 1969 i Hans Freudenthals "regeringstid" som præsident for den internationale matematikundervisningskommission, ICMI. Året før havde Freudenthal påbegyndt

udgivelsen af det første internationale matematikdidaktiske tidsskrift, *Educational Studies in Mathematics*, og det er i dette tidsskrifts anden årgang at artiklen blev offentliggjort.

Begles artikel fremstår på én gang meget nutidig og noget alderstegen. Nutidig fordi mange af de betragtninger og problemstillinger der tages op rundt omkring i artiklen, er lige så aktuelle i dag som i 1969. Det gælder fx når der spørges om hvorvidt alle elever skal beherske regneprocesserne så godt at de kan forstå hvad computere kan og ikke kan, og når Begle gang på gang fastslår at vores forestillinger om "selvfølgeligheder" i matematikundervisningen viser sig at være alt for forenkede og ikke sjældent rent ud forkerte. Han efterspørger derfor en mængde ny (grund)forskning til afklaring af hvordan det faktisk forholder sig på en lang række punkter. Alderstegen fordi artiklen udelukkende trækker på en kvantitativt orienteret forskningstradition hvor der efterspørges målbare effekter af dette og hint, og hvor metoderne derfor i alt væsentligt er komparativt statistiske, anvendt på større datasamlinger. Imidlertid omtaler Begle mod artiklens slutning nødvendigheden af mere dybtgående og mere detaljerede undersøgelser på mindre populationer som forudsætning for efterfølgende undersøgelser i større skala. Man kan næsten fornemme de første skridt hen imod de kvalitative undersøgelser i mindre skala der i dag dominerer den empirisk orienterede matematikdidaktiske forskning.

Til slut et par biografiske bemærkninger. Ed Begle (1914-1978) var uddannet som forskningsmatematiker med en ph.d.-grad i topologi fra Princeton. Efter ophold ved forskellige amerikanske universiteter (Michigan og Yale) blev han i 1961 professor ved Stanford University hvor han både blev knyttet til uddannelsesforskning og til matematik. Stanford blev derfor hjemmebasen for den i sin tid berømte *School Mathematics Study Group (SMSG)* der – etableret i 1958 med Begle som leder – var en hovedkraft i frembringelsen af den såkaldte nye matematik, *New Math*, et gennemgribende reformprogram der søgte at basere al matematikundervisning på mængdelære og abstrakte matematiske strukturer. Ud over for sit arbejde med SMSG og for den artikel vi bringer her, er Begle navnlig kendt for sit posthumt udgivne værk *Critical Variables in Mathematics Education: Findings from a Survey of the Empirical Literature* (1979) der rummer hans forsøg på at skabe et systematisk overblik over den tids empiriske forskningsresultater inden for matematikkens didaktik. Interessant nok blev kun to ph.d.-grader tildelt under Begles vejledning. Den ene blev erhvervet af den fremtrædende matematikdidaktiker Jeremy Kilpatrick som er *still going strong*.

De enorme ændringer i matematikundervisningen der er sket i det sidste tiår [forud for 1969, red.], er foregået parallelt med og er faktisk i høj grad formet af en lang række diskussioner om problemerne inden for matematikundervisningen. Jeg har ikke i

sinde at gennemgå substansen i disse mange diskussioner. I stedet vil jeg gerne gøre opmærksom på at disse diskussioner har drejet sig om et lille antal generelle kategorier af matematikdidaktiske spørgsmål. En af disse kategorier omfatter spørgsmål om endegyldige mål med matematikundervisningen. Spørgsmål som "Hvilke regnefærdigheder vil vi gerne have alle elever til at beherske?" eller "Skal alle elever forventes at kunne beherske regneprocessernes beskaffenhed så godt at de kan forstå hvad computere kan, og hvad de ikke kan?" er eksempler på spørgsmål i denne kategori. Det gælder i øvrigt at ethvert spørgsmål om hvorvidt et givent emne har en værdi i sig selv, ligger i denne kategori.

En anden kategori omhandler spørgsmål om prioriteringen og rækkefølgen af de forskellige emner i matematikpensum. Her placerer vi spørgsmål som med udgangspunkt i et givent matematisk emne spørger hvilke andre matematiske discipliner eleven skal kunne for at beherske dette emne. Et andet eksempel: Hvis der kendes to veje hen imod et bestemt matematisk emne, hvilken af disse er da den bedste eller mest effektive eller hurtigste?

En helt tredje kategori består af spørgsmål om pædagogiske tilgange. Her placerer jeg spørgsmål om effektiviteten af undersøgelsesbaseret undervisning, om værdien ved at bruge strukturerede materialer i regneundervisningen i de tidlige klasser, om værdien af elev-elev- kontra lærer-elev-diskussioner i klasserummet osv. Her placerer jeg også spørgsmål om karakter og omfang af uddannelsesprogrammer for matematiklærere.

Endelig er der den store kategori af spørgsmål om den matematiklærendes beskaffenhed og kapacitet. For eksempel "Kan alle elever lære rudimentær algebra [her nærmest: regnereglerne, red. anm.]? Kan alle elever lære divisionsalgoritmen? Er der elever der lærer bedst hvis matematikken præsenteres i geometrisk form, mens andre finder en symbolsk fremstilling mest effektiv?"

I løbet af det seneste tiårs diskussioner er der fundet svar på et stort antal af spørgsmålene i hver af disse kategorier, i mange tilfælde faktisk flere og sommetider indbyrdes modstridende svar.

Jeg har ikke i sinde at gennemgå disse mange spørgsmål og deres mange svar, ej heller agter jeg at give mine egne svar på nogen af dem. Jeg vil derimod gerne fremføre to grundlæggende pointer om spørgsmål og svar. Min første pointe er at svarene på næsten alle de stillede spørgsmål har et faktuel aspekt. Det er sandt at nogle få af de spørgsmål der kan stilles om målene med matematikundervisningen, kan besvares som rene værdiudsagn som vi nok kan være uenige om, men ikke argumentere rationelt for eller imod. Men de fleste spørgsmål kræver svar som foregiver at være faktuelle udsagn om virkelige elever, virkelige lærere og virkelige klasserumssituationer.

Min anden pointe er at det faktuelle aspekt er blevet voldsomt ignoreret i alle vores diskussioner, og at de fleste af de svar vi har fået, almindeligvis kun har ringe empirisk

berettigelse. Jeg tvivler på at mange af de svar vi har fået, er fuldstændig forkerte. Jeg tror snarere at svarene er alt for enkle, og at virkelige elevers matematiske opførsel og præstationer er meget mere komplekse end svarene vil have os til at tro.

Lad mig for at give disse bemærkninger et vist empirisk grundlag tage fat i et par specifikke spørgsmål. Som et eksempel på at den virkelige situation kan være betydelig mere indviklet end den man kunne have forventet, vil jeg beskrive et eksperiment der for nylig blev udført af en af mine kolleger, professor Jon Higgins, på Stanford Universitet [4]. Mange matematikere – og en endnu større andel af naturvidenskabsfolk – mener at naturvidenskab er en udmærket motivationsfaktor og kilde til nye idéer for matematik. Med det i tankerne tilrettelagde School Mathematics Study Group (SMSG) for nogle få år siden nogle korte tekster beregnet på klasseundervisning i så henseende. I kapitlet til 8. klassestrin som blev brugt i dette eksperiment, skal eleven udføre en række fysiske forsøg, foretage målinger og lave grafer over resultaterne. Denne eksperimentelle fase blev brugt til at introducere og motivere matematikken om lineære ligninger og deres grafer. Kapitlet tager ca. 4 uger for klassen at gennemgå.

29 8.-klasses-lærere deltog i eksperimentet og underviste hver især én klasse i emnet. Elevernes gennemsnitsalder var omkring 14, og klasserne var i snit på 33 elever. Der blev holdt fire forberedende møder med lærerne så de kunne blive bekendt med det forsøgsudstyr som eleverne skulle bruge.

Der blev afholdt en række test før undervisningen begyndte. I testmaterialet var der en kort ræsonnementsprøve, tre matematiktest af relevans for afsnittets matematikemne og 18 kortskalatest til måling af forskellige facetter af elevers holdning til matematik og andre skolefag. Efter at undervisningsforløbet var gennemført, blev de oprindelige test, bortset fra ræsonnementstesten, gennemført igen.

Afviselserne mellem før- og eftertest blev opgjort. Det viste sig at der var markant fremgang for de tre matematikprøvers vedkommende, og at der var signifikante ændringer på seks af holdningsskalaerne. I fem ud af seks tilfælde gik ændringerne i en negativ retning.

For at analysere disse holdningsændringer nærmere benyttede man en statistisk metode der kaldes hierarkisk grupperingsanalyse. Denne procedure tager udgangspunkt i profilen af holdningsændrings-scorer for hver enkelt elev og deler eleverne ind i grupper således at alle eleverne i hver gruppe har tættest sammenfaldende holdningsændringsprofiler, mens to vilkårlige elever fra to forskellige grupper har så forskellige profiler som muligt.

Ved denne statistiske fremgangsmåde blev der dannet otte grupper. (Hvis alle elevers holdninger havde ændret sig på samme måde, ville der naturligvis kun have været én gruppe). Dataanalysen viste at der ikke var én af lærerne der kunne tilskrives ansvaret for elevernes gruppeplacering, idet antallet af lærere der var repræsenteret i

en given gruppe – bortset fra den største af grupperne – var nogenlunde det samme som antallet af elever i den. Holdningsændringerne var åbenbart ikke afhængige af hvilken klasse en elev gik i.

Dette resultat illustrerer aldeles udmærket min påstand om at det udgangspunkt vi har fået for at forbedre matematikundervisningen, som regel har været overforenklet, og at virkeligheden som regel er mere kompleks.

Faktisk er disse resultater endnu mere komplekse end jeg hidtil har angivet. En variansanalyse viste at der dybest set ingen signifikante forskelle var på førtesten blandt syv af de otte gruppers scorer. (Den ottende gruppe omfattede elever som havde meget lave initialscorer på den holdningsskala hvor der var generel forbedring. Denne gruppe udviste kun ubetydelige ændringer på alle de andre skalaer). Det vil sige at de mange typer information fra førtest-pakken ikke gav nogen indsigt i de bagvedliggende grunde til disse forskellige mønstre af holdningsændringer, og at de ikke gav noget bud på hvordan vi måske kan influere på dem.

Lad mig nu vende mig mod et andet emne som jeg tror de fleste af os har meninger om, men som, trods styrken af disse meninger, mangler eller ligefrem er i modstrid med empiriske resultater.

Jeg vil tro at de fleste af os er ret sikre på at vi kan vurdere en bestemt lærers effektivitet efter at have siddet en halv times tid bagerst i lokalet og observeret læreren i sving. Jeg deler imidlertid ikke denne sikkerhed. Masser af undersøgelser af lærereffektivitet er blevet gennemført i USA (oversigten [1] er ganske illustrativ for disse undersøgelser). Et resultat er klart. En vurdering af lærereffektivitet foretaget af én slags person, for eksempel skoleledere, er ganske ukorreleret med vurderinger foretaget af andre, for eksempel lærerkolleger. Bedømmelser af lærereffektivitet er, uanset hvem der foretager dem, normalt ikke korreleret med målinger af elevers læring.

Ikke desto mindre er spørgsmålet om lærereffektivitet, problemet med at måle den og problemet med at forudsige den ekstremt vigtige. I ethvert uddannelsessystem tages der et enormt antal beslutninger som forudsætter kendskab til læreres effektivitet. Beslutningen om at optage en person på et læreruddannelsesforløb involverer, i det mindste implicit, en forudsigtelse af vedkommendes potentielle effektivitet som lærer. Beslutninger om ansættelse, forfremmelse eller fyring af lærere vil bl.a. være baseret på en vurdering af lærerens effektivitet. Beslutninger om ændringer i læreplaner bør til dels være baseret på information om effektiviteten af de lærere der skal være med til at gennemføre ændringerne.

Fordi dette spørgsmål er så vigtigt, indsamlede SMSG i forbindelse med en stor, langsgående undersøgelse af matematikpræstationer som startede i 1962 og løb i fem år, en betragtelig mængde information om et stort antal lærere. Vi er netop blevet færdige med at analysere en del af disse data i et forsøg på at finde ud af mere om lærereffektivitet.

Fordi vurderinger af lærereffektivitet har vist sig at være upålidelige, besluttede vi at måle lærereffektivitet udelukkende ved elevpræstationer. Selvfølgelig ville det ikke være nok at sige at denne lærer er mere effektiv end en anden lærer, hvis førstnævntes elever fik højere karakterer ved årets udgang. Det kunne jo være at den første lærers elever var bedre og/eller kunne mere af faget fra året før. Vores tilgang tog derfor hensyn til en række målinger ved årets begyndelse, både af generel ræsonnementsevne og af matematiske forudsætninger. Ved hjælp af regressionsanalyse beregnede vi hvilken kombination af initial-scoringer der bedst forudsagde en gennemsnitlig præstation på en bestemt test ved årets udgang, og kunne dermed tildele hver elev en beregnet score på denne test som tog hensyn til elevens udgangsposition. Forskellen mellem elevens faktiske score og den forventede viste hvor meget bedre (eller hvor meget dårligere hvis den var negativ) hans præstation var i forhold til en gennemsnitsbetragtning. Gennemsnittet af alle disse differencer blev anvendt som et udtryk for effektiviteten af denne klasses lærer.

Disse beregninger blev faktisk foretaget for en række forskellige grupper af lærere. Vi havde en gruppe af 4.-klasses-lærere som benyttede hvad vi opfattede som moderne lærebøger, og en anden gruppe som brugte hvad vi ville kalde traditionelle lærebøger. Der var tilsvarende grupperinger af lærere i 7. og i 10. klasse. Vi opdeltede også lærerne efter køn og undersøgte hvert køn for sig. I visse tilfælde mente vi det var rimeligt at undersøge drenge- og pigelever for sig. Endelig brugte vi to forskellige målinger ved årets udgang, den første af evnen til talbehandling, den anden af begrebsforståelse. Der blev således beregnet to forskellige effektivitetsindekser for hver lærer.

De resultater som vi opnåede, var, i hvert fald for mig, nedslående. Der var signifikante og i de fleste tilfælde temmelig store udsving i lærereffektivitet. Men disse udsving i lærereffektivitet var tilsyneladende ikke korreleret til noget som helst andet vi vidste om lærerne. Vi havde samlet betydelige mængder oplysninger i to kategorier om lærerne. Den første kategori bestod af faktuelle oplysninger såsom alder, køn, undervisningsanciennitet, uddannelse ud over minimumskravene, aktuel efteruddannelse osv. Vi var overbeviste om at en lærers personlighed og indstilling til lærergerningen, til faget matematik eller til eleverne kunne have indflydelse på elevernes præstationer. Den anden kategori var udledt af et langt spørgeskema som gav os information om lærernes holdninger og personlighedsvariable.

En regressionsanalyse viste at denne betragtelige mængde information om lærerne på ingen måde kunne tages til indtægt for mere end en brøkdel af udsvingene i effektivitetsscorerne, i de fleste tilfælde under 10 %.

Netop spørgsmålet om lærereffektivitet er noget mange synes at de ved ret meget om. Min gennemgang af forskningslitteraturen og af vores egen analyse overbeviser mig om at denne viden ret beset er temmelig upålidelig. At denne situation i øvrigt

ikke er speciel for USA, fremgår klart af kapitel 6 i bind 2 af rapporten International Study of Achievement in Mathematics [7].

Lad mig, som et sidste eksempel, berette om nogle nye empiriske resultater som kaster tvivl over noget der hidtil har været et universelt dogme. Næmlig troen på at matematiske evner, i lighed med intelligens, ikke er jævnt fordelt blandt individer, men at visse individer har høje matematiske evner, mens andre har ringe matematiske evner, og resten ligger et eller andet sted indimellem. Faktisk tror vi at i hvilken som helst naturlig population af rimelig størrelse svarer fordelingen af matematiske evner nogenlunde til en normalfordeling. Vi går også ud fra at elever med ringe matematiske evner ikke kan lære lige så meget matematik eller lære det i samme omfang som dem der har høje matematiske evner.

De fleste af vores skoleprogrammer er baseret på denne antagelse. De er struktureret således at de, på et eller andet passende trin, kan frasortere dem der indtil videre har klaret sig dårligt i matematik og dermed har udvist lave matematiske evner. Disse elever placeres så i forløb som er mindre krævende matematisk eller slet ikke fordrer nogen matematik.

For nogle få år siden foreslog den fremtrædende psykolog og underviser John Carroll en anden måde at anskue boglige evner på i almindelighed og dermed matematiske evner i særdeleshed [2]. Han fremsatte den hypotese at alle, eller næsten alle, elever kunne bringes op på det samme niveau i et vilkårligt bogligt emne, men at den mængde undervisning der var nødvendig for at tilvejebringe dette niveau, varierede fra elev til elev. På nogenlunde samme tidspunkt hvor Carroll fremsatte sin hypotese, var SMSG i gang med at organisere et eksperiment som viste sig at underbygge denne formodning. Eksperimentet involverede to eksperimentgrupper og to kontrolgrupper af elever. Første eksperimentgruppe bestod af elever der skulle i 7. klasse (altså 12-13-årige), og som befandt sig i 25-50-%-kvartilen i evner, både som målt i en standard-intelligenstest og i en standard-matematiktest. Den anden eksperimentgruppe bestod af elever i samme kvartil, men som skulle i 9. klasse. Kontrolgrupperne som blev udvalgt et år senere, bestod af elever ved indgangen til hhv. 7. og 9. klasse som befandt sig i 50-75-%-kvartilen.

Både eksperiment- og kontrolgrupperne fulgte i 7. klasse samme matematikforløb og brugte samme lærebog, en bog til 7. klasse udarbejdet af SMSG. Tilsvarende fulgte de to 9.-klasses-grupper samme matematikforløb og brugte samme SMSG-algebra-lærebog.

Forskellen lå i at eksperimentgrupperne fik to skoleår til at gennemgå det stof som kontrolgrupperne brugte det sædvanlige ene år på. En samling test blev afholdt ved eksperimentets afslutning. Analysen af testresultaterne viste at 7.-klasses-eksperimentgruppen gjorde det næsten, men ikke helt, så godt som kontrolgruppen. En kovariansanalyse der brugte scorer fra et antal førtest, gav en stærk indikation af at

eksperimenteleverne havde lært betydelig mere på de to år end de ville have lært på ét. På 9.-klasses-niveauet var resultatet omvendt. Eksperimenteleverne scorede højere end kontrolgruppen i udgangstestene.

Her er altså et tilfælde hvor elever med evner under gennemsnittet var i stand til at nå nogenlunde det samme niveau som elever med evner over gennemsnittet som resultat af en forøgelse af den mængde undervisning de modtog.

Tidligere på året gennemførte jeg et lignende eksperiment, omend meget mindre både med hensyn til antal deltagende elever og varighed. Eleverne var halvvejs gennem 4. klasse. Et meget lille matematikemne, fuldstændig nyt for eleverne, blev anvendt, og der blev undervist i det i én, to eller tre dage. I de længerevarende undervisningsforløb blev der ikke introduceret nye idéer, men der var sat tid af til større variation i illustrationerne af de indførte idéer og til elevdiskussioner og -spørgsmål end i de kortere forløb.

På grundlag af en test af den aritmetiske ræsonneringsevne blev eleverne grupperet i tre evneniveauer – lavt, middel og højt. Gennemsnitsscorerne i en eftertest var ikke signifikant forskellige i nogen af de tre diagonaler gående fra nederste venstre mod øverste højre hjørne.

Tabel 1

Evneniveauer	1 dag	2 dage	3 dage
Lavt			
Middel			
Højt			

Dette er altså endnu et eksempel på at elever med svagere evner nåede det samme præstationsniveau som elever med bedre evner når de fik mere undervisning i emnet.

Selvom disse to undersøgelser har temmelig begrænset rækkevidde, sår de dog tilsammen tvivl om den grundtro der er rodfæstet i vores uddannelsessystemer.

Jeg kunne sagtens fortsætte med flere beskrivelser af empiriske resultater, men jeg tror jeg har givet Dem nok. Jeg har muligvis ikke overbevist Dem, men jeg tror at De kan se hvorfor jeg er overbevist om at mange af de vejvisere vi følger i bestræbelserne på at forbedre matematikundervisningen, er af tvivlsom værdi, og at de svar vi har fået på vores fundamentale spørgsmål om matematikundervisning almindeligvis ikke er pålidelige.

Hvorfor befinder vi os i denne ulykkelige situation?

I de debatter der har ført til anbefalinger af ændringer i emnelister eller i pædagogisk tilgang, har jeg kun været i stand til at identificere ganske få logiske fejl. Jeg ser mig nødsaget til at konkludere at de antagelser som var starten på disse argumenter, må have været fejlbehæftede. De stærke meninger som vi alle sammen har om hvordan børn lærer matematik, og hvordan lærere bør undervise, er ofte forkerte og næsten helt sikkert for snævre.

Vi har ikke erkendt at ingen af os igennem vores almindelige gøremål har været i stand til at oparbejde den brede viden om matematikundervisning som vi har behov for. Matematiklæreren med mange års erfaring ved ganske meget om hvordan elever lærer matematik og laver matematik i hans/hendes klasseværelse. Men det fortæller os tilsyneladende ret lidt om hvad der foregår i lokalet inde ved siden af. Forskningsmatematikeren var sandsynligvis atypisk da han/hun gik i skole, og har sikkert under alle omstændigheder glemt det meste af hvad der foregik i timerne. Matematikdidaktikere har dels indtil for nylig været afskåret fra mainstream-matematik og dels været afskåret fra at organisere den slags empiriske undersøgelser der skal til for at tilvejebringe brugbare oplysninger. Selv vores kolleger inden for psykologi med en hovedinteresse i hvordan mennesker lærer, har i det væsentlige beskæftiget sig med hvordan folk lærer ting der er irrelevante for matematik.

Vores kardinalfejl inden for matematikuddannelse har været den manglende erkendelse af at vi ikke besidder de værktøjer der er nødvendige for virkelig at skabe forbedringer af matematikundervisningen, og at det ikke er sandsynligt at vi gennem vores normale gøremål som undervisere og matematikere bliver udstyret med disse værktøjer.

Lad mig ile med at sige at jeg ikke tror at denne fejltagelse har haft katastrofale følger. Tværtimod er jeg sikker på at selvom de pejlemærker vi har fulgt, og de værktøjer vi har brugt i vores bestræbelser over det sidste tiår på at forbedre matematikundervisningen, er af tvivlsom validitet, så har vi bevæget os i den rigtige retning og har opnået positive resultater. Vi har alle sammen fået masser af anekdotisk evidens både fra elever og lærere for at det vi har gjort, har været godt. Jeg må sige at vi er vældig glade for de resultater vi har opnået i analysen af de data der blev indsamlet i vores langsgående undersøgelse [9]. Den matematik der er dækket i SMSG's lærebøger, ser ud til at give bedre forståelse af matematik og bedre evner til at analysere og løse opgaver end det er tilfældet med de mere klassiske lærebøger. Den tid og de anstrengelser vi har lagt i reformarbejdet i det sidste tiår, har ikke været spildt.

Ikke desto mindre kan vi ikke stoppe nu. Yderligere forbedringer er væsentlige. Vores børn kommer til at leve i en stedse mere kompliceret og mere kvantificeret verden end den vi har i dag. De har brug for bedre matematikforløb end de får nu. Vi har stadig mange vanskelige problemer at løse før vi kan gøre yderligere fremskridt.

Faktisk tror jeg at vi hidtil kun har taget hul på de letteste af matematikundervisningens problemer.

Lad mig gennemgå nogle få af disse problemer for at illustrere hvor stor den forstående opgave er. En stor del af en matematiklærers hverv er at udvikle en lang række matematiske begreber i elevernes bevidsthed. Vi kender til mange måder at gøre det på, lige fra lige ud ad landevejen-beskrivelser til helt åbne undersøgelsesmåder. Både antallet og forskelligartetheden af eksemplariske (og ikke-eksemplariske) udgaver af et begreb kan varieres. Forbindelserne mellem et begreb og andre mere velkendte begreber kan fremhæves eller ignoreres.

Der har været mange eksperimentelle undersøgelser af alt dette. ([8] giver et udmærket overblik over undersøgelsesbaseret undervisning. [3] er en nyttig bibliografi over læring af begreber). Desværre er disse undersøgelseres konklusioner så forskellige at der ikke kan udledes noget klart mønster. Det vil vare længe før vi kan sige at for netop denne elev og netop denne lærer er den bedste pædagogiske tilgang sådan og sådan. Men problemet er så vigtigt at vedholdende undersøgelser over en bred front er uomgængelige.

Et nært beslægtet problem drejer sig om formelle ræsonnementer. Det meste af den matematik der undervises i på universiteterne, behandles givetvis på formel deduktiv, endog aksiomatisk, vis. Og lige så klart er det at formelle ræsonnementer ikke spiller nogen rolle i folkeskolens første år. Hvordan skal overgangen gribes an?

Som et relevant tilfælde vil jeg nævne multiplikation af negative tal. Hvordan skal dette introduceres? Skal man trække på strukturegenskaber ved ikke-negative tal? Eller er det bedst at starte med en stribe konkrete situationer? Der har været masser af debat om dette, og mange forskellige tilgange er blevet prøvet. Uheldigvis er der ikke blevet udskilt tilstrækkelig megen empirisk information fra alle disse forsøg til at vi har nogen ledetråd her.

Færdighed i talbehandling er et emne der ligger mange på hjerte. Det forekommer klart at alle elever skal opnå et vist færdighedsniveau, men hvilket? Foreløbige resultater fra nogle af vores igangværende analyser antyder at dette niveau ligger lavere end det hidtil accepterede.

Men selv når dette problem er løst, opstår problemet med hvordan man bedst kan nå det passende niveau. Der er dem der påstår at et tilstrækkeligt færdighedsniveau kan nås undervejs gennem en række omhyggeligt valgte opgaver eller ved at være med i visse matematiske spil og lege. På den anden side er andre overbeviste om at en vis mængde omhyggeligt tilrettelagte regneøvelser er nødvendige. Der er tilsyneladende endnu kun meget lidt empirisk evidens som illustrerer dette problem, og så længe vi ikke har det, er vi forhindret i at tilrettelægge bedre læreplaner.

Jeg har allerede nævnt den mulighed at alle, eller næsten alle, elever kan lære lige meget matematik, men at den tid og undervisningsindsats der er nødvendig for at

opnå det, varierer fra elev til elev. Jeg refererede til en smule empirisk information som underbygger dette. Men hele vores uddannelsessystem antager at det modsatte er tilfældet. En mere vidtgående undersøgelse af problemet synes påkrævet.

Jeg har allerede påpeget at vi har meget lidt sikker viden om hvad der skaber en effektiv lærer. Indtil vi ved meget mere, vil vi bare famle rundt når vi prøver at forbedre vores læreruddannelser, og afprøve innovative tiltag på tilfældig måde. Chancerne for at ramme rigtigt, altså opnå en reel forbedring, er mikroskopisk små.

Lad mig afslutte dette udvalg af problemer om matematikundervisning med ét som matematikdidaktikere endnu ikke har hæftet sig meget ved, nemlig de kulturelle indvirkninger på matematiklæring og matematikudbytte. Dette er et emne som er genstand for stor opmærksomhed her i landet for tiden. USA er kulturelt heterogent i den forstand at vi har adskillige store minoritetsgrupper, hver især forholdsvis homogene kulturelt set, men indbyrdes ganske forskellige. Eksempler er de amerikanske indianere, en stor befolkningsgruppe af mexicansk oprindelse, den sorte befolkningsgruppe, en stor gruppe immigranter fra Puerto Rico osv. Uden tvivl kan flertalsgruppen i USA inddeles i en række relativt homogene, men ganske forskellige kulturelle undergrupper.

Det spørgsmål der opstår, er hvilken indvirkning en elevs kulturmæssige baggrund har på vedkommendes evne til at lære og udføre matematik. Et beslægtet spørgsmål er om pædagogiske tilgange der er effektive i én kultur, er lige så effektive i en anden. Og det er ikke dumme spørgsmål. Lad mig citere et ekstremt tilfælde. For indbyggere i Nepal er glosen "naturlov" meningsløs [4]. For dem styres naturen af guder, ånder og djævlé. Er det muligt at undervise nepalesiske elever i naturvidenskab? Hvis det er, skal det så gøres på samme måde som vi underviser elever i Palo Alto, Californien? Eller måske lige så vigtigt: Hvis man kan undervise nepalesiske børn i naturvidenskabens grundbegreber, hvilken virkning har det da på dem at antage en synsvinkel på naturen som i bund og grund er i konflikt med deres kultur?

Praktisk taget kendes der intet til dette væsentlige problem. For den sags skyld er problemet ikke specielt for USA. Mange lande beder ikke bare USA, men også andre velstående lande om assistance til at forbedre deres matematikundervisning. Efter at have set på et række forsøg på at imødekomme sådanne anmodninger er jeg overbevist om at manglen på undersøgelser af det kulturelle miljø forud for de foreslåede reformer ofte har resulteret i et alvorligt spild af tid, anstrengelser og penge.

Der er næppe grund til at fortsætte med denne liste. Jeg stoler på at jeg har overbevist dem der er optaget af at forbedre matematikundervisning, om at vi står over for mange alvorlige problemer. Jeg stoler på at De også er overbevist om at fremskridt mod en løsning af disse spørgsmål kun kan komme fra omhyggelig empirisk forskning. Lad mig derfor slutte af med nogle bemærkninger om karakteren af den empiriske forskning i matematikdidaktik.

Jeg ser kun ringe håb om yderligere store forbedringer i matematikundervisningen indtil vi har lavet matematikdidaktik om til en eksperimentel videnskab, indtil vi opgiver vores afhængighed af filosofisk debat baseret på tvivlsomme antagelser og i stedet for følger et omhyggeligt korreleret mønster af observation og overvejelse, det mønster der så succesfyldt benyttes af fysikere og naturfagsfolk.

Vi er nødt til at følge de tilgange der benyttes af vores kolleger inden for fysik, kemi, biologi osv., for at opbygge en teori om matematikdidaktik (lad mig understrege at jeg taler om videnskabsfolk, ikke didaktikere (science educators) – naturfagsdidaktik er ikke i en bedre position end matematikdidaktik). Vi er nødt til at starte med omfattende, omhyggelige empiriske iagttagelser af matematikundervisning og -læring. Alle regelmæssigheder der kan iagttages, vil føre til formuleringer af hypoteser. Disse hypoteser kan så efterprøves med yderligere observationer, forfines og skærpes og så fremdeles. At nedvurdere enten de empiriske observationer eller teorien ville være dumt. De skal sammenholdes hele tiden.

De fleste af de empiriske studier jeg nævnte før, involverede et ret stort antal elever og lærere. Men det er ikke hensigten at give det indtryk at empiriske undersøgelser altid skal involvere et stort antal. Ved at begrænse størrelsen af den udforskede population kan man sommetider gennemføre et meget grundigere og mere detaljeret studie end det man kan lave med de papir og blyant-agtige værktøjer som må tages i brug når der er tale om store antal. Naturligvis skal de hypoteser der kommer ud af sådanne intensive studier, behandles som ret foreløbige og efterprøves på et bredere udvalg af elever og lærere.

Denne type kliniske undersøgelser har været bredt benyttet af vores kolleger i Sovjetunionen. Både deres tilgange og deres observationer har vist sig at være yderst interessante, og vi er nu travlt beskæftiget med at oversætte en stor del af den nyere russiske litteratur inden for matematikdidaktik [10] til engelsk. De af Dem der ikke er bekendt med denne litteratur, bør notere Dem at den er et omhyggeligt studium værd.

På den anden side bør vi notere os at i en vis forstand er fysikerens opgave meget lettere end vores (igen taler jeg om fysikeren, ikke fysikunderviseren). Han har bare et lille antal partikler at studere, og den ene og den anden elektron er helt ens, den ene og den anden proton er helt ens, ligesom den ene og den anden neutron er det. Biologens opgave er noget mere kompliceret. Ikke to blomster på æbletræet om foråret er helt ens. Og de springer ikke alle sammen ud samtidig eller i samme tempo. Ikke desto mindre er blomsterne tilstrækkelig ens til at generaliseringer kan foretages, og hypoteser undersøges på samme træ eller på et andet træ næste forår.

Vores opgave er betydeligt mere kompliceret da et barns bevidsthed er så meget mere kompleks end en æbleblomst, og den variation man kan finde inden for et enkelt klasseværelse, er betydeligt mere kompliceret end den man finder på et enkelt æbletræ.

Dette peger på behovet for at gennemføre mange, omend ikke nødvendigvis alle, af vores observationer på grupper af elever og lærere som er store nok til at omfatte et bredt udsnit af værdier af de relevante variable. Disse antal behøver formentlig ikke at være så store som dem vi har haft i vore SMSG-undersøgelser, fordi selv vores foreløbige analyser tilsyneladende viser at et betragteligt antal potentielt relevante variable alligevel ikke var relevante. Ikke desto mindre ville vi hvis vi indskrænkede os til småskala-observationer, have været nødt til at ofre det generelle i teorierne.

Og nu er jeg færdig med at sige hvad jeg ville sige. Jeg har for det første pointeret at studiet af matematikdidaktik skal gøres mere videnskabeligt, og for det andet at vejen frem allerede er blevet udpeget af vores naturvidenskabelige kolleger. Vi starter langt efter dem. Vi befinder os nu der hvor de var for flere årtier, ja århundreder siden. Men deres succes lover godt for vores fremtidige succes. Jeg håber mine argumenter har været overbevisende, for jeg er sikker på at kun ved at blive mere videnskabelige kan vi nå det humanistiske mål at forbedre uddannelsen af vores børn og af alles børn.

Stanford University

Referencer

- [1] Barr, A.S. (red.). (1961). *Wisconsin Studies of the Measurement and Prediction of Teacher Effectiveness*. Madison, Wisconsin: Dembar Publications, Inc.
- [2] Carroll, J. (1963). A Model for School Learning. *Teachers College Record*, 64, s. 723-733.
- [3] Center for Cognitive Learning. (1969). *Concept Learning: A Bibliography, 1950-67*. University of Wisconsin: Technical Report nr. 82.
- [4] Dart, F.E. & Pradhan, P.L. (1967). Cross-Cultural Reaching of Science. *Science*, 135, s. 649-656.
- [5] Herriot, S.T. (1967). *The Slow Learner Project: The Secondary School "Slow Learner" in Mathematics*. SMSG Report nr. 5. Stanford: School Mathematics Study Group.
- [6] Higgins, J. (under udgivelse). *The Mathematics Through Science Study: Attitude Changes in a Mathematics Laboratory*. Stanford University, Stanford, Californien: SMSG Report No. 8. [Publiceret i *Journal for Research in Mathematics Education*, 1970(1), s. 43-56].
- [7] Husén, Torsten (red.). (1967). *International Study of Achievement in Mathematics*. Stockholm: Almqvist and Wiksell.
- [8] Shulman, L.S. & Keislar, E.R. (red.). (1966). *Learning By Discovery. A Critical Appraisal*. Chicago: Rand McNally and Co.
- [9] Wilson, J.W., Cahen, L.S. & Begle, E.G. (red.). (1968-1969). *NLSMA Reports*. Numbers 1-18. Stanford: School Mathematics Study Group.
- [10] Wirszup, I. & Kilpatrick, J. (red.). (1969). *Soviet Studies in the Psychology of Learning and Teaching Mathematics*. Vols 1 and 2. Stanford University: School Mathematics Study Group and University of Chicago.

Kommentarer

I denne sektion bringes kommentarer til tidligere bragte artikler. Kommentarerne skal være saglige, samt fagligt og analytisk funderede. Kontakt gerne redaktionen forinden indsendelse af kommentar. Indsendte kommentarer vurderes af redaktionen og er ikke genstand for peer-review.

Kompetencer i skolen – og udenfor



Jens Christian Jacobsen, UCC

– En kommentar til “Kompetencemål i praksis – foranalysen bag projektet KOMPIS”, MONA, 2010(3)

Jeg har haft en del problemer med at læse “Kompetencemål i praksis – foranalysen bag projektet KOMPIS” af Højgaard, Bundgaard, Sølberg & Elmose. Artiklen er indforstået skrevet og vanskelig tilgængelig for folk der som jeg kommer med andre faglige traditioner. Efter en del gennemlæsninger mener jeg at have fattet budskabet, eller rettere budskaberne. Dem er der flere af, og de er bestemt ikke uinteressante.

Jeg synes overordnet at den fremstillede didaktikmodellering som flerfaglighedsmodel er relevant som tiltrængt tilskud til en hensygnende grundskoledidaktisk diskussion blandt lærere og forskere. Jeg er skeptisk over for modellens rækkevidde (formål – mål) og savner i tilknytning hertil en redegørelse for progressionen i kompetenceudviklingen i skolen. Jeg foreslår at indtænke transfer- og portability-begreberne som efter min mening kan dynamisere et flerfagligt kompetenceperspektiv. Endelig har jeg svært ved at se en fælles opfattelse af kompetencer, modellering og situationer bag de tre fag der leverer undervisningspraksis til artiklen. Det bliver ikke helt nemt at opstille “tværgående perspektiver” (s. 21) som en del af forskningsperspektivet i projektet.

Artiklen beskriver hvordan faglige kompetencebeskrivelser kan udgøre et grundlag for en ny undervisningspraksis i grundskolen. Inspirationen er tydeligst fra Mogens Niss m. fl.s matematiske “modellering” som er beskrevet i KOM-projektet (2000-2002), og i artiklen nævnes flere andre inspirationer, blandt andet fra DeSeCo, Per Schultz Jørgensen og andre.

Der er ikke tvivl om at forfatterne – selvom det ikke nævnes direkte – ser det beskrevne forsknings- og udviklingsprojekt KOMPIS i forlængelse af nogle historiske positioner i forskning i kompetencebegrebet i uddannelse og undervisning. En af forfatterne har andetsteds (Højgaard Jensen, 2009) beskrevet denne udvikling. Den går fra a) indsigtfuld parathed over b) indsigtfuld parathed til at leve op til bestemte

faglige (matematiske) udfordringer i en given situation. Jeg ser KOMPIS-projektet som det tredje trin i udviklingen af fagkompetencer, og her kan opfattelsen af kompetencer beskrives som et sæt af grundlæggende (matematiske) kompetencer der uafhængigt af disse kompetencers oprindelse i matematikken kan udspændes over andre dimensioner og andre fag. Det vil så være punkt c i udviklingen. Forfatterne opfatter kompetenceudviklingen i skolen som noget der begynder med en uspecifik kvalificering som udvikler sig til fagspecifikke kompetencer, og som ender med flerfaglige kompetencer. Kompetencernes historiske udvikling gælder formodentlig ikke kun for grundskolen (folkeskolen), men også for gymnasiet? Denne udlægning af teksten er rimelig, for det fremgår at den didaktiske modelleringsfigur (s. 11) er identisk med den matematiske modelleringsfigur (Højgaard Jensen, op.cit.). Det må i mit hoved betyde at den matematiske fagkompetencetænkning – punkt b i udviklingen – afløses af en flerfaglig kompetencetænkning der dækker alle skolens fag.

Forfatterne nævner den klassiske, men kunstige modsætning mellem at "leve op til" formålsbestemmelser i fagene og uddannelsen og så lærerens daglige arbejde med at nå fagmålene. Ifølge en tidlig, fagretlig afgørelse i Danmarks Lærerforening, der i sin tid blev tiltrådt af undervisningsministeriet, kan en lærer ikke begrunde undervisningens indhold ved at henvise til fagets endsige til uddannelsens formål, men skal udelukkende arbejde efter at opfylde de gældende fagmål. Så måske forsøger forfatterne at slå åbne døre ind når de problematiserer forholdet mellem formål og fagmål. Først afskrives det de kalder "holistiske" formålsorienteringer (DeSeCo, Schultz Jørgensen), til fordel for de faglige kompetencemål. Men så hævder de at deres flerfaglige model alligevel omfatter både for- og fagmål i undervisningen.

Men det er ikke og har aldrig været meningen, i hvert fald ikke i folkeskolen, at faglæreren gennem en slags additivt regnskab kan stille sig selv spørgsmålet ved slutningen af fagundervisningen: Har jeg så levet op til formålsbestemmelserne – eller mangler jeg at opfylde nogle af fagmålene? På den måde hænger fagmål og formål ikke sammen; faktisk er forbindelsen ganske uklar og vanskelig at indarbejde i en og samme undervisningspraksis.

Formålsbestemmelser er komplementært diskursive, det vil sige at formålet indeholder både et faglighedssigte og en dannelsesorientering der tilsammen giver et billede af den borger som landets uddannelser sigter mod at skabe. Altså en rammesætning og en retningsangivelse for etiske og politiske kundskabsorienteringer.

Disse intentioner i didaktikken fravælger forfatterne at inddrage. Det er i overensstemmelse med fagkompetencetænkningen i den tredimensionelle kassemodel på side 14. Jeg er dog ikke sikker på at fravalget er særlig hensigtsmæssigt. Derom længere fremme.

Som praktisk refleksionsmodel for læreren antages en tredimensionel model at kunne bygge bro mellem formål og fagmål. Modellen består af situationer hvor fag-

kompetencerne kan foldes ud gennem elevhandlinger hvor de anvender relevante begreber så situationerne begribes mens de leves. Grundlæggende en sympatisk tankegang. Forfatternes didaktikforståelse er hverken rent teoretisk eller praktisk/empirisk. De ser faget som et konstruktivt område hvor lærerne i et "professionelt fællesskab" søger efter løsninger på faglige udfordringer der opstår undervejs i undervisningen.

I modellen forekommer ordet situationer, der nogle steder i artiklen opfattes som (næsten) lig problemstillinger, men danskgruppen i artiklen (s. 17) opfatter situationer som livssituationer. Det er en opfattelse der ligger tæt op ad kompetenceopfattelsen hos DeSeCo og hos Schultz Jørgensen. Var det ikke netop deres opfattelse der blev afskrevet som holistisk tidligere i artiklen?

Modellen forestilles at kunne indtænkes i et ubestemt antal "situationer" hvor eleven folder fagkompetencen ud. Gælder det kun inden for skolens mure, eller inddrages også situationer "efter skoletid" hvor eleven så realiserer fagets formål gennem sin evne til selv at modellere sit liv (fag?)konstruktivt så han eller hun derved træder i karakter som kommende borger? Jeg læser artiklen som om forfatterne mener både-og, men jeg er ikke sikker. I så fald er modelleringskompetencen både fag- og skoleoverskridende. Hvis det er rigtigt, bruges kompetencemodellen som en flerfaglig dannelsesmodel der gennem fagene kan fagliggøre og af-fagliggøre (afmatematisere) situationer hvor det skønnes relevant. I skolen og efter skoletid.

Men hvordan man så kommer fra de fagligt definerede situationer i undervisningen til livssituationerne i tilværelsen, fortæller artiklen ikke noget om. Er der så alligevel en additionstænkning bag forfatternes kompetencetænkning? At formålene realiseres når fagmålene gradvis nås? At eleven er uddannet hvis læreren har nået sine mål?

For nogle år siden skrev filosofen Per Aage Brandt (Brandt, 1995) at erkendelsen har to dimensioner uanset genstand og metode: På den ene side iagttagelser gjort på et bestemt område der formaliseres (begrebsliggøres) ved logisk bearbejdning og modelleres ud fra matematiske regler, og på den anden side en komparativ dimension hvor en formalisering på ét område sammenlignes med en formalisering på et andet område. Fagene i skolen kan sammenlignes gennem den didaktiske modellering som forfatterne lægger op til. Fag er sådanne formaliseringer. Det kniber mere med at inddrage og sammenligne forhold uden for skolen – livssituationerne – der er af en anden karakter end fag og undervisning. Her er der ikke tale om at sammenligne tilsvarende forhold. Livssituationer er ikke formaliserbare, og hvis den didaktiske modellering er tænkt at kunne omfatte tilværelsens og uddannelsens formål i og med at fagenes mål nås, er den utilstrækkelig. Der mangler en beskrivelse af overgange mellem uddannelser og hverdagslivet (Leth Andersen et al., 2009). Modelleringen kunne med fordel inddrage transfer og portability som en forklaring på hvordan begreber og kompetencer i én situation kan transfereres til andre situationer (transfer) og "fø-

res ud i livet” som kompetencer (portability) der kan begribe tilværelsen (Kelly et al., 2004; Bransford et al., 2000). En anden mulighed er at antage at situationer besidder en generaliserbarhed så der kan arbejdes med eksemplariske situationer, såkaldte “exemplars” (Mishler, 1990). Det ville endvidere lette evaluering på tværs af fagene.

Det altoverskyggende problem med kompetencer i uddannelser uanset niveau eller system er at kompetencetænkningen kommer fra kursusøkonomien (Williamson, 1999) og derfor ikke uden videre kan indpasses i fagdiskurser og skolepædagogisk forskning. Vælger man alligevel at indtænke kompetencer i skolen, er man nødt til at gøre sig overvejelser over hvem der skal lære fag for at kunne hvad hvornår. Kompetencen er ikke beskrevet i og med at det slås fast hvad der skal kunnes i givne situationer i skolen. Det argumenterer artiklen overbevisende for. Der mangler så hvem der skal kunne, og hvornår. Det kunne en resterende del af forskningsprojektet handle om.

Referencer

- Bransford, J.D. et al. (2000). *How People Learn: Brain, Mind, Experience, and School*. Washington, D.C.: National Academy Press.
- Brandt, P.Aa. (1995). Om dannelsens væsen. I: J.C. Jacobsen (red.), *Spor – en antologi om almen- dannelse* (s. 229-236). Kroghs Forlag.
- Kelly, M. et al. (2004). *European Profile for Language Teacher Education – A Frame of Reference*. EU-Kommissionen.
- Leth Andersen, H. et al. (2009). *Overgangsproblemer som udfordringer i uddannelsessystemet*. Forskningsrapport, ÅU.
- Højgaard Jensen, T. (2009). Modelling versus problemløsning – om kompetencebeskrivelser som kommunikationsværktøj. *MONA*, 2009(2), s. 38-54.
- Mishler, E.G. (1990). Validation in Inquiry-Guided Research: The Role of Exemplars in Narrative Studies. *Harvard Educational Review*, 60(4).
- Williamson, O.E. (1999). Strategy Research: Governance and Competence Perspectives. *Strategic Management Journal*, 20(12).

Kemi efter gymnasireformen



Vibeke Axelsen, Egå Gymnasium

I *MONA* nr. 3 fra september 2010 giver Carsten Claussen, rektor på Tornbjerg Gymnasium i Odense, et tilbageblik og en status over matematik, fysik og kemis rolle og placering i det almene gymnasium efter 2005-reformen. I artiklen er der en fyldig gennemgang af matematik og fysik, hvorimod kemi ikke fylder ret meget. Det har derfor givet anledning til denne kommentar. Jeg vil forsøge at give en uddybende status for faget kemi og supplere med nogle yderligere tanker om 2005-reformens intention om styrkelse af naturvidenskab.

De naturvidenskabelige fags søgning

Studieretningsgymnasiet har givet en markant kønsfordeling af eleverne i de forskellige typer af klasser. Netop som Carsten Claussen påpeger, er studieretninger med MA, FY, Ke¹ massivt domineret af drenge, hvorimod studieretninger med BI har en høj repræsentation af piger. Midt mellem ligger studieretninger med MA, KE, Fy, som i stx har en ret ligelig fordeling af piger og drenge, hvilket giver en god klassesdynamik. Kemi er et fag som appellerer bredt til både piger og drenge. Lidt anderledes ser det ud på htx, hvor studieretninger med kemi A tiltrækker flest piger². Måske skyldes det at disse studieretninger ofte er kombineret med Bi. I stx er antallet af studenter med KE aftaget lidt i forhold til før reformen, hvorimod der i samme periode har været en betydelig fremgang for KE på htx. Samlet set er der således ikke tale om nogen stor ændring for kemi³. Dette billede vil efter al sandsynlighed ændre sig de kommende år, og årsagen er bl.a. indførelsen af bioteknologi (BT)⁴ som forsøgsfag i 2008. Bioteknologi er et nyt fag med elementer fra biologi og kemi. Studieretningen med MA, BT og Fy opfylder de formelle optagelseskrav til de fleste videregående naturvidenskabelige

1 Fagens niveau angives på følgende måde: XX = A-niveau, Xx = B-niveau, og xx = C-niveau.

2 Studenternes fagvalg 2005-2009, Uni-C Statistik & Analyse, 21. maj 2010.

3 www.uvm.dk/service/Statistik/Gymnasiale%20uddannelser/Studieretninger%20og%20fag/Fagkombinationer%20og%20retninger.aspx.

4 www.uvm.dk/Uddannelse/Gymnasiale%20uddannelser/Fagens%20sider/Fag%20A-F/Bioteknologi%20forsog%20-%20stx%20og%20htx.aspx.

uddannelser idet BT indeholder merit svarende til Ke. Begrundelsen for at indføre bioteknologi som forsøgsfag var bl.a. at få flere elever og især piger til at vælge naturvidenskab, men er det nu realistisk at forestille sig dette? De naturvidenskabelige fag appellerer formodentlig til den samme gruppe af elever, og nu bliver de blot fordelt på flere forskellige studieretninger så der er kommet flere blandede studieretninger. Foreløbige sonderinger tyder på at søgningen til KE- og BI-studieretningerne er faldet noget på mange af de skoler hvor BT er udbudt, og desværre ser det ikke ud til at summen af elever med naturvidenskabelige fag i studieretningen er forøget nævneværdigt ved indførelsen af BT.

Uanset at kemi A som studieretningsfag måske taber elevandele til bioteknologi, så indgår kemi selvfølgelig i et velfungerende samarbejde med biologi i bioteknologi – et samarbejde som giver spændende forløb i den tværfaglige grænseflade. Man skal blot huske på at man også kunne have dækket det faglige indhold i bioteknologi i et velfungerende studieretningssamarbejde mellem biologi og kemi.

Modernisering af fagene

Når man læser Carsten Claussens indlæg, kunne man sidde tilbage med det indtryk at der ikke er sket en modernisering af indholdet i kemifagets læreplaner i forbindelse med reformen. Men det er der nu i vid udstrækning. Efter mange regionale møder og kurser i udviklingsperioden for de nye læreplaner har der rundt i landet været livlige diskussioner blandt kemilærere om indholdet til de nye læreplaner. Fagkonsulenten har gennem deltagelse i disse møder fået et veldokumenteret indtryk af debatten. Studerer man de nye læreplaner for kemi, vil man se at de i høj grad giver rum til at dyrke samarbejdsmuligheder med andre fag, arbejde innovativt og sætte faget i samfundsmæssigt og teknologisk perspektiv, alt sammen helt i tråd med intentionerne i 2005-reformen. Kernestoffet er slanket, og undervisningen skal tilrettelægges tematiseret, hvilket giver plads til og mulighed for netop at dyrke de stofområder som konstituerer både studieretningssamarbejde og det tværfaglige samarbejde i bred forstand. Kernestoffet i kemi A er blevet moderniseret med inddragelse af bl.a. "up to date" analyseteknikker som indgår som et naturligt element af forskning på alle videregående uddannelser og som en del af enhver moderne virksomhedspraksis. Kemi er et fag som har haft (også før 2005-reformen) og stadig har et velfungerende samarbejde med de videregående uddannelsesinstitutioner, og der er en lang tradition for samarbejde med kemiske virksomheder. Begge dele er vigtige elementer af undervisningen som i høj grad illustrerer netop de studieforberedende og anvendelsesorienterede aspekter af faget. Mange elever får fantastiske oplevelser ud af at skrive deres større skriftlige opgave, nu studieretningsprojekt, med udgangspunkt i et projekt på en virksomhed eller på en videregående uddannelse. Dette er en vigtig

og meget velfungerende del af faget, og mange andre fag misunder med rette kemi for at have opdyrket denne mulighed.

Kemi havde i en årrække forud for reformen haft den eksperimentelle eksamen som et standard-eksamensforsøg, og mange klasser har med stort udbytte gået til mundtlig eksamen med denne eksamensform. Ved reformen var det derfor helt naturligt at denne eksamensform blev skrevet ind i læreplanen sideordnet med muligheden for at vælge en mere traditionel prøveform. Begge typer af eksamener er velfungerende og kan vælges efter behov og ønsker for det enkelte hold.

Bredden i den naturvidenskabelige almene dannelse

Tre naturvidenskabelige fag var det man kunne finde plads til ved 2005-reformen. Tre naturvidenskabelige fag blev vurderet til at være nok til at give eleverne en naturvidenskabelig baggrund i den alment dannende forstand. Til gengæld indførte man naturvidenskabeligt grundforløb som introduktion til alle fire fag og deres specielle arbejdsmetoder. Når tre ud af fire er nok, og fysik er gjort obligatorisk for alle, er det forventeligt at antal elever med kemi (og biologi og naturgeografi) på C-niveau er gået tilbage. På en lang række sproglige og samfundsfaglige studieretninger indgår fx kemi slet ikke som fag. Man kan hævde at disse elever jo møder kemi i naturvidenskabeligt grundforløb, men det er langt fra sikkert. Naturvidenskabeligt grundforløb er et forløb som oprindeligt var tænkt fornuftigt, og hvor eleverne skulle møde de fire naturvidenskabelige fag i spændende tværfaglige sammenhænge. Men nu er indholdet af strukturelle og skematekniske årsager efterhånden justeret til stort set kun at handle om metoder, og de perspektiverende elementer af faget savnes. Undervisningen i naturvidenskabeligt grundforløb bruges desværre mange steder til at fylde lærernes årsnorm op, dvs. uden skelen til egentlige faglige og pædagogiske hensyn. Netop med den seneste 2010-justering af stx-bekendtgørelsen⁵ er det metodemæssige aspekt blevet opprioriteret i alle fag, og man kan undres over at der stadig skal bruges 60 timers uddannelsestid i naturvidenskabeligt grundforløb til en separat introduktion til de naturvidenskabelige fags metoder. Kunne disse timer være givet bedre ud ved at lade eleverne møde det fjerde naturvidenskabelige fag? Set med nøgterne øjne er der mindre bredde i den naturvidenskabelige almindelse i det nuværende gymnasium end vi havde før 2005. Lever vi op til bekendtgørelsens formål om at eleverne skal lære "at forholde sig reflekterende og ansvarligt til aktuelle problemstillinger med naturvidenskabeligt indhold"? Det kan vi i alle tilfælde kun sige delvist ja til.

Carsten Claussen påpeger at reformens intention om styrkelse af de naturvidenskabelige fag er nået hvad angår den almene dannelse ved at de naturvidenskabelige fag

⁵ www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=132647.

i vid udstrækning er inddraget i forløb i almen studieforberedelse. Det tværfakultære element har fundet sit leje i almen studieforberedelse, og overraskende kommer der en interessant udmelding om dette års eksamensopgave. Undervisningsministeriet har netop meldt ud at der i den afsluttende prøve i almen studieforberedelse i dette skoleår ikke vil være eksplicit krav om at der skal indgå fag fra to hovedområder i besvarelsene. Eleverne skal dog stadig leve op til de faglige mål, og hvordan dette skal håndteres hvis eleven vælger to fag inden for samme hovedområde, er usikkert. Det bliver interessant at se hvordan det får indflydelse på de naturvidenskabelige fags placering i de afsluttende prøver. Mon den nye formulering i år skyldes en massiv utilfredshed blandt de sproglige elever over sidste års opgave hvor de følte sig presset til at skulle inddrage naturvidenskab? Det ser ud til at der er et stykke vej endnu inden hovedparten af de danske stx-gymnasieelever føler naturvidenskab som en helt naturlig del af deres almene dannelse.

Lærerkrafter

Lærermangel er også et velkendt fænomen inden for kemi, og det bliver værre i de kommende år. Et initiativ til en delvis afhjælpning af lærermanglen i kemi er igangsat på Aarhus Universitet i form af et videreuddannelsesprogram for fx etfagskandidater i biologi⁶. Videreuddannelsen i kemi er nu i gang på andet år på Kemisk Institut, Aarhus Universitet, og forløber over to studieår svarende til i alt 1.500 arbejdstimer. Herved kan der opnås faglig kompetence svarende til et fuldt sidefagsprogram i kemi. I 2010 er der et optag på 13 kandidater som ønsker "kemipakken", og disse kandidater kommer fra stort set hele Danmark. Initiativet kan ikke alene løse den kommende mangel på lærere i kemi, så her har den danske gymnasieskole et problem som skal løses. Scenarier som storholdsdrift og forelæsninger som Carsten Claussen er inde på, er nok næppe en frugtbar løsning hvis vi ønsker at motivere de danske gymnasieelevers interesse for at tage en uddannelse inden for naturvidenskab. Der er behov for helt anderledes nytænkning.

6 <http://cse.au.dk/gymnasieskolen/efter-og-videreuddannelse/>.

Gymnasiereformen – 5 år efter – en poleret artikel!



Christian Thune Jacobsen,
Gammel Hellerup Gymnasium

Jeg skal på opfordring kommentere Carsten Clausens artikel “Gymnasiereformen – 5 år efter”, bragt i MONA 2010-3.

Artiklen indleder med et vildledende abstract, hvor det fremhæves at matematik, fysik og kemi har klaret sig fint, men i bund og grund er CC en høflig mand der undlader at kalde en spade for en spade.

Gymnasiereformen blev lanceret som en reform der skulle styrke naturvidenskab – og det eneste der er blevet styrket, er samfundsfag. Antallet af samfundsfagslærere i stx-uddannelsen er mere end fordoblet i perioden fra 2005 til 2010. Så lad os med rette kalde reformen for den samfundsfaglige reform.

Problemet med reformen og for CC, der selv bærer en del af ansvaret, er at reformen endte med at blive et politisk kludetæppe der blev søsat under en minister hvis eneste vision var et bredt forlig – indholdet spillede ingen som helst rolle for ministeren, Ulla Tørnæs. Det fremgår klart af CC's tekst at han ikke har opdaget at studieretningsgymnasiet aldrig er blevet en realitet set fra fagene fysik, kemi og matematiks synsvinkel. Det forholder sig således at alle gymnasier har en lovpligtig “studieretning” med fagene matematik A, kemi B og fysik B – og dette er en papegøjeretning, thi efter 2. g vælger eleverne forskellige valghold: fx kemi A, fysik A, engelsk A eller samfundsfag A i kombination med matematik A. Det er derfor nonsens at tale om en retning – det forkromede studieretnings samarbejde i 3. g forefindes således ikke. Dertil kommer at eleverne på valgholdene i fysik A og kemi A kommer fra flere forskellige klasser.

CC omtaler de mere end 40 evalueringsrapporter – men han undlader at nævne at evalueringerne altid var bundne; således blev der aldrig evalueret i forhold til den forrige reform! Evalueringen af fysik C (Erik Both, Carl Angel m.fl. var bundet!) er et glimrende eksempel på denne manipulation.

Før reformen havde alle de sproglige elever naturfag, der indeholdt kemi, fysik, astronomi og matematik – her var niveauet højere end det niveau der i dag kan opnås

i pakken bestående af naturvidenskabeligt grundforløb, fysik C og matematik C. Dette kan enhver overbevise sig om ved at sammenligne de skriftlige eksamensopgaver fra de sidste årgange under den forrige reform med CC's meget rammende beskrivelse af fysik C: "... mindske betydningen af formelle argumenter og formelmanipulation". Netop derfor er fysik C blevet et ligegyldigt fag der kan afskaffes, og på den måde kan der gøres noget for at udbedre lærermanglen – i øvrigt kan det også diskuteres om det ikke er ressourcespild at højt kvalificerede fysikere skal undervise på dette niveau. Det er næppe noget der fremmer rekrutteringen. Det er korrekt at eksamensformen på fysik C er meget omdiskuteret, og det er et faktum at en middelmådig begavet elev nemt kan indfri de ringe krav der stilles, med støtte fra en manueltør inden for de 24 timers forberedelse til den mundtlige eksamen. Fysik C rummer 80 timer til ca. 10 emner – altså er der brugt 8 timer på et emne i snit inden for rammerne af den sædvanlige undervisning. Et emne af så lille et omfang kan en ingeniørstuderende lære en fysik C-elev dagen inden eksamen. I forbindelse med den mundtlige eksamen evalueres der i forhold til de ringe krav, og det er derfor at fysik C kan udråbes som en succes. Generelt er det måske en af de kommende udfordringer som CC omtaler i sit abstract – i stx er der med den seneste reform sat fokus på det alment dannende på bekostning af de boglige elever der skal videre med en længere videregående uddannelse. Det er derfor en følge heraf at der netop i øjeblikket diskuteres nye tiltag for de særlig begavede elever.

Der er ingen tvivl om at der er behov for en ny reform i løbet af ganske få år, hvilket ligger i den kendsgerning om den katastrofale lærermangel som CC tydeligt beskriver. Forhåbentlig vil en ny reform gå væk fra idéen om opbevaring af elever – hvad der næppe er særlig studieforberevende.

Det er endvidere bekymrende at de seneste tal for fysik A er ringere end nogensinde tidligere – på trods af at htx er kommet til.

I det hele taget er artiklen meget modstridende:

1. Det noteres at CC i sin artikel har bemærket at det skriftlige niveau er faldet i såvel fysik som matematik, og alligevel hævdes det at fagene har klaret sig godt, i hans abstract.
2. Studieretningsgymnasiet lovprises, og alligevel understreges det at matematik kører friløb helt alene – det er faktisk en katastrofe at matematik helt er blevet koblet fri af fysik for de naturvidenskabelige elever, men det skyldes som tidligere bemærket at studieretningsgymnasiet ikke er blevet til noget for disse fag (matA-fysB-kemB dur ikke – der bør i stedet fra starten kun oprettes enten matA-fysA og/eller matA-kemA).

CC har også bemærket at eleverne er meget ringe til simpel symbolmanipulation, og her kunne fagene støtte hinanden bedre, men det kræver indførelsen af et reelt studieretningsgymnasium hvor det kun tillades at der udbydes studieretninger

der alene indeholder A-niveauer i de to studieretningsfag efter grundforløbet. (Jeg tillader mig at se bort fra dansk og historie – det kan jo diskuteres hvilket bogstav der kan tilskrives de to fags niveauer).

3. Fysik klarer sig fint, er CC's påstand, men det er svært at få øje på. Det omtales at fysik B er gået markant tilbage – faktisk fik 7 ud af 10 elever mindst fysik B under den forrige reform mod i dag 3 ud af 10 elever. Antallet af elever med fysik A er konstant faldende. Så CC's konklusion om fysiks ve og vel er vanskelig at følge. Han bemærker endog at den skriftlige dimension på fysik B er blevet svækket.

Det skal bemærkes at CC lægger anderledes afstand til forholdene i matematik. Matematik C i stx er et mundtligt fag, og niveauet her er næppe på højde med det tilsvarende skriftlige niveau på hf, og set fra de naturvidenskabelige videregående uddannelsers øjne er forholdene her også helt uinteressante. Ligeledes kan enhver nemt se at niveauet i matematik B er faldet drastisk, ved blot at kigge på de skriftlige opgaver fra henholdsvis før og efter reformen. Dette faglige forfald er en nødvendig følge af at elevpopulationens sammensætning er blevet ændret fra politisk hold. Det er blevet dygtigt løst – og ikke fra politisk side. Niveauet her er ligeledes uinteressant set fra de naturvidenskabelige videregående uddannelsers synsvinkel. Heldigvis er det lykkedes at holde skansen nogenlunde i niveauet på matematik A, bortset fra at der ikke er tid til at udbedre de manglende færdigheder der er nedarvet fra folkeskolen. Det er positivt at der satses på moderne it-værktøjer. Dog er det væsentligt at der fremover fokuseres på nogle af de ikke-it-baserede færdigheder der ikke længere er med i bagagen fra folkeskolen – der hersker ingen tvivl om at der her er en stor opgave for den matematiske didaktiske forskning: Hvilke af de gamle dyder skal stadig kunnes hos de bedste af vores elever? Jeg er af den overbevisning at det netop kun er A-niveau-eleverne der skal mestre nogle af de klassiske discipliner. Det er fx vigtigt at en ingeniørstuderende på 1. år kan følge med i en udenlandsk professors præsentation uden at blive sat af pga. at enkle matematiske manipulationsfærdigheder ikke beherskes.

Jeg synes at CC skriver noget vrøvl om evalueringskulturen – specielt kan det undre at færre opgavesæt kan vendes til noget positivt. Men det er ikke alt jeg forstår, i nogle af reformfædrenes logik. Men alt i alt indeholder artiklen nogle indpakkede sandheder der serveres under et pænt men forkert ydre: "Gennemgående ... klaret sig godt ..."

Et par afsluttende bemærkninger:

Der produceres i dag danske studenter der aldrig nogensinde har modtaget undervisning i kemi. Dette er et resultat af folkeskolens og gymnasiets frie valg.

Som finansminister må det være en bet at konstatere at stx-reformen har resulteret i at gsk-suppleringen har givet skatteyderne en årlig ekstraregning på over 1 milliard

kroner, og samtidig fører dette til længere uddannelsestid stik imod en af regeringens målsætninger.

Hvis der skal drages en vigtig konklusion ud af CC's artikel, så er det bemærkningen i hans abstract om de endnu større udfordringer der venter hele uddannelsessystemet – **sagt med andre ord: Patienten er dødssyg:**

1. Taxametersystemerne fører til at kvaliteten nedjusteres på bekostning af kvantiteten. Læremanglen i de hårde naturvidenskabelige fag kan medføre at det faglige niveau vil blive sænket markant.
2. Begge forhold er en bombe under Danmarks fremtid. Vi kan kun håbe på at der kommer et skift i uddannelsespolitikken, men det er svært at få øje på den politiker der har format og indsigt til at rette op på dette!

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

Den mærkeligste bog jeg har læst



Bjørn Friis Johannsen,
Københavns Universitet

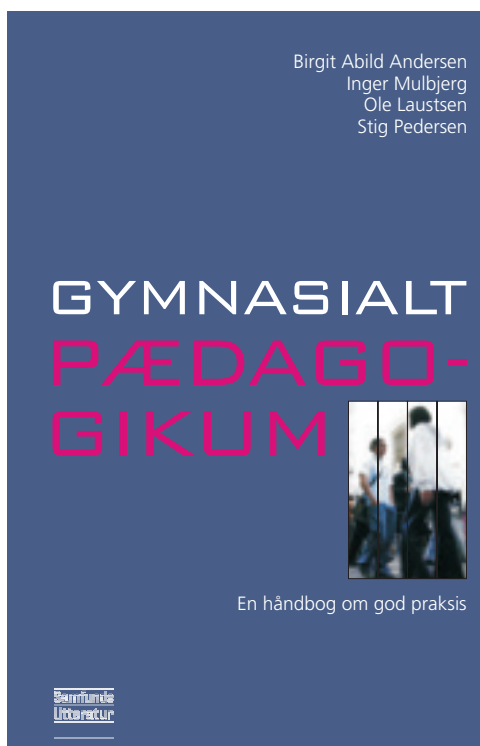
Anmeldelse

Gymnasialt pædagogikum – en håndbog om god praksis.

Af Birgit Abild Andersen, Inger Mulbjerg, Ole Laustsen & Stig Pedersen, Samfundslitteratur, 2009.

Man skal bestemt købe *Gymnasialt pædagogikum* (GP) hvis man er ansat i det danske gymnasium hvor man enten før eller siden impliceres i pædagogikum og får brug for et lille værk til opslag og inspiration. Man må bare ikke læse den i sin fulde længde.

Gør man alligevel det, kommer man som læser uafsladeligt til at betragte det første kapitel der handler om relationen mellem den nye lærer og vejledere, som langt det vigtigste. Men efter at jeg havde læst det, genlæst det og så læst resten af bogen, gik det op for mig at kapitlet i hovedtræk risikerer at tjene samme funktion for læseren som Emma Gads *Takt og Tone* kunne gøre for en nybagt, lidt naiv husmoder anno 1932. Det er alt for let at tage alting bogstaveligt og ende i en situation hvor man i bare iver for at gøre alting så rigtigt som bogen foreskriver, fuldstændigt paralyseres af



korrekthed og intet kan gøre alligevel. Derfor er det mit råd at man først læser den fra ende til anden når alt er gået galt, og man har brug for at finde trøst i at ingen med rimelighed havde forventet at noget kunne være gået anderledes. Men derfor bliver jeg også helt i tvivl om hvorvidt min kritik af bogen i virkeligheden er en kritik af pædagogikum.

GP og det nye pædagogikum 2009

Scenen for *GP* blev sat i 2005 da Evaluering sinstituttet granskede gymnasiernes pædagogikum. Et væsentligt punkt i undersøgelsen var hvorvidt kandidater oplevede sammenhæng mellem pædagogikums teoretiske og praktiske del. En spørgeundersøgelse viste at: "62 % af kandidaterne [der afsluttede deres pædagogikum i sommeren 2005] oplevede, at teoretisk pensum slet ikke eller kun i ringe grad blev inddraget i praktisk pædagogikum ved vejledningssamtaler og lignende. 61% af kandidaterne svarer, at vejlederne slet ikke eller kun i ringe grad har været interesseret i pædagogisk teori." (*GP*, s. 55).

Men fordi der i pædagogikum tilstræbes et tæt samspil mellem teori og praksis, finder et nyt pædagogikum, en ny pædagogikumbekendtgørelse (Undervisningsministeriet, 2009) og en ny bog om gymnasialt pædagogikum deres berettigelse. Bogens 147 sider er nu udkommet i 2. oplag på forlaget Samfundslitteratur og koster i omegnen af 200 kr.

GP udgøres af fire kapitler. I det følgende vil jeg behandle hvert kapitel og sluttelig konkludere.

Forventninger til bogen og indgangsvinkel

Som nævnt handler det første kapitel om relationer mellem den nye lærer ansat i en pædagogikumstilling og dennes vejleder, kursusleder, tilsynsførende og skolens ledelse. Det er ikke noget nemt

emne at behandle, og det lykkes bestemt heller ikke for bogens forfattere. Kapitlet er rodet og gentagende og i det hele taget overordentlig forvirrende. I hvert fald hvis man som jeg er ph.d.-studerende i fysik og ikke har noget forudgående kendskab til pædagogikum.

Jeg læste bogen fordi jeg er lettere forfærdet over mit universitets vilje og evne til at producere gymnasielærere. Hvis det er min alvorlige mening, burde jeg derfor berede mig på selv at blive lærer.

Som sådan har jeg behov for en bog der kan forberede mig på et pædagogikum. Jeg har behov for at den beskriver vejleder-kandidat-relationen og giver overblik over pædagogikums varighed og omfang. At den opstiller en række læringsmål og forklarer og begrundet formålet med målene så jeg ved hvad det er jeg ikke kan, i fald jeg begynder, hvad jeg i så fald skal kunne når jeg er færdig, og hvad jeg stadig ikke ville kunne efter et veludført pædagogikum. Jeg har behov for at bogen giver mig mulighed for at forestille mig mig selv i situationen så jeg kan forberede mig på en måde der gør at jeg kunne begynde i en uddannelsesstilling som kvalificeret nybegynder.

Etiket for det danske pædagogikum

I kapitel 1 bydes der så rigeligt på beskrivelser af relationerne i pædagogikum. Som nævnt er kapitlet en gennemgang af relationen mellem den vordende gymnasielærer og hans vejleder. Og rektor og kursusleder og tilsynsførende og sørme

flere vejledere. Og sørme også bitilsynsførende og studievejleder og ressourcepersoner. Der er rigtig mange mennesker og ubeskrevne funktioner at holde styr på. Specielt fordi forfatterne implicit antager at stoffet allerede er kendt for læseren. Fx starter afsnittet "Besøgene" på side 26 således: "De tre besøg er på flere måder samlende begivenheder for uddannelsen. I det følgende præsenteres en køreplan for de aktiviteter, som frem til og under besøget bør planlægges, og hvilken rolle kandidaten har i denne proces." Selvom jeg ikke er hundrede procent sikker, forekommer det mig at "besøgene" præsenteres første gang her. Alligevel fortæller afsnittet intet om hvem der besøger hvem. Om kandidaten (altså den nye lærer) skal på tur, eller om nogen kommer og besøger kandidaten. Specielt forklarer afsnittet ikke hvorfor der er nogen der skal besøges. Det overraskede mig noget (men jeg fik mysteriet opklaret i et senere afsnit på side 47). Det skal nævnes at der på det store, vide net kun findes én konkretiseret beskrivelse af besøgene. Det er på Syddansk Universitets hjemmeside hvor de ofres tre sætninger i *Informationsmateriale om Pædagogikum 09*. Det er bemærkelsesværdigt eftersom besøgene ifølge Undervisningsministeriets bekendtgørelse skal danne en væsentlig basis for den endelige bedømmelse af pædagogikumkandidaten.

For en læser der ikke på forhånd kender strukturen i pædagogikum, er bogen svær at læse. Og det undrer mig sådan set, for det er jo netop et nyt pædagogikum der er bogens berettigelse. Der-

for kunne det vel med rimelighed have været i forfatternes interesse også at skrive til den andel af læserne der er helt grønne. Men når bogens ærinde ikke er at oplyse nytilkomne til pædagogikum, er det interessant at undersøge hvilket problem bogens forfattere så forsøger at tale til og opklare.

Åbenbart handler de første ti sider om at indskærpe over for læseren at man ønsker sig af de nye gymnasielærere at de kan "sænke paraderne når samarbejdet indledes", have "respekt for samarbejdspartnere", "er villige til at erkende fejl og mangler", at de er forberedte "på at være både rummelige og lyttende" og villige "til at sætte egne ideer, holdninger og observationer til debat" (GP, s. 16, 13, 13, 14 og 23 hhv.) "[M]an kommer ikke uden om, at vedkommende selv må bære en stor del af ansvaret for at blive integreret." (s. 17). Det forekommer mig altså at det problem forfatterne har ønsket at tale til, er problemet med nye lærere der svært lader sig integrere i den eksisterende kultur fordi de ankommer med egne meninger og holdninger til hvordan undervisning kan udføres.

Men det er tilsyneladende ikke kun den nye lærer med dennes hypotetiske uansvarlighed i relation til den eksisterende undervisningskultur der skal have et drag. Vejlederen skal også have en tur. Om vejlederen skrives: "Set i det lys [at kravene til kandidaten er gennemgående høje], er det selvfølgelig ikke frugtbart, hvis vejlederne ikke har orienteret sig ordentligt i pædagogikumforløbets rammer og relevante teoretiske materiale"

(s. 35). Og om vejlederen i relation til den tilsynsførende: "Hvis der under konferencen bliver lagt vægt på alskens detaljer i den overværede undervisning, fx efter fejlfindingsmetoden, så må den tilsynsførende træde i karakter og hæve eksemplerne op på et mere generelt niveau." (s. 51). Og endelig et dask til den tilsynsførende i relation til dennes forpligtelser over for ministeriet: "Undervisningsministeriet beskikker den tilsynsførende, der [...] også fungerer som kontrollant og bedømmer. [...] I forbindelse med det første besøg er det naturligvis vigtigt, at den tilsynsførende har forberedt sig meget grundigt. Dvs., at hun har fulgt med i kandidatens portefølje og har læst det tilsendte materiale samt forberedt sig på, hvilke punkter i materialet der skal kommenteres under konferencen." (s. 50-51).

Jeg læser bogen som et forsøg på en rettidig irettesættelse af implicerede parter. For hvis ikke, er bogens første kapitel banalt. De emner bogen vælger at tage op, er for hovedparten strukturelle beskrivelser malet med bred pensel, krydret med konkrete nedslag der tager form af etikette. Eftersom forfatternes ærinde jo nok ikke er at få banaliteter frem i lyset, så må det stå slemt til med det danske pædagogikum. De nyansatte er ikke gode til at samarbejde (for bogen indskærper at de skal forberede sig på at samarbejde). Vejledere kender ikke til de formelle og praktiske omstændigheder der berammer pædagogikum (for bogen indskærper at dem skal de kende). Og den tilsynsførende forbereder sig ikke før han skal bedømme en ny lærer (for det mener

bogens forfattere de skal minde ham om).

Der er dog et afsnit jeg gerne vil trække frem. Afsnittet "Find din personlige stil" på side 32 er virkelig godt! Her behandles problemet om lærerpersonlighed: "De fleste kan fra egen skoletid huske én eller flere lærere, der skilte sig ud fra mængden ved at være særligt karismatiske eller særligt dygtige til at formidle deres fag. Måske har det ligefrem været på grund af dem, at man begyndte at læse sine fag, og måske har man en skjult ambition om at undervise som dem." (s. 32). Men hvordan gør man det, og hvordan forholder man sig til sin egen personlighed i relation til den såkaldte lærerpersonlighed? Bogen går ned og tilbyder konkrete anbefalinger og, endnu bedre, giver konkrete eksempler med interviewuddrag fra nye lærere og peger endda ud og anviser relevant litteratur. Desværre fylder afsnittet kun 2 sider, men det er skrevet på den måde jeg ville ønske hele bogen var.

Lange lister og tabeller

Kapitel 2's titel angiver indholdet: "Årshjulet i pædagogikum". Det starter glimrende på side 55 med at begrunde bogen (omend lidt sent i læseforløbet), hvorefter den opstiller lister (og atter lister) for indholdet i pædagogikum. Det er umuligt at læse eller forholde sig til fordi alting er beskrevet enten i bullets eller i skemaer sorteret i overskrifter. Jeg besluttede mig derfor for at betragte kapitlet som et bilag der er vedlagt i midten af bogen så det er nemt at finde.

Føler du dig fagligt uforberedt? Så forbered dig!

Godt på vej igennem dette kapitel besluttede jeg mig for at afskrive kapitel 1 som et uheldigt første forsøg (og en begrundelse for snart at skrive 2. udgave af bogen). For vordende lærere findes her en god grund til at købe bogen. Kapitlet starter med en sympatisk forsikring til læseren om at alle nye lærere på den ene side altid føler sig fagligt underforberedte og på den anden side bruger al for lang tid på at forberede deres undervisning. Dernæst giver det et velbeskrevet eksempel på hvorledes man kan planlægge sin undervisning (i dette tilfælde i historie), og hvad der karakteriserer god undervisning helt konkret, uden at blive teoretiserende. Kapitlet afsluttes med en gennemgang af otte typiske problemer som vejleder/kursusleder/tilsynsførende oftest bemærker efter at have observeret undervisning.

Men der er lige en hage der fik min sympati for kapitlet til at forsvinde. Inden kapitlets afsluttende del beskrives to faktiske lektioner i henholdsvis engelsk og historie der er observeret og kommenteret af kursusledere. I kapitlet beskrives denne feedback som "lidt bastant". Jeg gætter på at forfatterne bringer disse uddrag for at nye lærere kan vænne sig til at det er legitimt at få en del kritik. Det er altså "okay" ikke at være hundrede procent hjemme i det stof der undervises i. "Det er en ærlig sag – både i hovedfag og i sidefag har uerfarne (og erfarne) lærere huller," fortsætter kapitlet i sin sympatiske stil (s. 87). "Der er imidlertid nogle få

hovedregler, man kan benytte sig af, når man er på tynd is," fortsætter bogen: Hav styr på væsentlige begreber inden timen. Vid præcis hvad relevante personer står for. Eksplícítér og repetér alt væsentligt.

Rådet er muligvis velment, men klinger hult. For retfærdighedens skyld skal det siges at bogens forfattere muligvis har ment at den underforberedte lærer kan kompensere for sin manglende faglighed ved at fokusere på at tydeliggøre for *eleverne* hvilke personer der relevante osv., men hvordan gør man det i praksis hvis ikke man selv er sikker? I praksis må disse "få hovedregler" altså gælde for læreren også. I tilfældet der benyttes i bogen, drejer det sig om en lærer der underviser i et forløb kaldet "Renæssance og Reformation". Det afsluttende forløb handler om borgerskabets nye funktion, og i kritikken af den nye lærers undervisning understreges det uheldige i at vedkommende "undlader selv at uddybe undervejs [...] hvordan Calvins lære havde indflydelse på borgerskabets værdier og livsform" (s. 86). Ifølge de "få hovedregler" skulle læreren have redegjort for *præcis* hvad Calvin stod for, og hvilke begreber der er relevante (og altså også irrelevante) i relation til borgerskabets værdier og livsform. Jeg tillod mig at tænke nogle skridt videre end bogen og gik på nettet for at undersøge hvor man mon kunne finde svar på sådanne spørgsmål. Wikipedia foreslår at det oplagte sted at orientere sig er i Max Webers skrifter og dernæst Habermas, hvilket i bedste fald ville tage mig en uge. Måske vil en historielærer

kunne gøre det hurtigere. Men under alle omstændigheder og specielt i lyset af kapitlets foregående sider der understreger vigtigheden af ikke at overforberede sig som pædagogikumkandidat (med deraf følgende fare for at blive udbrændt), forekommer disse "få hovedregler" mig som et rigtig dårligt og uretfærdigt regelsæt. Heraf min indledende bemærkning om at alt alligevel forventes at gå skævt fra starten. Den sympatiske indstilling over for faglig usikkerhed er øjensynligt blot en tom floskel. Og i så fald, hvilken funktion har da de anvendte eksempler? Hvem gavner det at understrege at den nye lærer ikke skal bruge ret meget mere end en time på at forberede en times lektion, når dette absolut ikke er tilfældet hvis man er lidt usikker (hvilket *alle* er)? Derfor tænker jeg at det er godt at læse *GP* som man ville læse Emma Gad: som lidt finurlig, lidt underholdende, men mest af alt spøjst krukke.

Kun gruppearbejde

Kapitel 4 er endnu et kapitel der lægger ud med at overraske positivt for dernæst at skuffe bravt. Kapitlet starter med at skrive hvilket formål det har. Det er glimrende! "[E]n håndsrækning til kandidaten, der er i gang med at forberede en eller flere lektioner." (s. 107).

Men det handler kapitlet slet ikke om. Det handler om gruppearbejde. Slet og ret. Naturligvis er gruppearbejde et element man skal forholde sig til i det danske gymnasium. Men det er mærkeligt at lade et kapitel udgive sig for at

handle om undervisningsforberedelse og så i stedet dykke helt ned i detaljen omkring gruppearbejde. Især fordi det valg ikke begrundes, og fordi pædagogikum ikke nævnes med et ord før sidste afsnit. Det afsnit handler til gengæld om "Planlægning af møder, besøg og uddannelsesplan" (s. 140) og byder ikke på noget der kan begrunde at det hører til i kapitel 4. Det må altså være et løsrevet underafsnit der på et tidspunkt er undsluppet fra kapitel 2.

Manglende redaktion

Samlet set opdager jeg altså at det bogen primært lider under, er en slående mangel på redaktion. Fire forfattere har skrevet forskellige dele af en bog, og ingen har tjekket hvorvidt de er enige eller modsiger hinanden. Bogen består ikke af individuelle bidrag fra forskellige forfattere, men tilsigter at fremstå som et samlet værk. Det er den ikke. Fx begrundes det glimrende i kapitel 1 at "Alt for meget vejledning foregår i pauserne – fx mellem en dobbeltlektion eller i pausen lige efter de afholdte timer. Her kan vejlederen så lige nå at spørge om, hvordan "synes du selv det gik" [...] Og det er bestemt ikke god praksis." (s. 40-42). Alt imens har forfatteren til kapitel 3 siddet og fundet eksemplarer på undervisningsfeedback og konstrueret en analyse der tager udgangspunkt i vejledning af følgende form: "I samtalen, efter timen er overstået, fortæller kandidaten, at han har en oplevelse af, at timen egentlig gik godt, for der har været en god [...]" (s. 80).

Andre steder i bogen henvises der til afsnit som aldrig er skrevet (fx på side 92 hvor der henvises til et ikkeeksisterende afsnit om *sekvensering*). Som bog betragtet falder den fra hinanden.

Anmelderens konklusion

Gymnasialt pædagogikum når omkring mange emner – gentagne gange og på uventede steder. Alligevel har den en bemærkelsesværdig mangel. Næmlig spørgsmålet om hvilken rolle *eleverne* kan tildeles i relation til pædagogikum. Det er trods alt dem der ultimativt er omdrejningspunktet for aktiviteten.

Denne rolle nævnes kun to steder i bogen. Første gang er i afsnittet “Hvordan overholder man sin plan – hvordan undgår man at være for bundet af sin plan?” hvor der skrives: “Det er en god idé at lade eleverne holde øje med tiden på skift, indtil man selv er mere rutineret” (s. 94). Anden og sidste gang eleverne tildeles en aktiv rolle, er i “Hvordan undgår man at lave alt arbejdet i forbindelse med klasseundervisningen?” Her står der at det er “en god ide at lade eleverne gøre sig nyttige: dele fotokopier rundt, trække gardiner for, hente kridt inde ved siden af, gøre klar til filmforevisning, finde ud af, hvem der larmer ovenpå osv.” (s. 95).

Generelt er eleverne og deres “indlæringsvanskeligheder” henvist til udelukkende at være et arbejdsvilkår som den nye lærer må forholde sig til. Men fordi

et pædagogikum er en uddannelsesstilling, vil jeg mene at den nye lærers læring omvendt er noget eleverne må forholde sig til, og derfor også læreren, lærerens vejleder(e), kursusleder og de tilsynsførende. Det nævner bogen ikke med et ord, og det er synd at dette forhold reduceres til blot et vilkår for det danske gymnasium. Det kunne jo være så meget mere.

I bogen nævnes htx, hf og hhx ikke. De ænses ikke. Det nye pædagogikum 09 er nu, for første gang, fælles for alle gymnasiale uddannelser. Der skal derfor lyde en opfordring herfra til at skrive en bog der tager det og meget andet i betragtning også. Jeg spår at et sådant værk i *høj* grad vil finde sin berettigelse i det ganske danske gymnasiale land.

Jeg vedholder dog at det er værd at anskaffe sig bogen hvis man er involveret i gymnasiets pædagogikum (og det må de fleste gymnasielærere være). Den indeholder utallige tabeller, lister og eksempler som må være uundværlige når man vil sikre sig at et pædagogikum bliver fuldstændigt og godt, eller endda hvis man “blot” ønsker inspiration til planlægning af sin undervisning og vejledning. Men den er bestemt ikke god at læse, og de begrundelser for pædagogikumets indhold og struktur som jeg havde håbet at finde, er absolut fraværende i nogen eksplicit form. Men tilbage står spørgsmålet om hvorvidt det faktisk er bogens eller pædagogikumets skyld.

Nyheder

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

DUN-konference om udvikling af undervisning

30.-31. maj 2011 afholdes den 12. konference i regi af Dansk Universitetspædagogisk Netværk (DUN). Konferencens tema er "Udvikling af undervisning – rammer, barrierer og muligheder" og sætter således fokus på at udveksle erfaringer om hvordan undervisning på universiteter kan udvikles. Konferencen vil både indeholde indbudte oplæg og give mulighed for at deltagerne selv kan præsentere egne projekter og erfaringer. Læs mere på konferencens hjemmeside <http://www.ind.ku.dk/dunk>.

Materialer fra MONA-konferencen på web

Den 27. oktober blev dette års MONA-konference afholdt i Fredericia med 85 deltagere. Temaet var "Evaluering af kompetencer i matematik og naturfagene". Konferencen indeholdt tre plenumpoplæg og ni workshops som behandlede temaet på forskellig vis, lige fra erfaringer med nationale test over skriftlig feedback til evalueringsparadigmer. Se oplæg og referater fra workshops på <http://www.ind.ku.dk/mona/konference2010>.

Ny nordisk kandidatgrad i matematikkens didaktik

Universiteterne i Agder, Norge, Åbo (Vasa) og Tampere, Finland samt København og Aarhus (DPU) har indledt et samarbejde om en kandidatgrad i matematikdidaktik. Bla studerende med en bachelorgrad i matematik kan vælge

denne kandidatuddannelse – kaldet NORDIMA. På uddannelsen kombinerer den studerende videregående studier i matematik med matematikkens didaktik.

Uddannelsen giver en såkaldt "dobbeltgrad". Det første hold er startet i august 2010. Nærmere om uddannelsen kan findes på <http://www.uia.no>, søg fx på "nordic master"

Stockholms Universitet udbyder ph.d.kursus i Social Perspectives in Mathematics Education

I foråret 2011 (kursusdage 24.-25. februar, 24.-25. marts, 28.-29 april og 9.-10. juni) udbydes et 7,5 ECTS points ph.d.kursus i Social Perspectives in Mathematics Education, rettet mod ph.d.studerende i "Education, Curriculum Studies, Mathematics Education or equivalent". Se nærmere på <http://www.umn.su.se/pub/jsp/polopoly.jsp?d=9727&a=86446> Ansøgningsfrist er 7. februar 2011 – sendes til Hilde Altern, studievagledning@mnd.su.se

Gymnasielærerdag på KU den 28. februar 2011

De tre naturvidenskabelige fakulteter (Farma, Life, Science) afholder Gymnasielærerdag for gymnasiets naturfags- og matematiklærere på KUs Biocenter mandag den 28. februar 2011. Temaet denne gang er det samme som på Naturvidenskabsfestivalen 2011, nemlig Lys og Luft. Nærmere oplysninger om program og tilmelding på <http://www.science.ku.dk/inspirationsdag>

*NORMA 11 – den 6. konference
om Nordisk Matematikdidaktik*

Konferencen afholdes i Reykjavik den 11.-16. maj 2011. Information om plenumsforedrag og konferencens øvrige arrangementer kan findes på konferencesiden <http://vefsetur.hi.is/norma11/>

Bemærk at deadline for indsendelse af papers til konferencen er 15. december 2010.

