

MONIA

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



SYDDANSK UNIVERSITET



DET NATUR- OG BIOVIDENSKABELIGE FAKULTET
KØBENHAVNS UNIVERSITET

2012-4

MONA

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

MONA udgives af Det Natur- og Biovidenskabelige Fakultet ved Københavns Universitet, i samarbejde med Danmarks Tekniske Universitet, Det naturvidenskabelige område ved Roskilde Universitetscenter, Det Farmaceutiske Fakultet ved Københavns Universitet, Det Tekniske Fakultet og Det Naturvidenskabelige Fakultet ved Syddansk Universitet, Det Ingeniør-, Natur- og Sundhedsvidenskabelige Fakultet på Aalborg Universitet og Hovedområdet Science & Technology ved Aarhus Universitet.

Redaktion

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

Ole Goldbech, lektor, Professionshøjskolen UCC

Sebastian Horst, specialkonsulent, IND, Københavns Universitet

Kjeld Bagger Laursen, redaktionssekretær, IND, Københavns Universitet

Redaktionskomité

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

Mette Andresen, førsteamanuensis, Matematisk institutt, Universitetet i Bergen

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

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

Claus Michelsen, prodekan, Det Naturvidenskabelige Fakultet, Syddansk 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, adjunkt, 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 (dobbelt blindt).

Abonnement

Abonnement kan tegnes via www.science.ku.dk/mona. Årsabonnement for fire numre koster p.t 225,00 kr., for studerende 100 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 2013-1 udkommer marts 2013. Deadline for indsendelse af artikler hertil: 19. november 2012.

Deadline for kommentarer, litteraturanmeldelser og nyheder hertil: 5. januar 2013

MONA 2013-2 udkommer juni 2013. Deadline for indsendelse af artikler hertil: 18. februar 2013.

Deadline for kommentarer, litteraturanmeldelser og nyheder hertil: 7. april 2013

Omslagsgrafik: Lars Allan Haugaard/PitneyBowes Management Services-DPU

Layout og tryk: Narayana Press

ISSN: 1604-8628. © MONA 2012. Citat kun med tydelig kildeangivelse.

Indhold

- 4 Fra redaktionen
- 6 **Artikler**
- 7 Matematiklærerprofessionen i et institutionelt perspektiv
Carl Winsløw
- 23 Brug af interaktive klodser i ingeniørundervisningen
Gunver Majgaard
- 41 **Monas klassiker**
- 42 Om begrebet eksemplarisk undervisning
Martin Wagenschein
- 67 **Aktuel analyse**
- 68 Matematik og naturfagene i Ny Nordisk Skole
Sebastian Horst, Jens Dolin, Kjeld Bagger Laursen, Hanne Møller Andersen, Ole Goldbech, Tinne Hoff Kjeldsen
- 85 **Kommentarer**
- 86 Det "saglige" og det "faglige"
Signe Brandt Larsen, Claus Jessen
- 89 Hvad er pointen med matematiske pointer?
Adrian Rau Bull, Lars Reidar Vinding Salomonsen
- 93 Pointer og lektionsstudier
Klaus Rasmussen
- 97 Naturfag i kontekst
Tom Børsen
- 101 Mere brobygning – tak!
Jette Rygaard Poulsen, Keld Nørgaard
- 105 **Litteratur**
- 106 Fysikhistorie.dk
Jesper Bruun
- 109 Ph.d.-afhandlinger
- 116 **Nyheder**

Fra redaktionen

MONA fik alligevel ikke besøg af ministeren! Bjarne stjal Christines opmærksomhed fra MONA med noget så jordnært som finanslovsforhandlinger.

Men MONA-konferencen den 26. oktober i Middelfart klarede sig fint endda: Ministerens oplæg om hvordan hun ser matematik og naturfagene i forhold til arbejdet med Ny Nordisk Skole, blev afleveret på bedste vis af kontorchef i Børne og undervisningsministeriet Pernille Halberg Salamon, og dagens øvrige program gennemførtes ganske som planlagt.

Som vi lovede i sidste MONA, har en hurtigtarbejdende skrivegruppe bestående af Jens Dolin, Sebastian Horst, Kjeld Bagger Laursen, Hanne Møller Andersen, Ole Goldbech og Tinne Hoff Kjeldsen samlet konferencens konstateringer og anbefalinger til et notat der efterfølgende er blevet overbragt ministeren. Det kan også læses inde i dette nummer. Meningen med dette notat er at give inspiration til hvordan matematik og naturfagene kan indgå i arbejdet med Ny Nordisk Skole. Teksten diskuterer hvilken mening vi skal lægge i NNS, og beskriver de indsatsområder som konferencen pegede på bør vælges i forhold til matematik og naturfagene.

I øvrigt vil MONA gerne medvirke i udbredelsen af de erfaringer som Ny Nordisk Skoles projekter oparbejder. I redaktionen overvejer vi hvordan vi bedst kan bidrage, og forslag fra læserne modtages gerne.

Selv om MONA-konferencerne er blevet lidt af en institution i det danske naturfaglige og matematiske didaktikmiljø igennem hele uddannelsessystemet (denne konference var den fjerde og havde samlet næsten 90 deltagere) så er der nu udsigt til et stilskifte. MONA er ved at lægge planer for sin deltagelse i Big Bang konferencen ("Danmarks nye nationale naturfagskonference og messe") der løber af stablen den 21. og 22. marts i København. Læs mere om den i Nyhedsspalten til sidst i dette nummer. Der er nu åbnet for tilmelding på www.bigbangkonferencen.dk.

Her følger så lidt om det øvrige indhold i MONA denne gang.

Carl Winsløws artikel, *Matematiklærerprofessionen i et institutionelt perspektiv*, handler om de udfordringer matematikunderviser-professionen står over for. Den trækker på den antropologiske didaktiske teori som netop fokuserer på institutionelle betingelser for undervisning og giver mulighed for et sammenlignende perspektiv hvor man kan identificere afgørende betingelser som varierer fra institution til institution, og som derfor – i det mindste principielt – kan forandres.

Gunver Majgaard skriver i *Brug af interaktive klodser i ingeniørundervisningen* om disse "digitale manipulativer som indgår i kropslig interaktion med brugere". Som det fremgår, kan de fx anvendes i matematikundervisning i indskoling og også som programmeringsplatform for ingeniørstuderende. Artiklen beskriver forskel-

ligheder og potentialer ved interaktive klodser ift. avancerede grafiske interfaces, og den præsenterer et eksempel hvor ingeniørstuderende anvender interaktive klodser med skærme til udvikling af digitalt legetøj til børn.

Martin Wagenschein (1896-1988) opdagede at selv højtuddannede mennesker, fx fysikstuderende, ofte (trods formelle kvalifikationer på feltet) var ude af stand til at give simple og alligevel realistiske forklaringer på grundlæggende fysiske fænomener, som fx hvorfor månens faser forekommer i den rækkefølge de faktisk gør, eller hvorfor en genstands faldhastighed udvikler sig som den gør. Dette indsigtsmæssige problem er blevet kendt som Wagenschein-effekten. Wagenschein var selv fysiker af uddannelse, men er mest kendt for sit arbejde med åbne lærings-tilgange. Han lagde stor vægt på at elever og studerende skal undervises i at *forstå* og ikke bare *lære om* viden, og han er dermed blevet en foregangsfigur i moderne læringsteori, såsom konstruktivismen og inquiry-based naturvidenskabsundervisning. Den her præsenterede artikel, som Jan Alexis Nielsen har oversat for MONA fra tysk, er et glødende og meget elegant formuleret indlæg om eksemplarisk undervisning. Frederik Voetmann Christiansen har skrevet en introduktion (og har i øvrigt lovet MONA at følge op på emnet i næste nummer).

Sidste nummers fire artikler og analyser har foranlediget fem kommentarer. Jan Alexis Niensens artikel om gymnasieelevers argumentation har Signe Brandt Larsen og Claus Jessen, Ørestad Gymnasium, reageret på i *Det "saglige" og det "faglige"*. De diskuterer de "nye" vilkår og krav som de naturvidenskabelige fag opererer under i dagens gymnasium hvor almindelsen og demokrati-forventninger spiller en stedse vigtigere rolle. Arne Mogensens beskrivelse af tilstedeværelsen (også den manglende ditto) af pointer i matematikundervisningen har her fået to kommentarer med på vejen som begge betoner hvordan der kan være andre signifikante faktorer tilstede i en matematiktime end pointer: Adrian Rau Bull and Lars Reidar Vinding Salomonsen i *Hvad er pointen med matematiske pointer?* og Klaus Rasmussen i *Pointer og Lektionsstudier*.

Robert Evans og Sebastian Horsts beskrivelse og analyse af nye mål for naturfagsundervisningen i USA (om Rapporten *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts and Core Ideas*) får også to kommentarer, først en fra ministerielt hold, nemlig fagkonsulenterne Jette Rygaard Poulsen og Keld Nørgaard fra MBU der i *Mere brobygning – tak!* hilser det amerikanske initiativ velkomment og vurderer hvordan dets anbefalinger tager sig ud i dansk lys. Dernæst en kommentar fra en forskers perspektiv: Tom Børsen giver i *Naturfag i kontekst* sin vurdering af hvad der er stærkt, og hvad der ikke er helt så overbevisende i rapporten.

Anmeldelsesafsnittet bevæger sig denne gang ind på nyt territorium ved at annoncere en hjemmeside. Jesper Bruun har set nærmere på *fysikhistorie.dk* og videregiver her sine indtryk og vurderinger. Materialer fra internettet spiller jo en stedse større rolle i undervisning og læring, og MONAs anmeldere vil fremover jævnligt kaste et blik på hvad der rø'r sig dér.

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

Matematiklærerprofessionen i et institutionelt perspektiv



Carl Winsløw, Institut for
Naturfagenes Didaktik,
Københavns Universitet

Abstract: *Artiklen tager udgangspunkt i de udfordringer som lærerprofessionen – og mere specifikt professionen som matematikunderviser – står over for. En nærmere analyse af disse udfordringer omfatter rammer og betingelser for udøvelsen af professionen som falder uden for den klassiske didaktiks rammer. For at præsentere elementer af en sådan analyse introduceres derfor et relativt nyt forskningsprogram i matematikkens didaktik, den antropologiske teori om det didaktiske (ATD), som eksplicit fokuserer på institutionelle betingelser for undervisning og muliggør et komparativt perspektiv i hvilket man kan identificere centrale forskelle, dvs. afgørende betingelser som varierer fra institution til institution og dermed – i det mindste principielt – kan forandres.*

1. Matematiklærerprofessionen som problem

Det er blevet almindeligt at sige at vi lever i et “videnssamfund” – selvom man nok snarere burde tale om et uddannelses- og teknologisamfund. I det mindste udtrykkes videnssamfundets politiske og økonomiske konsekvenser aldrig som efterspørgsel på viden (dvs. som ubesvarede spørgsmål), men derimod meget hyppigt som krav om mere og bedre uddannelse og især om mere og bedre teknologi – som man rutinemæssigt, men fejlagtigt kalder videnskab (jf. Eco, 2002). Uddannelser begrundes i øvrigt hovedsageligt med de behov som udnyttelse og udvikling af teknologi skaber.

Matematikens rolle som basis for store dele af den teknologiske udvikling – ikke mindst den computerbaserede – har allerede i en del årtier givet faget en særstatus i den skolepolitiske debat, ikke mindst internationalt. De hyppigt skiftende og i det store hele voksende krav om matematikfærdigheder indebærer også større krav om professionalisme i løsningen af uddannelsesopgaven. Selvom løsningen afhænger af flere andre faktorer, stiller dette dog alligevel matematiklæreren i et skarpt projektørlys: Hvad skal hun kunne og vide for at leve op til disse krav og forventninger? I et uddannelses- og teknologisamfund forenkles spørgsmålet hurtigt til: Hvilken uddannelse – evt. efteruddannelse – skal hun have, og hvilke teknologiske hjælpe-

midler (i bred forstand) skal udvikles og stilles til hendes disposition? Det er klart at faget matematik på en eller anden måde (fx afhængigt af hvordan "matematik" forstås) indgår i svar på disse spørgsmål, men det er langt fra klart hvordan. Dertil kommer at både uddannelse og teknologi som regel afhænger af andet og mere end matematikundervisningens betingelser. Og endelig er det væsentligt at fastholde det oprindelige spørgsmål om lærerens viden og kunnen – og disses samspil med såvel professionens praksis som andre sammenhænge hvor denne viden udvikles (gennem forskning i en eller anden forstand).

I denne artikel vil vi derfor først se på nogle af matematikdidaktikkens nyere forudsætninger for og redskaber til at afklare disse spørgsmål, og derpå kaster vi os ud i deres aktuelle status og et par mulige løsninger i dansk sammenhæng.

2. Lidt historisk baggrund

Didaktikkens centrale genstandsområde beskrives ofte vha. den didaktiske trekant som betoner samspillet mellem tre hovedelementer i en undervisningssituation (lærer, elever og fagligt stof; se fx Winsløw, 2006, s. 16). Den tidlige europæiske fagdidaktik fokuserede primært på organiseringen af undervisningsfagligt indhold – *stoffet*. Fra slutningen af 60'erne fik den psykologiske videnskab stigende indflydelse også i matematikdidaktisk forskning, hvilket specielt ledte til en større forskningsmæssig opmærksomhed på *elevens* læreprocesser (ibid., kap. 5-6). Et sådant perspektiv lader let både betydning og organisering af indholdets art noget i baggrunden samtidig med at det sociale perspektiv ignoreres; og undervisning er jo sjældent rettet mod en enkelt elev. Man kan fortolke anerkendelsen af disse mangler ved en psykologisk baseret didaktik som baggrunden for en række nyere fagdidaktiske teoridannelser som især har vundet udbredelse siden 1980'erne, og som typisk ikke er mere fagspecifikke. Et fremtrædende eksempel er teorien om didaktiske situationer i matematik (ibid., kap. 7) som tilbyder nye metoder og modeller til at beskrive og designe samspillet mellem elever og "indhold" (nu modelleret som et struktureret didaktisk miljø), mellem eleverne og mellem disse og deres lærer. Man kan sige at vi her ser en slags syntese mellem den ensidige interesse for henholdsvis stof og elever, idet hovedfokus nu er *relationen* mellem eleverne og et matematisk indhold – uanset om det beskrives som emner eller kompetencer. Lærerens rolle opfattes så i højere grad som det at formidle denne relation gennem passende udfordringer, evalueringer osv.

Det tredje element i undervisningssituationen – læreren – er først blevet et centralt tema i den matematikdidaktiske forskning inden for de seneste par tiår, idet man er blevet mere opmærksom på den betydning som lærerens praksis, viden og forestillinger kan have for undervisningens forløb og resultater. Matematikdidaktisk forskning og matematiklæreruddannelse er gensidigt afhængige i mange lande, og sådan har det

været siden de første lærestole i matematikdidaktik blev oprettet i Tyskland i de sidste årtier af 1800-tallet. Ikke mindst i 70'erne og 80'erne blev etableringen af nye centre og institutter for matematikdidaktisk forskning mange steder direkte *motiveret* af at der gennem uddannelse skulle formidles ny og opdateret viden i læreruddannelsen. Måske netop af den grund har matematiklæreren og hendes uddannelse ikke selv været opfattet som en væsentlig del af genstandsfeltet for forskningen der jo derved ville komme til at handle om sig selv eller i hvert fald sine egne institutionelle betingelser.

Den nye forskningsmæssige interesse for matematiklærere og deres uddannelse nødvendiggør således en mere systematisk analyse af institutionelle betingelser – fx læreruddannelsens og skolevæsenets grundlæggende indretning. De kan ikke blot anses som “givne naturbetingelser”. Især internationale sammenligninger af matematikundervisningens resultater (PISA mv.) har åbnet for – eller ligefrem nødvendiggjort – at matematikdidaktikere “ser ud over” egne institutionelle og nationale forhold, og mere alment har internationaliseringen af matematikdidaktisk forskning ledt til institutionelle perspektiver på matematikundervisning og læreruddannelse, som man kunne kalde “makrodidaktiske” i modsætning til den “mikrodidaktiske” interesse for matematikundervisningens finmekanik. Men det er også klart at det institutionelle perspektiv kun bliver didaktisk hvis det ses i sammenhæng med konkret undervisningspraksis (mikrodidaktik) – ellers bedriver man slet og ret amatørsociologi.

I de følgende afsnit introduceres og bruges derfor elementer af *den antropologiske teori om det didaktiske* (se fx Bosch & Gascón, 2006) som redskab til at analysere en række aktuelle spørgsmål vedrørende matematiklæreres praksis, viden og uddannelse. Denne teori – som måske på dansk mere retvisende skal kaldes et *forskningsprogram* (jf. Winsløw, 2006, s. 34) – er efter min mening blandt de allervigtigste af matematikdidaktikkens nyere landvindinger, et synspunkt som fx bestyrkes af at teoriens grundlægger, Yves Chevallard, i 2010 blev tildelt den prestigøse *Hans Freudenthal-pris* (Artigue, 2010). At teorien også er så godt som ukendt i Danmark, motiverer yderligere at vi her bruger lidt plads på at introducere den, selvom det naturligvis må blive relativt kort og målrettet artiklens emne. Det skal i øvrigt understreges at ATD ikke har meget andet end navnet tilfælles med den humanvidenskabelige disciplin antropologi.

3. Om praksis, teori og institutioner

Et gennemgående tema i diskussionen af professionsuddannelser er sammenhængen mellem “praksis” og “teori” – forstået som henholdsvis udøvelsen af professionen og en såkaldt akademisk teori som i det væsentlige hører uddannelsen til. Men i det mindste når det gælder matematiklæreruddannelse, er de to kategorier noget forvirrende idet lærerens praksis er at formidle et mere eller mindre teoretisk fag – man kan sige at “teori” er en del af “praksis” i dette tilfælde. At der også findes teoretisk

baseret (fx matematikdidaktisk) viden om lærerens praksis, betyder blot at der også er en vis forvirring omkring hvad der menes med "teori".

Den antropologiske teori om det didaktiske (i det følgende forkortet ATD) begynder med at præcisere forskelle og sammenhænge mellem "praksis" og "teori": En *praksis* består af en bestemt type af opgaver eller udfordringer sammen med systematiske måder at løse dem på (kaldet *teknikker*). Et eksempel på en *matematisk praksis* kan være opgavetyperen "at løse førstegradslikninger" og en eller flere måder at gøre det på. Når vi beskriver praksis, bruger vi sproglige ytringer og i mange tilfælde også mere sammenhængende systemer af begreber, følgeslutninger osv. – denne sproglige beskrivelse og begrundelse af praksis kaldes *teori*. Fx kan en teknik hørende til opgavetyperen "Løs $ax + b = c$ " både forklares og begrundes inden for en algebraisk teori – og, mere uformelt, på mange andre måder. Det afgørende er nu at *teori udspringer af praksis* som den tjener til at forklare og begrunde. Samtidig kan praksis (ikke mindst i tilfældet matematisk praksis) være mere eller mindre utænkelig uden teoretiske beskrivelser og begrundelser – her adskiller mennesker sig både fra dyr og computere. Praksis og teori er altså – i den forstand som er skitseret ovenfor – uadskillelige sider af menneskelig aktivitet. En praksis og den tilhørende teori kaldes i ATD for *en prakseologi*. Man kan altså have en prakseologi om at løse førstegradslikninger, en anden for polynomiedivision og en tredje for at pudse vinduer. Vi bemærker at mange praksisser kan dele samme teori, og det er da også en væsentlig side af teori at skabe sammenhæng mellem "beslægtede" praksisser.

Når vi taler om menneskelig praksis, er der selvfølgelig individer som udfører den. Alligevel er praksis i antropologisk forstand ikke knyttet til individer, men til større eller mindre *grupper af individer* som udøver den. Det er normalt sådan at individerne har forskellige roller i forhold til praksis, dvs. at der er forskellige *positioner* som individer kan indtage i gruppen, hvor altså ikke alle nødvendigvis er involveret i alle dele af den praksis som forener gruppen. En institution kan således mere præcist karakteriseres som *en samling af prakseologier kombineret med en samling af positioner i forhold til disse* (jf. Chevallard, 2009).

Denne definition omfatter dels alle de menneskelige fællesskaber vi normalt kalder "institutioner" (fx FN, den danske folkeskole og Sengeløkke Sangkor), dels hvad Chevallard kalder *mikroinstitutioner*, fx en skoleklasse og deres matematiklærer *i relation til en bestemt samling af prakseologier*. Man skal her lægge mærke til at institutioner ikke er karakteriseret ved de konkrete individer der på et givent tidspunkt indgår i dem, men i stedet ved de positioner individer kan indtage i forhold til hinanden og til prakseologierne. Fx kan vi tale om "den danske folkeskole" over lang tid uanset at lærere, elever og andre aktører løbende udskiftes, og uanset at positioner og prakseologier løbende undergår mindre forandringer. Institutionerne – og deres prakseologier – har "deres eget liv" med stabile egenskaber der ikke afhænger af de

aktuelle aktører. Det er specielt kun derfor det er muligt og meningsfuldt at forske i institutioners praksis.

Vi kan i øvrigt her knytte en bemærkning til den nødvendige skelnen mellem videnskab og teknologi. Mens videnskab organiseres i selvstændige prakseologier og institutioner og specielt udvikler sine egne teorier, så handler teknologi alene om teknikker – om at løse bestemte opgaver bedre, hurtigere eller mere effektivt. Det er så bl.a. den matematiske videnskabs privilegium at dens teknikker overraskende ofte kan anvendes til teknologiske formål. Det man sommetider kalder udviklingsarbejde i uddannelsessammenhæng, handler også om at udvikle og beskrive teknikker til en eller flere uddannelsesinstitutioner – og kunne dermed kaldes “pædagogisk teknologi”. Matematikdidaktik som videnskab kan med rette have som ambition at bidrage til sådanne teknologier, men er kun en videnskab i kraft af selvstændige institutioner og prakseologier.

4. Det didaktiske – og didaktiske prakseologier

Men vi er ved at forhaste os lidt. For hvad karakteriserer uddannelsesinstitutioner, eller, som det hedder i ATD, “didaktiske institutioner”? Hvad betyder “didaktisk”, og hvorfor kaldes teorien “antropologisk”? Svaret på disse spørgsmål er det samme: Det er en fundamental mulighed og nødvendighed for eksistensen af (menneskelige) prakseologier og institutioner at individer udefra kan tilegne sig prakseologierne, dels gennem deltagelse i praksis (*learning by doing*), dels gennem beskrivelse og begrundelse af dem (det vi lidt forenklet har kaldt teori, og som ikke mindst er vigtigt for tilegnelsen af en “kompliceret” praksis). Denne tilegnelse kan endvidere organiseres intentionelt – ordet *didaktisk* henviser per definition til en sådan intention.

Givet en prakseologi P som man i et eller andet omfang selv kan udøve, kan man stille sig den *didaktiske* opgave det er at skabe betingelser som muliggør at andre end en selv udøver P . Denne opgave løses selvfølgelig med didaktiske teknikker (som afhænger af P) og leder mere alment til en *didaktisk prakseologi*, som vi vil betegne δP (hvor det bløde “d” indikerer at δP delvist er afledt af P). Det er en indbygget egenskab ved en didaktisk prakseologi at etablere to fundamentalt forskellige positioner i forhold til P : den, der udøver δP (fx kaldet læreren) med henblik på at en eller flere andre (kaldet elever, studerende, lærlinge osv.) bliver i stand til at udøve P – dvs. løse dens opgaver, bruge dens teknikker og måske også i et eller andet omfang beherske den teoretiske overbygning. Disse to positioner, lærer og lærende, er den grundlæggende og minimale egenskab for en didaktisk institution, som naturligvis kan have langt flere og mere specifikke positioner end blot de to.

En didaktisk prakseologi δP er ikke kun praksis, men også teori. Det betyder at den har sit eget selvstændige liv som ikke blot er afledt af P , men også – over tid – kan

modificere P . I ATD er denne vekselvirkning mellem P og δP en afgørende pointe. Matematikdidaktikken som videnskab udgøres af prakseologier som tager udgangspunkt i problemstillinger ("opgaver") vedrørende denne vekselvirkning og dens institutionelle betingelser; den indeholder altså specielt studiet af *såvel* matematiske som didaktiske prakseologier, og således kan ingen matematikdidaktisk prakseologi være "matematikfri".

At didaktiske institutioner ikke blot viderefører prakseologier ubeset og uforandret, men også udvikler og omformer dem fx i lyset af mere overordnede hensyn og betingelser, er essensen i hvad ATD kalder *didaktisk transposition* – dvs. udvikling og tillempling af prakseologier inden for rammerne af den didaktiske institution. Disse rammer omfatter både indre og ydre betingelser – hvor de ydre typisk angår krav og muligheder for så vidt angår elevernes udøvelse af P , og de indre er afledt af den didaktiske institutions egne teorier og specielt den sammenhæng de (fx af praktiske grunde) søger at etablere mellem forskellige didaktiske prakseologier. Hvis de ydre betingelser fx indebærer at elever i 9. klasse skal kunne foretage simple beregninger med "procenter", kan de indre (fx hvad tilgængelige lommeregnerne kan) måske lede til udvikling og brug af teknikker og teorier om hvordan man svarer på bestemte slags spørgsmål med procenter, fx i termer af de operationer eller ligefrem knapper man skal bruge – og hvordan man skelner mellem forskellige typer af opgaver.

Det hører til blandt de mest grundlæggende indsigter i moderne didaktik at didaktisk transposition ikke blot er *tradition* – altså direkte overførsel af prakseologier – men også, i og med at den ledsages af en egen teori, indebærer udviklinger og tillemplinger som indimellem forandrer prakseologierne meget betydeligt. Det er nok ikke tilfældigt at denne indsigt fremtræder med særlig styrke i studiet af skolefaget matematik som uden sammenligning er både det største og ældste i verden. Her kan man fx følge transpositioner af Euklids *Elementer* (300 f.v.t.) helt op i nutidens didaktiske prakseologier.

5. Studiet af matematiklærerpraksis og dens betingelser

Matematiklærerens position er altså at udøve en række prakseologier af typen δP , hvor P er en matematisk prakseologi (i bred forstand) som omformes både af δP og af en række ydre og indre betingelser i den didaktiske institution. Matematiklærerens autonomi i forhold til den didaktiske transposition kan anskues såvel fra et individuelt som fra et institutionelt perspektiv. Store dele af den matematikdidaktiske litteratur om matematiklærerpraksis fokuserer på det første, dvs. på matematiklærerens "personlige" teknikker og teorier vedrørende P og δP i forbindelse med en konkret undervisningssituation. Selvom dette mikrodidaktiske perspektiv også i mange sammenhænge afspejler matematiklærerens egen oplevelse af sin praksis, rummer det også en fare

for at overse det institutionelle perspektiv – dvs. de mange former for bestemmelse som udøves af andre medlemmer og betingelser i den didaktiske institution.

De kan naturligvis også være mere eller mindre stærke. I Danmark er der som i mange andre vestlige lande en betydelig tradition for at hævde lærerens autonomi i egen klasse som noget karakteristisk og positivt ved undervisningsarbejdet. Med lærerens autonomi menes normalt friheden til at planlægge og gennemføre undervisningen med “egne metoder” (altså selvvalgte didaktiske teknikker); udtrykket afspejler også den almindelige situation at læreren står alene med selve undervisningssituationen og planlægningen af den. Men det er klart at der kun er tale om begrænset og relativ autonomi fordi læreren er afhængig af indre og ydre bestemmelser af δP : krav til indhold og resultater i elevernes udøvelse af P (fx målt ved test og eksamener), tilgængelige ressourcer, andre kilder til teknikker for δP (lærebøger, emu.dk mv.) og institutionens egne rammer og normer (fx tidsskemaer og pædagogiske principper).

ATD opererer med en række veldefinerede niveauer af didaktisk bestemmelse (se fx Bosch & Gascón, 2006; Artigue & Winsløw, 2010). Det indebærer at undervisningssituationen analyseres i sammenhæng med de betingelser som er med til at bestemme den – fx betingelser i læreplan, skolen og samfundet. Et af de mest interessante perspektiver i ATD-baseret forskning er at demonstrere i hvor høj grad “lærerens autonomi” ofte er en illusion, og at mange funktionsproblemer i undervisningen kan spores direkte til paradokser og modsætninger i den ydre og indre didaktiske bestemmelse. I mange tilfælde kan ATD-baseret analyse af længere undervisningsforløb og deres didaktiske bestemmelse således med stor præcision demonstrere hvordan en læreplan kombineret med tidsmæssige rammer tvinger læreren til at gennemspille en række indbyrdes usammenhængende matematiske temaer (dvs. indøve uafhængige og ufuldstændige matematiske prakseologier).

Fx viser Barbé et al. (2005) hvordan introduktionen i det spanske gymnasium af grænseværdi og kontinuitet af funktioner bliver usammenhængende fordi læseplanen og tidspresset ikke giver mulighed for at stille og besvare spørgsmål vedrørende eksistens af grænseværdi (kun *beregning* – “kan man finde grænseværdien, findes den”). At kontinuitet defineres som den situation hvor funktionsværdien i et punkt er lig med grænseværdien i punktet, bliver næsten cirkulært fordi “indsættelse” af punktet i et funktionsudtryk (efter en algebraisk omskrivning) indgår i alle de af eleverne kendte teknikker til at finde en grænseværdi. På den anden side foreskriver læreplanen at eleverne behersker visse algebraiske teknikker til at finde grænseværdier, og at de møder en definition af kontinuitet; de to ting kan blot ikke bringes i meningsfuld sammenhæng på det foreliggende grundlag. De realiserede prakseologier svarer derfor til de foreskrevne, og det er i dem sammenhængsproblemet er. Artiklen, som tager udgangspunkt i en række klasserumsobservationer, giver således en mere dybdegående analyse af hvad der ved første øjekast bare ligner dårlig, usammenhængende undervisning.

En analyse af undervisningen alene kan således afdække funktionsproblemer i de enkelte situationer (fx usikkerhed i elevernes matematiske praksis) og deres indbyrdes sammenhæng. Under den antagelse at læreren er autonom, bliver hun så mere eller mindre eksplicit gjort ansvarlig for problemerne. En konventionel analyse af samspillet mellem δP og P , som antager at læreren på egen hånd konstruerer δP , må jo pege på det tekniske niveau i δP som kilden til mangler i P .

Det institutionelle perspektiv afviser den klassiske didaktiske illusion om lærerens totale autonomi. Dermed stilles der også nye krav til den *empiriske basis* for analysen. Alene det at studere de umiddelbare institutionelle forudsætninger for matematiklærerens didaktiske prakseologier gør det nødvendigt at skaffe sig viden om såkaldte *paradidaktiske prakseologier* (cf. Winsløw, 2011; Miyakawa & Winsløw, u. udg.) som indgår i lærerens arbejde med undervisningen *uden for* selve denne – fx forberedelse og efterbearbejdning af undervisningen, lærermøder osv. Et ATD-baseret pilotprojekt om komparativ evaluering af lærerprakseologier i mikroinstitutioner er for nylig gennemført af Durand-Guerrier, Winsløw & Yoshida (2010).

Vi støder allerede her på ressourcer og betingelser som ikke altid er synlige i selve undervisningen. Blandt de ret oplagte ressourcer i lærerens arbejde (jf. Gueudet & Trouche, 2009) kan fx nævnes: lærebøger – også sådanne som ikke bruges direkte i undervisningen – læreplaner, samtaler med kolleger, online materiale osv. Som et dansk eksempel på studier af paradidaktiske prakseologier kan nævnes et nyere kandidatspeciale (Svendsen, 2009) der bl.a. viser den centrale rolle som tidligere eksamenssæt spiller for i det mindste nogle gymnasielæreres valg og konstruktion af opgaver og eksempler til brug i matematikundervisningen. Kort sagt indebærer det institutionelle perspektiv ikke blot at didaktikken beskæftiger sig med *hele* lærernes praksis (individuel såvel som kollektiv, i klasseværelset såvel som andre steder) og med *alle* dens betingelser og forudsætninger (videnskabelige, faglige, administrative, kulturelle osv.) – men også at det gøres i sammenhæng.

6. Institutioner, idioti og opportuniste

Med dette bredere perspektiv kommer vi naturligt også ind på sammenhænge hvor matematiklærere udøver og udvikler δP (og dermed også til P) i fællesskab: i udviklingsarbejder, under efteruddannelse, i faglærergrupper osv. Her kommer der fornyet fokus på karakter og sammenhænge af *teoriblokke*, herunder såvel “fagsprog” som “professionens egne teorier”.

Jo mere “fælles” og “officielle” disse er, des mere udfordrende bliver det at fastholde to afgørende forudsætninger for at en teori kan fungere i en institutionel sammenhæng, nemlig at den for institutionens aktører besidder

- præcision og meningsfuldhed i forhold til praksis
- begreber og begrundelser som der er konsensus om.

Bemærk at disse to kriterier er *interne* for en given institution – tænk fx på folkeskolens matematikundervisning (makro) eller matematiklærergruppen på en given skole (mikro). Det er altså kriterier som drejer sig om institutionens egne behov for at dele og udvikle egen praksis.

I begge de nævnte eksempler er der naturligvis også begrundelser og begreber som “trænger sig på” udefra, fx gennem læreplaner og anden skolelovgivning. Der kan så opstå en konflikt mellem de to nævnte kriterier på den ene side og behovet for overensstemmelse med de udefrakommende bestemmelser på den anden.

Et historisk eksempel i matematikundervisningssammenhæng er den periode hvor “den ny matematik” blev indført i Danmark og en række andre lande. Et aktuelt eksempel er de ihærdige forsøg på at give “de otte kompetencer” (Niss et al., 2002) mening i forhold til undervisningspraksis i folkeskolens matematikfag, som fx udtrykt i beskrivelsen af et udviklingsprojekt (Kjeldsen & Westphael, 2008):

I 2002 udkom komrapporten med et forslag til en anderledes beskrivelse af indholdet af matematikundervisningen på alle niveauer i uddannelsessystemet. Den har efterfølgende haft stor indflydelse, idet både Fælles Mål for matematik i folkeskolen (...) er beskrevet i forhold til kompetencebeskrivelsen. (...) Derfor er formålet med dette udviklingsprojekt at se på lærernes planlægning, målsætning og evaluering af undervisningen og forsøge at få den ind i den begrebsramme, som kompetencetænkningen danner. Dette er i overensstemmelse med KOM-rapportens anbefalinger ...

En tilsvarende bestræbelse på at “implementere kompetencetænkningen” (en didaktisk teori) i undervisningen (didaktisk praksis) finder vi mere eller mindre tydelige spor af i en del aktuelle efteruddannelsesaktiviteter, lærebøger mv. Udfordringen er bl.a. at de abstrakte kompetencekategorier i udgangspunktet er formuleret i en anden institutionel sammenhæng (et ministerielt nedsat udvalg ledet af universitetsforskere) og derfor skal transponeres til undervisningsinstitutionerne. At begreberne i deres oprindelige form og kontekst kan være svære at knytte præcist til lærerens praksis, udelukker selvfølgelig ikke at der som resultat af undervisningsinstitutionens eget arbejde kan udvikles konsensus omkring kategoriernes betydning og brug som teknologi. Men det er ikke automatisk.

I situationer som de nævnte må undervisningsinstitutionerne finde en balance mellem på den ene side behovet for at opretholde konsistens og konsensus i egne teoriblokke (herunder interne diskurser og normer) og på den anden side nødvendigheden af at tilpasse sig til omgivelsernes (især overordnede institutioners) be-

stemmelser og betingelser. At institutioner på visse punkter “tænker” som en slags kollektivt individ (jf. Douglas, 1987), betyder også at de reagerer på en af følgende to måder når det opleves som svært eller umuligt at forene en ovenfrakommende teori med institutionens prakseologier i øvrigt:

- Institutionen lukker sig om sig selv, dvs. udvikler *institutionel idioti* (efter den oprindelige betydning af det græske ἰδιος, “sig selv (nok)”).
- Institutionen underkaster sig på overfladen den udefrakommende teori uden at den får selvstændig betydning for praksis, en situation man kunne kalde *institutionel opportunisme*.

Begge reaktionsmønstre er almindelige i både forsknings- og undervisningsinstitutioner, og det er mere udtrykkene end resultaterne der er forskellige, i den forstand at prakseologierne i de ramte institutioner bliver præget af defensiv stilstand. Og før eller siden fører situationen også til konflikter og barrierer mellem institutionerne som på samfundsniveau (jf. fx Winsløw, 2006, kap. 2) kan være yderst skadelige og vanskelige at gøre noget ved.

7. Det komparative perspektiv

I de fleste lande kan man identificere i det mindste fem typer af institutioner der på forskellig måde har betydning for matematikundervisningen:

- De institutioner, hvor undervisningen foregår (folkeskole og gymnasiet i Danmark)
- Læreruddannelsesinstitutioner (professionshøjskoler og universiteter i Danmark)
- Matematikdidaktiske forskningsinstitutioner (i Danmark hovedsageligt mindre grupper af forskere på universiteterne)
- Matematiske forskningsinstitutioner (i Danmark hovedsageligt universitetsinstitutter)
- Offentlige forvaltningsinstitutioner (i Danmark to ministerier og 98 kommuner).

I Danmark er samspillet mellem disse fem typer mere eller mindre officielt organiseret i to “søjler” som formelt kun har overlap i ministerierne. I første søjle finder vi folkeskoler, professionshøjskoler, kommuner samt de relevante ministerier; i den anden søjle har vi gymnasier, universiteter og de to ministerier. De to ministerier udstikker bestemmelser for henholdsvis undervisningen i folkeskoler og gymnasier og for de tilsvarende læreruddannelser, men de to søjler har hver deres afdelinger i ministerierne. For så vidt angår den akademiske praksis, kan man vel sige at gymnasierne traditionelt refererer til de matematiske forskningsinstitutioner og deres matematiske

prakseologier, mens folkeskolen og professionshøjskolerne i højere grad har udviklet en egen matematikfaglighed, undertiden med referencer til universitær matematikdidaktisk teori og praksis. Det fører dels til større og mindre forskelle i de matematiske prakseologier som eleverne møder i de to typer af undervisningsinstitutioner, dels til ganske radikale forskelle i læreruddannelsernes organisering og indhold. Man kan analysere begge de eksempler på reformbestræbelser som blev berørt i forrige afsnit (den ny matematik og teorien om matematiske kompetencer) som motiveret af intentioner om at bryde de uomtvistelige tegn på idioti og opportunisme som findes i begge søjler og også mere lokalt i deres institutioner. Niss et al. (kap. 10.3) taler således om denne centrale udfordring som “to vidt forskellige matematiklærerkulturer”, omend det også påpeges at der er tale om en forenkling af situationen.

Et komparativt perspektiv på institutioner og deres prakseologier handler netop om at identificere *forskelle* og årsagerne til dem, fx institutionelle barrierer skabt af manglende fælles teori. De kan altså iagttages allerede på et nationalt niveau. Men de fremtræder med særlig tydelighed som institutionelle fænomener når vi sammenligner forholdene i forskellige lande og kulturer, og det er ikke mindst i et sådant komparativt perspektiv at ATD kan udfolde sin fulde styrke som analyseapparat (se Artigue & Winsløw, 2010). Når det fx er muligt at påstå at elevernes matematiske prakseologier – og især deres praksis – meningsfuldt kan sammenlignes på tværs af alverdens lande og kulturer, skyldes det jo en forestilling om at deres og samfundenes behov for sådanne prakseologier er sammenlignelige, hvis ikke ens, i en verden der mere eller mindre velbegrunder betegnes som “globaliseret”. I givet fald bliver også matematikundervisningens institutioner og de institutioner som de afhænger af (fx læreruddannelsen), naturligvis genstand for en lignende sammenligning. Analysen af forudsætninger, metoder og slutninger i sådanne sammenligninger kan ikke foretages meningsfuldt med mindre matematiske og matematikdidaktiske prakseologier ses i sammenhæng med interne og eksterne institutionelle forhold, herunder naturligvis også lærernes paradidaktiske prakseologier.

Min egen forskning på dette område har i høj grad fokuseret på prakseologier og institutioner i og omkring japansk skoleundervisning. Jeg vil her pege på to bøger af amerikansk oprindelse som jeg det seneste tiår har anbefalet til alle med professionel interesse for skolens matematikundervisning, og som har motiveret og fortsætter med at motivere mange til at rette det komparative perspektiv mod Østasien:

- Stigler og Hieberts bog *The Teaching Gap* (1998), baseret bl.a. på de første TIMSS-video-studier af matematikundervisningspraksis i 8. klasse i USA, Tyskland og Japan
- Liping Mas bog (og ph.d.-afhandling) *Knowing and Teaching Elementary Mathematics* fra 1999, som sammenligner kinesiske og amerikanske matematiklæreres prak-

sis (i og uden for undervisningen) med den både overraskende og overbevisende konklusion at de kinesiske lærere er de amerikanske kolleger meget overlegne.

I begge tilfælde peger forfatterne netop på hvad man i ATD ville kalde for *paradidaktiske prakseologier* som den afgørende kilde til de østasiatiske læreres mere avancerede didaktiske prakseologier. Disse prakseologier lever i institutioner der kort kan beskrives som *paradidaktiske mikroinstitutioner for udvikling af matematiklæreres praksis og viden*. Den afgørende forskel på de amerikanske og de kinesiske lærere i Liping Mas bog er at amerikanerne mangler sådanne institutioner idet de forbereder og gennemfører deres undervisning alene. Det samme forhold peger Stigler og Hiebert på i deres bog, idet de især fremhæver den japanske praksis *lesson study* (på dansk *lektionsstudium*, jf. Winsløw, 2006, s. 185 f.; Winsløw, 2009). Det centrale element i lektionsstudiet er et lærerteams fælles planlægning og observation af en matematiktime, ofte gentaget i flere iterationer. I den engelsktalende verden er lektionsstudier blevet ret almindelige inden for de seneste ti år. I Danmark er der i perioden 2008-2010 gennemført et pilotprojekt med lektionsstudier inden for rammerne af det daværende nationale center for matematikdidaktik (NAVIMAT) (jf. Bilsted, 2010).

Det mest centrale træk ved den japanske lektionsstudiepraksis er nok det i og for sig banale at *lærere regelmæssigt observerer hinandens undervisningspraksis og reflekterer over den sammen på basis af konkrete mål for den observerede undervisning*. Dette element genfindes i det ligeledes japanske format *open lesson* (offentlig lektion, se Miyakawa & Winsløw, u. udg.). At det ikke er så banalt endda, ses af at det springer i øjnene som en radikal *forskel* mellem fx dansk og japansk matematikundervisningspraksis. Det drejer sig mere præcist om forskelle i paradidaktiske prakseologier, herunder ikke blot paradidaktisk *praksis*, men også fælles *teori* (herunder diskurser og normer) for denne praksis.

Lad os her dvæle lidt ved det faktum at en professionel praksis kun bliver professionel når den har et grundlag der overskrider den individuelle udøvers "knowhow". Man kan fx tænke på forskellen mellem en *healer* og en praktiserende læge. En rigtig profession bygger på et fælles og stærkt vidensgrundlag, hvilket bl.a. fordrer et veludviklet *fælles fagsprog*. For matematiklærere drejer det sig om fælles teori om lærernes matematiske og didaktiske praksis. Japanske matematiklæreres fagsprog er så avanceret at der findes hele ordbøger for begyndere (fx lærerstuderende). Det omfatter både egen matematisk teori, med termer som kan bruges til præcist at beskrive enkeltdele af skolens matematik (fx opgavetyper, repræsentationsformer mv.), og *didaktisk* teori med termer som handler om undervisningens form og metoder. Man kan ikke blot sige at det drejer sig om "terminologi": At udvikle et præcist fagsprog hænger nøje sammen med udviklingen af den professionelle viden. Miyakawa & Winsløw (u. udg.) præsenterer en uddybning af dette på basis af et detaljeret casestudium. Vi vil her

nøjes med at konstatere at selve det at etablere paradidaktiske mikroinstitutioner efter japansk (eller kinesisk) forbillede ikke kan ventes straks at fungere som i Japan eller Kina alene fordi det at udvikle et fælles og avanceret fagsprog tager lang tid. Når man derimod udefra forsøger at påtvinge professionen en teori om professionens egen praksis, fører det som nævnt let til opportunisme og idioti.

Det hører med til den institutionelle analyse at japanske mikroinstitutioner som lektionsstudieteam og åbne lektioner fungerer som de gør, i kraft af en række andre forudsætninger. Især vil jeg her pege på samspillet mellem makroinstitutioner af de typer vi indledte afsnittet med at ridse op. Skoler er ikke isoleret fra universiteterne der i Japan uddanner lærere til alle niveauer. Ethvert universitet med læreruddannelse har nemlig tilknyttet en eller flere skoler *som en del af institutionen* (det som på engelsk kaldes *attached schools*). Der gennemføres lektionsstudier allerede i selve læreruddannelsen, og heri deltager ikke blot lærerstuderende og erfarne lærere, men også universitetslærere. På alle skoler er det almindeligt at lektionsstudier og åbne lektioner involverer såvel lærere fra andre skoler som gæster udefra, herunder universitetsforskere eller ansatte fra undervisningsafdelingen i den offentlige forvaltning. Disse paradidaktiske institutioner involverer således aktører fra alle de fem typer af makroinstitutioner. Dette samspil omkring *selve professionens kerne* modvirker efter min vurdering en del af den idioti og opportunisme som i dansk sammenhæng præger samspillet mellem makroinstitutionerne og specielt de to "søjler". Det betyder specielt at større læreplansreformer kan gennemføres forholdsvis effektivt og gnidningsfrit (se fx Lewis & Tsuchida, 1997; Winsløw, 2011), og at der er langt større sammenhæng mellem matematiklæreres, matematiklæreruddannes og universitetsforskere praksisologier (såvel på praksis- som på teoriniveau, se fx Miyakawa & Winsløw, 2009). Matematikere og matematikdidaktikere er i øvrigt ofte ansat ved de samme institutter, omend man også i Japan har institutter som alene dyrker den akademiske forskning i matematik. Men til forskel fra fx USA er det dog ikke almindeligt at sådanne institutioner udvikler idiotiske teorier om skolens matematikundervisning (se fx Davidson & Mitchell, 2008).

8. Nødvendige institutionssamspil

Som konklusion på denne relativt overordnede analyse vil jeg tillade mig nogle mere konkrete og personlige forslag til hvordan man kunne fremme udviklingen af matematikunderviserprofessionen i Danmark inden for de aktuelle makroinstitutionelle rammer – dvs. jeg forudsætter at de fem institutionstyper som er nævnt i forrige afsnit, indtil videre forbliver uændrede for så vidt angår deres grundlæggende opgaver og rollefordelinger.

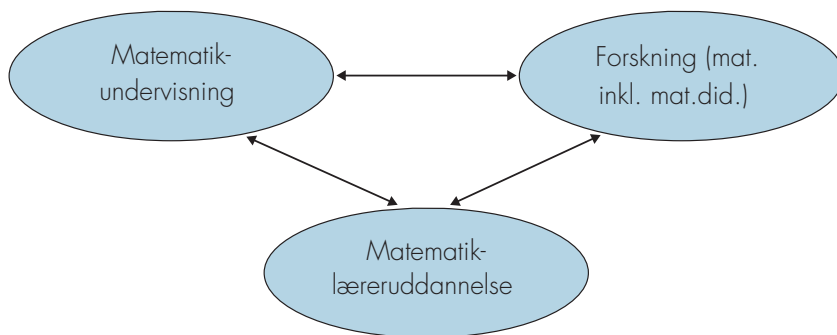
Det vil utvivlsomt være vanskeligt, men nok ikke umuligt, at skabe rammer for længerevarende forsøg med lektionsstudiegrupper i såvel folkeskoler som gymnasier

som involverer aktører fra alle fem typer af institutioner – altså lærere, læreruddannere, forskere (i matematik og matematikdidaktik), fagkonsulenter og andre med administrativt ansvar for matematikundervisningen i skoler og gymnasier.

Man kunne også med fordel lade lektionsstudieformater indgå i læreruddannelserne til begge skoleformer, især hvis det kunne lykkes at skabe forpligtende samarbejder om det mellem skoler og læreruddannelser (universiteter, professionshøjskoler).

Etableringen af nationale fora for matematikundervisning, fx kongresser og tidskrifter, er en forudsætning for at vidensdelingen i mikroinstitutioner kommer til at få mere landsdækkende og blivende rækkevidde, herunder at der udvikles et mere avanceret fagsprog. Også i denne sammenhæng kunne arbejdsformer af lektionsstudietypen være med til at sikre at der ikke blot etableres endnu et lag i hvad Chevallard (1985) kalder *noosfæren* (“den tænkende sfære”) omkring – men hermetisk adskilt fra – professionen. Vi har ikke brug for flere noosfæriske reservater, fx konferencer og seminarer om teori uden klar forbindelse til den relevante praksis (og specielt prakseologier af typen δP). *Når vi mødes med henblik på at udvikle matematiklærerprofessionen, skal den selv være til stede.*

På samme måde er det af stor potentiel betydning at læreruddannelsen og forskningsmiljøerne i matematik og matematikdidaktik integreres. Nyuddannede matematiklærere får førstehåndskendskab til relevant matematikdidaktisk forskning, og de skal også have førstehåndskendskab til matematik som levende fag – altså som et fag hvor grænserne for det kendte fremdeles kan blive og bliver rykket. Det forudsætter omvendt at universiteterne udvikler nye didaktiske teknikker som gør sådanne “indblik” i forskningens verden mulige (se fx Madsen & Winsløw, 2009) – og som gør det muligt for kommende matematiklærere at udvikle og dyrke en livsvarig nysgerrighed i forhold til matematiske og matematikdidaktiske problemer.



Figur 1. Tre hovedgrupper af prakseologier hvis samspil skal styrkes i Danmark, fx ved at udøverne mødes i praksisfællesskaber, og ved at praksisfællesskaberne deler udøvere.

Pointen er altså at de nye former for samspil ikke i første række drejer sig om at "samle aktører" på tværs af institutioner, men om at "samle deres prakseologier"; specielt er det afgørende at undervisningspraksis, og ikke blot teorier om den, bliver konkret tilstedeværende i samspillet. Ikke desto mindre er institutionernes samspil langtfra uafhængige af aktørernes mobilitet mellem dem. For så vidt angår matematiklærerprofessionen, drejer det sig især om følgende tre praksisser (jf. fig. 1): matematikundervisning, matematiklæreruddannelse og forskning (i matematik og matematikdidaktik). Det ville således kunne medvirke til matematiklæreruddannelsens status og styrke hvis læreruddannerne samtidig skulle udøve mindst én af de to øvrige praksisser.

Referencer

- Artigue, M. (2010). The Hans Freudenthal Medal for 2009 Goes to Yves Chevallard, IUFM d'Aix-Marseille, France. *Educational Studies in Mathematics* (kun online). DOI 10.1007/s10649-010-9244-7.
- Artigue, M. & Winsløw, C. (2010). International Comparative Studies on Mathematics Education: A Viewpoint from the Anthropological Theory of Didactics. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 30(1), s. 47-82.
- Barbé, J., Bosch, M., Espinoza, L. & Gascon, J. (2005). Didactic Restrictions on the Teacher's Practice: The Case of Limits of Functions in Spanish High Schools. *Educational Studies in Mathematics*, 59(1-3), s. 235-268.
- Bilsted, E. (Ed.) (2010). *Lektionsstudier i matematikundervisningen*. København, Forlaget NAVI-MAT. Lokaliseret 22. oktober 2012 på www.e-pages.dk/bording/5/
- Bosch, M. & Gascón, J. (2006). Twenty Five Years of the Didactic Transposition. *ICMI Bulletin*, 58, s. 51-65.
- Chevallard, Y. (1985). *La transposition didactique: du savoir savant au savoir enseigné*. Grenoble: La Pensée Sauvage.
- Chevallard, Y. (2009). *La TAD face au professeur des mathématiques*. Manuskript. Lokaliseret den 22. oktober 2012 på: yves.chevallard.free.fr/spip/spip/IMG/pdf/La_TAD_face_au_professeur_de_mathematiques.pdf.
- Davidson, D. & Mitchell, J. (2008). How Is Mathematics Education Philosophy Reflected in the Math Wars? *The Montana Mathematics Enthusiast*, 5(1), s. 143-154.
- Douglas, M. (1987). *How Institutions Think*. London: Routledge & Kegan Paul.
- Durand-Guerrier, V., Winsløw, C. & Yoshida, H. (2010). A Model of Mathematics Teacher Knowledge and a Comparative Study in Denmark, France and Japan. *Annales de Didactique et de Sciences Cognitives*, 15, s. 141-166.
- Eco, U. (2002). Videnskab, teknologi og magi. Tale holdt i Rom, 2002, og senere trykt i dagbladet *La Repubblica*. Dansk oversættelse i essaysamlingen *Fordele og ulemper ved døden*, Forum (2006).

- Gueudet, G. & Trouche, L. (2009). Towards New Documentation Systems for Mathematics Teachers? *Educational Studies in Mathematics Education*, 71, s. 199-218.
- Kjeldsen, D. & Westphal, H. (2008). Åbne opgaver og kompetencebegrebet i folkeskolen Upubliceret projektbeskrivelse.
- Lewis, C. & Tsuchida, I. (1997). Planned Educational Change in Japan: The Case of Elementary Science Instruction. *Journal of Educational Policy*, 12 (5), s. 313-331.
- Madsen, L.M. & Winsløw, C. (2009). Relations Between Teaching and Research in Physical Geography and Mathematics at Research Intensive Universities. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 2009(7), s. 741-763.
- Miyakawa, T. & Winsløw, C. (2009). Didactical Designs for Students' Proportional Reasoning: An "Open Approach" Lesson and a "Fundamental Situation". *Educational Studies in Mathematics*, 72(2), s. 199-218.
- Miyakawa, T. & Winsløw, C. (u. udg.). Developing Mathematics Teacher Knowledge: The Paradigmatic Infrastructure of "Open Lesson" in Japan. Manuskript indsendt til tidsskrift.
- Niss, M. et al. (2002). *Kompetencer og matematiklæring. Ideer og inspiration til udvikling af matematikundervisning i Danmark*. København: Undervisningsministeriet.
- Svendsen, J. (2009). *Matematiklærerens forberedelse*. Kandidatspeciale, Institut for Naturfagenes Didaktik, Københavns Universitet. Lokaliseret 22. oktober 2012 på: www.ind.ku.dk/publikationer/studenterserien/studenterserie9/.
- Winsløw, C. (2006). *Didaktiske elementer – en indføring i matematikkens og naturfagenes didaktik*. Frederiksberg: Biofolia.
- Winsløw, C. (2009). Et mysterium om tal – og japanske lektionsstudier. *MONA*, 2009(1), s. 31-43.
- Winsløw, C. (2011). A Comparative Perspective on Teacher Collaboration: The Cases of Lesson Study in Japan and of Multidisciplinary Teaching in Denmark. I: G. Gueudet, B. Pepin & L. Trouche (red.), *Mathematics Curriculum Material and Teacher Documentation: From Textbooks to Shared Living Resources* (s. 291-304). New York: Springer.

English Abstract

The paper starts from current challenges of the teaching profession, in particular the case of mathematics teachers. A deeper analysis of these challenges must account for conditions and contexts of the profession that are beyond the scope of classical didactics. To present elements of such an analysis we introduce a relatively new research programme in the didactics of mathematics, the anthropological theory of the didactical (ATD), which focuses explicitly on institutional conditions for teaching and enables a comparative perspective which can identify central differences, i.e. crucial conditions that vary among institutions, and therefore – in principle – may be changed.

NOTE: Artiklen er en let bearbejdet version af et kapitel med samme titel som er offentliggjort i bogen *Viden om lærere – lærerviden redigeret af M. Andresen og udgivet af forlaget NAVIMAT* (2011).

Brug af interaktive klodser i ingeniørundervisningen



Gunver Majgaard, Mærsk
Mc-Kinney Møller Institutet,
Syddansk Universitet

Abstract: *Interaktive klodser er digitale manipulativer som indgår i kropslig interaktion med brugere. De kan fx anvendes i matematikundervisning i indskolingen og som programmeringsplatform for ingeniørstuderende. I denne artikel bliver der gjort rede for forskelligheder og potentialer ved interaktive klodser i forhold til avancerede grafiske interfaces. Hvad sker der når interaktive klodser og grafiske brugerinterfaces smelter sammen, og hvilke pædagogiske kvaliteter indeholder disse hybride enheder? Der præsenteres et eksempel hvor ingeniørstuderende anvender interaktive klodser med skærme til udvikling af digitalt legetøj til børn. Nogle af de særlige hybride kvaliteter vedrører mulighederne for en rigere fysisk og symbolsk interaktion, fortælling, kollaboration, design i praksis og brugerinddragelse.*

Indledning

Som idealtyper har det været almindeligt at skelne mellem skærbaseret interaktion på den ene side og det rent kropslige samspil med interaktive manipulativer, fx klodser, på den anden (Majgaard, 2011; Sharp, 2007; Dourish, 2004). Skærbaserede medier kendes fra pc'er, tablets og smartphones. Tablets kan fx være iPads. Skærbaserede mediers klassiske styrke er at de kan benytte abstrakte, visuelle og auditive symboler og understøtte intellektuelle læreprocesser. Interaktive klodser kan give en mere følbart fysisk form til symbolsk information og understøtter mere intuitive og kropslige læreprocesser. Der er imidlertid tegn på at de to typer af medier tilnærmer sig hinanden. Traditionelle skærbaserede medier bliver mere sanselige og kropslige i deres interaktion. Og interaktive klodser udstyres med skærme.

Der vil i denne artikel blive gjort rede for forskelligheder og potentialer ved avancerede grafiske og fysiske interfaces. Et interface er en brugergrænseflade, fx en pc-mus eller en skærm. Og der vil blive gjort rede for hvad der sker når interaktive klodser og grafiske brugerinterfaces smelter sammen. I tilknytning hertil sættes der fokus

på hvordan vi uddanner designere af læringsmedier til at kunne forstå og udnytte mediernes komparative styrker.

Som designcase inddrages de ingeniørstuderendes designproces. I foråret 2012 prøvede fjerdesemesterstuderende på lærings- og oplevelsesteknologistudiet kræfter med design af legetøj på den digitale, fysiske platform Sifteo (Sifteo, 2012). Sifteo er en hybrid platform som ligger i krydsfeltet mellem traditionel skærbaseret teknologi og traditionel fysisk interaktiv teknologi hvor hver klods har et lille display. Et Sifteo-sæt består af 3-6 digitale klodser. Klodserne kan registrere hvordan – og om – de er sat sammen, deres orientering i rummet, om de rystes, og om der trykkes på displayet. Klodserne har en radioforbindelse til en computer. Fra en computer downloades applikationer til klodserne. Derudover kan der udvikles nye applikationer til klodserne. De studerende udviklede netop nye applikationer til disse Sifteo-klodser, og de inddrog en målgruppe af 7-8 årige børn i designprocessen. Fra de ingeniørstuderendes synsvinkel drejede det sig mere om at finde ud af hvordan applikationer med spil og leg kunne udformes, med vægten lagt på de kollaborative muligheder, snarere end at designe deciderede lærings-applikationer.

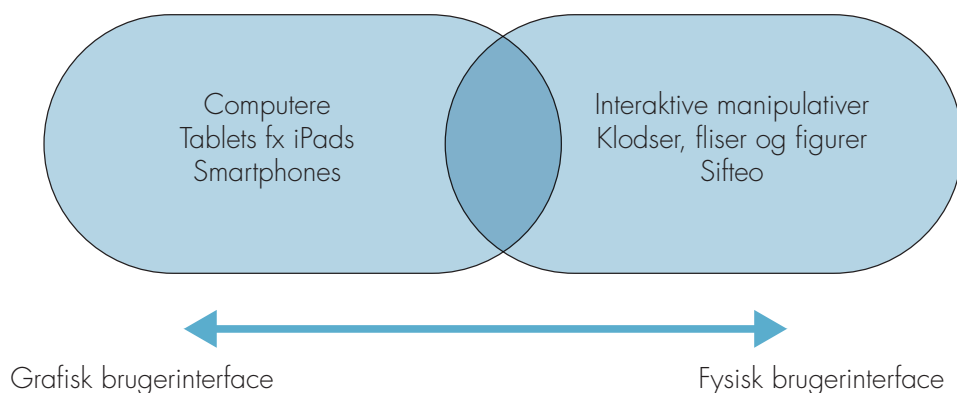
I denne artikel udforskes forholdet mellem traditionelle, avancerede grafiske brugerinterfaces og fysiske interfaces. Problemstillingen er følgende:

Hvad er det særlige ved interaktive klodser – herunder hvordan er forholdet mellem traditionelle grafiske brugerinterfaces og interaktive klodser – og hvordan anvendes Sifteo som udviklingsplatform i undervisningen af ingeniørstuderende?

Om skærbaserede medier og interaktive klodser

Der er mange forskellige typer af interfaces som kan bruges til design for brugere. En overflod af tillægsord har været brugt til at beskrive disse, fx grafiske, kommandobaserede, talestyrede, multimodale, mobile, intelligente, pervasive, adaptive og fysiske. Nogle interfaces har primært fokus på funktionalitet, og andre har fokus på interaktionsstil (Sharp, 2007).

I dette afsnit er fokus på idealtyper, nemlig skærbaserede interfaces og fysiske interaktive manipulatorer i form af klodser som brugeren kan manipulere med uden skærm – se nedenstående figur. Jeg ser i første omgang bort fra den pervasive teknologi som er karakteriseret ved at være indlejret i ens omgivelser.



Figur 1. Grafiske og fysiske interfaces.

Som idealtyper har det som tidligere nævnt været almindeligt at skelne mellem skærbaseret interaktion mellem menneske og computer på den ene side og det rent kropslige samspil med interaktive klodser på den anden – se ovenstående figur.

Computer – avanceret grafisk interface

Med den skærbaserede interaktion tænkes særligt på nutidens avancerede grafiske brugergrænseflader hvor brugeren kan udforske interaktive animationer, multimedier, virtuelle miljøer og visualiseringer. Nogle er designet til at blive brugt individuelt, andre er designet til at blive brugt af en gruppe som kommunikerer på distancen.

Et af de særlige kendetegn ved multimedier og interaktive websider er deres evne til at præsentere viden i forskellige formater. I en multimedieencyklopædi kan man fx få vist videoklip af et pumpende hjerte, lydoptagelse af hjerterytme, et videoklip af en læge som fortæller om hjertesygdomme, statistiske diagrammer, animationer af hvordan blodet cirkulerer, tekst og hypertext som beskriver struktur og funktion (Sharp, 2007). Derudover kan der være interaktive simulationer, multiple-choice og fora, hvis det drejer sig om et undervisnings- og læringsmiljø.

Visualisering af komplekse data er et voksende område. Det kan fx være Googles 3D interaktive kort som kan kombineres med forskellige andre programmer.

Læring – en ny læringskultur

I dag kan en almindelig webbrowser som fx Microsofts Explorer betegnes som en avanceret grafisk brugergrænseflade. Det vil sige at når man har netadgang, har man adgang til avancerede simulationer, interaktive læringsmiljøer samt opbyggelige og lærerige videoklip. Man har adgang til fora hvor man kan hjælpe hinanden med at forstå og løse it-problemer, lære at leve med en sygdom eller blive klogere på gymnasie matematik. Man har med andre ord adgang til en ny form for læringskultur.

Thomas (2011) beskriver det således:

“Informationsteknologi er blevet et deltagelsesbaseret medium, som fører til et digitalt miljø, der konstant bliver ændret og tilpasset af deltagerne selv.” (Thomas, 2011:42, egen oversættelse)

Ens netopkoblede computer er blevet en del af en ny læringskultur som bygger på deltagelse og empowerment. Læringsmiljøet, dvs. nettet, er konstant under forandring netop på grund af vores deltagelse. Wikipedia er et eksempel på hvordan vi bygger viden op, og at den viden er under konstant bearbejdning. Fx er information om hjertet under konstant bearbejdning med indtil videre 16 revisioner i 2012 (Wikipedia hjerte, 2012). Der har desuden været en undersøgelse publiceret i Nature som viser at Wikipedia og Encyclopædia Britannica er stort set lige præcise (Thomas, 2011). Det særlige ved Wikipedia er at alle kan bidrage med viden samtidig med at der er kvalitetskontrol; hvis det man skriver, er forkert, vil det derfor hurtigt blive overskrevet.

Vores computere er altså vigtige værktøjer når det kommer til præsentation af viden og altså også som læringsplatform.

Fysiske computere i form af smartphones og tablets

Der er en tendens til at vores computere bliver mere og mere fysiske. Smartphones og tablets giver mulighed for interaktion med en høj grad af grafisk abstraktion og interaktiv deltagelse. Tillige tilbyder de nye interaktionsformer i form af berørings- og trykfølsomme displays. Derudover vil der ofte være kompas, GPS og 3-d-accelerometer så apparatet kan registrere hvor og hvordan det er situeret i rummet. Det er fx 3-d-accelerometeret der registrerer at man lægger sig i sofaen med sin iPad, fordi den vendes lidt rundt, og dette får skærmindeholdet til at ændre retning. Og fx kan smartphonen registrere det antal skridt vi går, hvis vi har den på os, eller den kan registrere vores løberute via GPS. Hermed bliver det pludselig muligt at inddrage krop og bevægelse i interaktionen. Dette sker uden at give køb på de visuelt abstrakte muligheder. Fx får vi ikke blot talt antal skridt eller konkrete GPS-koordinater – vi får ruten vist på kort og får vist statistik over hvordan vores hastighed har varieret igennem løbeturen. Ca. 2,1 mio. danskere har smartphones, og hver femte af dem vil hellere smide deres fjernsyn ud end deres smartphone (Mediawatch, 2012). Børnefamilier og børneinstitutioner fatter i øjeblikket stor interesse for tablets. De er større end smartphonen så flere kan kigge samtidig og samarbejde på mediet. Der foregår for tiden mange eksperimenter i børnehaver og skoler med iPads med henblik på at styrke børnene i deres udvikling og læring. Både i forbindelse med smartphones, tablets og interaktive klodser eksperimenteres der med mangfoldig brug af sensorer. Og der forskes i den særlige form for kropslig interaktion som brug af disse sensorer medfører (Dourish, 2004).

Interaktive klodser

Interaktive klodser er også blevet kaldt interaktive “manipulativer”, “tangibles” eller “modulære robotter” alt afhængigt af kontekst og hvordan de teknologisk er skruet sammen. Interaktive klodser er alle fysiske interaktive manipulativer og er i forskellig grad baseret på at brugeren manipulerer og interagerer med systemerne (Nielsen, 2008).

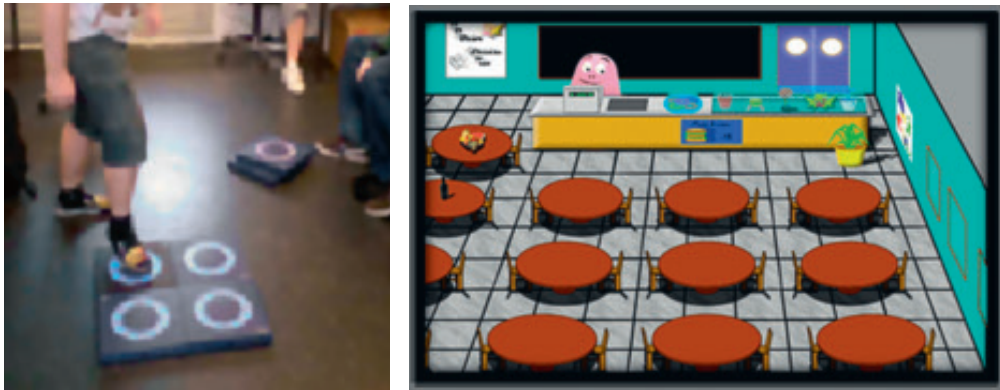
Fælles for traditionelle computere, smartphones og tablets er at de har et avanceret grafisk brugerinterface, og at kun ét vindue er aktivt ad gangen, dvs. centraliseret interaktion. Dourish (2004) udtrykker det således:

“Når computing bevæger sig ud i miljøet, som det sker med fysisk interaktive enheder, er det ikke engang en enkelt enhed, der er centrum for interaktionen. Den samme interaktion kan være fordelt over flere enheder, eller, mere præcist, interaktionen opnås gennem den koordinerede anvendelse af disse fysisk interaktive artefakter” (Dourish, 2004:51, egen oversættelse)

Interaktive klodseres interaktionsform er som udgangspunkt ikke centraliseret. Dette kommer til udtryk ved at man fx kan ryste og trykke på en hvilken som helst af de interaktive klodser og få feedback.

Interaktive klodser er oftest helt uden display og dermed uden et grafisk brugerinterface. Hautop Lund (2007) har de sidste ti år arbejdet med interaktive manipulativer i form af interaktive fliser og undersøgt hvordan man arbejder med fysisk interaktion helt uden brug af display og skærme. Hans fliser består hver især af en tryksensor, et antal programmerbare lysdioder og en computer – se figuren herunder. Fliserne kan via infrarødt lys kommunikere med hinanden. Derudover er der lyd. Han har i særlig grad anvendt fliserne i projekter som har fokus på leg, genoptræning og fysisk bevægelse.

Jeg har tidligere selv anvendt denne type fliser i et kursus for ingeniørstuderende til udvikling af spil. Det viste sig at de studerende brugte fliserne på forskellig vis: (1) fliserne som spilleplader hvor spillerne hoppede rundt, (2) fliserne som keyboard i samspil med projektor eller skærm, (3) en kombination af 1 og 2. Der var desuden en gruppe som udviklede en grafisk repræsentation af fliserne på skærmen for at understøtte deres fortælling i spillet. På figuren herunder ses til venstre de interaktive fliser, og til højre den grafiske repræsentation hvor hvert bord repræsenterer en flise:



Figur 2. Interaktive fliser.

I forhold til at udvikle spil viste det sig at det ofte var svært at få fortalt en god historie når man kun havde de programmerbare lysdioder og lyd at gøre godt med. Et billede, en animation eller en visuel simulation er i den forbindelse ofte essentiel.

I-Blocks og Move'n Learn er interaktive klodser ligeledes uden display. I-Blocks er anvendt til fysisk programmering, musik og matematik (Nielsen, 2008; Majgaard, Misfeldt & Nielsen, 2010). Hver enkelt Move'n Learn-klods er på størrelse med en stol, og her skal man virkelig bruge hele kroppen i interaktionsprocessen (Move-and-Learn, 2011). Derudover er der en række systemer til undervisningsbrug inden for matematik, fysik og biologi (Zuckerman, 2007; Piper & Ishii, 2002; Gillet, 2005).

Jeg har desuden arbejdet med I-Blocks i forbindelse med udvikling af læremidler til matematik. I den forbindelse satte vi klistermærker på kuberne for at få de enkelte sider på kuben til at repræsentere et tal – her havde det været mere fleksibelt med et display.

Det store potentiale i de modulære interaktive klodser er den komplekse fysiske interaktion de tilbyder. Brugeren anvender typisk mere end sine fingerspidser, da interaktive klodser skal sættes sammen, rystes og drejes – eller, når det gælder fliserne, hele kroppen. Denne fysiske og kropslige interaktion giver mulighed for mere helhedsorienterede, udforskende og problemløsende læreprocesser. Sharp (2007) udtrykker fordelene ved interaktive klodser således:

“En fordel er, at fysiske objekter og digitale artefakter kan placeres, kombineres og udforskes på kreative måder, dette muliggør at dynamisk information præsenteres på forskellige måder. Desuden kan fysiske objekter holdes i begge hænder og kombineres og manipuleres på måder som ikke er muligt i andre brugergrænseflader. Dette muliggør at flere personer undersøger denne grænseflade sammen...” (Sharp, 2007, egen oversættelse)

Sharp fokuserer især på kreativitet, kollaboration og alternative måder at udforske problemområder som er interaktive klodseres stærke sider. Dette kan eksemplificeres med Zuckerman (2005) som med interaktive klodser udforsker kædereaktioner og feedbackmekanismer hvilket konkret illustrerer nogle komplekse problemområder.

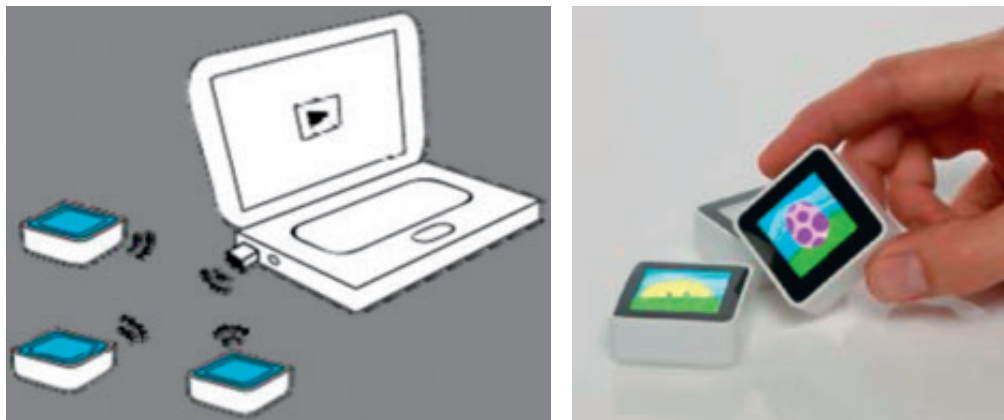
Mellemformer

Mellem de to yderpunkter, traditionelle skærbaserede computere og interaktive klodser, er der en række mellemformer. De første jeg nævnte, var smartphones og tablets som har nogle særlige sensorer som gør dem mere fysiske og dermed mere taktile og kropslige. I det efterfølgende vil jeg introducere Sifteo som også er en mellemform. De kombinerer det distribuerede kropslige ved interaktive manipulativer med et grafisk brugerinterface.

Om den teknologiske platform Sifteo

Sifteo er en teknologisk platform som er en hybrid mellem interaktive klodser og skærbaserede interfaces idet hver enkelt klods har et lille display på 128 x 128 pixels. Dette er nok til dynamisk at afvikle små animationer og vise billeder, bogstaver, tal og andre symboler.

Hver Sifteo-pakke består af 3-6 Sifteo-klodser. Hver klods er klikbar, indeholder et farvedisplay, som på en pc, med en række bevægelsessensorer og et genopladeligt batteri. Hver klods er lige knap 4 x 4 cm. Klodserne er trådløst forbundet til en computer via en USB-radioforbindelse. De kan rumme op til fire timers spil på en enkelt opladning. Sifteo-applikationerne køres fra et særligt Sifteo-runnerprogram på computeren. Det er muligt uden programmeringserfaring at udvikle simple variationer med Sifteo Creativity Kit. Herunder ses Sifteo-kuberne og hvordan de forbindes til computeren.



Figur 3. Sifteo (kilde: www.sifteo.com).

Til Sifteo-systemet findes et brugbart softwareudviklingsværktøj som indeholder et programmeringsinterface hvor man kan programmere i letvægts-C# (C-sharp). Derudover er der en Sifteo-simulator således at udvikleren løbende kan teste sine applikationer uden at downloade dem til kuberne, hvilket er en god hjælp til udvikleren. Der er endnu ikke så mange Sifteo-tutorials, så udviklerne må eksperimentere sig frem.

Produktet har kun været på markedet i ca. et år. Der er derfor endnu ikke så mange spil og så veludbygget en support.

Om hvordan og hvorfor Sifteo indgik i undervisningen

Kurset hvor Sifteo blev anvendt, er en del af civilingeniøruddannelsen lærings- og oplevelsesteknologi. Uddannelsens formål er at uddanne fremtidens designere af digitale læremidler og digitalt legetøj. Fokus på uddannelsen er på menneske-maskinespil og interaktionsdesign, og de studerende udvikler digitale systemer inden for temaerne spil, læring, interaktion, leg og oplevelse. Uddannelsen er flerfaglig idet der er en teknologisk fagsøjle hvor de studerende lærer at programmere på forskellige platforme. De får her et dybere kendskab til teknologi og dens potentialer. Den anden fagsøjle ligger i domænet læring og oplevelse hvor de studerende får en dybere viden om fx spil samt lærings- og legeteori. Fagligheden human computer interaction (HCI) og fysisk interaktion ligger i begge fagsøjler. For at forbinde de to fagsøjler er der på hvert semester et projekt hvor de studerende udvikler digitale spil, museumswebsites eller læringssystemer alt afhængigt af de konkrete faglige emner på semestret.

På fjerde semester havde de studerende kurser i legeteori, projektledelse, mobiltelefonprogrammering samt hardware og robotteknologi. I kurset hardware og robotteknologi introduceredes Sifteo-teknologien. De første tre semestre arbejdede de studerende på traditionelle platforme som pc'er og tablets hvor der har været fokus på udvikling til grafiske interfaces. På fjerde og femte semester skulle de studerende prøve kræfter med andre, mere fysiske brugerinterfaces som fx robotteknologi, interaktive klodser og Kinect. Vi ville gerne have at de studerende fik erfaring med fysisk interaktion og hvordan man kunne udvikle systemer som fokuserede på bevægelse, rumlighed, motorik og kropslighed generelt. Vores intention er at vores studerende både skal beherske udvikling til grafiske og fysiske interfaces. De studerende skal kunne vurdere anvendeligheden af disse interfaces og i en designproces kunne vurdere hvornår man skal anvende fysisk og/eller grafisk baserede interfaces. De skal altså i praksis kunne forstå og udnytte disse mediers komparative styrker.

Semestertemaet på fjerde semester var i øvrigt leg. De studerende skulle udvikle et digitalt legetøj til børn som lige var begyndt i første klasse. For at de studerende skulle kunne udvikle programmer på denne for nye og for dem ukendte platform, var det essentielt at de undersøgte hvordan målgruppen håndterede og oplevede tekno-

logien. For at kunne forstå målgruppen og deres legeunivers var det også vigtigt at inddrage børnene. De studerende skulle i høj grad designe interaktionen mellem børn og teknologi. Derfor var det vigtigt at de studerende undervejs studerede børnenes interaktion med klodserne. Konkret foregik udviklingsprocessen i samspil børn fra første klasse på Rosengårdskolen i Odense.

Før de kunne gå i gang med semesterprojektet, skulle de studerende introduceres ordentligt til Sifteo da det var første gang at de studerende skulle arbejde med et C#-programmeringsinterface. De studerende skulle desuden sideløbende med semesterprojektet udvikle deres egne små programmer i Sifteo således at de generelt kunne forbedre deres programmeringskompetencer.

Eksempel på design til Sifteo-plattformen

Undersøgelseseksemplet tager udgangspunkt i den konkrete undervisning, observation af de studerendes interventioner med målgruppen og de studerendes afrapporteringsartikler.

De studerende anvendte en iterativ designproces som de gennemløb tre gange. Hver iteration bestod af design, test og evaluering. Nederst i afsnittet er en tabel med fotos fra udviklingsforløbet.

Herunder beskrives kort de studerendes udviklingsforløb med citater fra deres semesterprojektartikler. Beskrivelsen tager udgangspunkt i interventionerne som var de testsituationer de studerende havde med målgruppen. Hver intervention varede cirka to timer:

Første intervention: "Vi gjorde her brug af Christopher Ireland "Field Ethnography", hvilket foregik ved at vi observerer, videooptager og skriver alt ned hvad børnene gør med Sifteo-klodserne i løbet af testen. Vi benyttede os af forskellige spil andre havde lavet til Sifteo-klodserne, da vi ikke selv havde udviklet noget på pågældende tidspunkt."

Eksempel på studenterobservation ved første iteration: "Generelt var børnene gode til at forstå funktionerne ved klodserne og fandt hurtigt ud af at de igennem samarbejde kunne gøre brug af flere funktioner og herved opnå en højere grad af underholdning. Der var dog en forskel i hvornår og hvordan de begyndte at dele klodserne. Drengegrupperne havde en tendens til at have hver deres klods mens pigerne overlod ansvaret af klodserne til en."

Brainstorming og forberedelse til anden intervention: "Efter den første brugertest evaluerede vi og lavede en brainstorming for at finde den leg og det legeformål der skulle passe til børnene. Vi endte med at vælge idéen "påklædningsdukke". Inden vi besøgte folkeskoleklassen igen, var det vigtigt at vi fik udarbejdet den første prototype så vi kunne lave en reel brugertest af vores applikation."

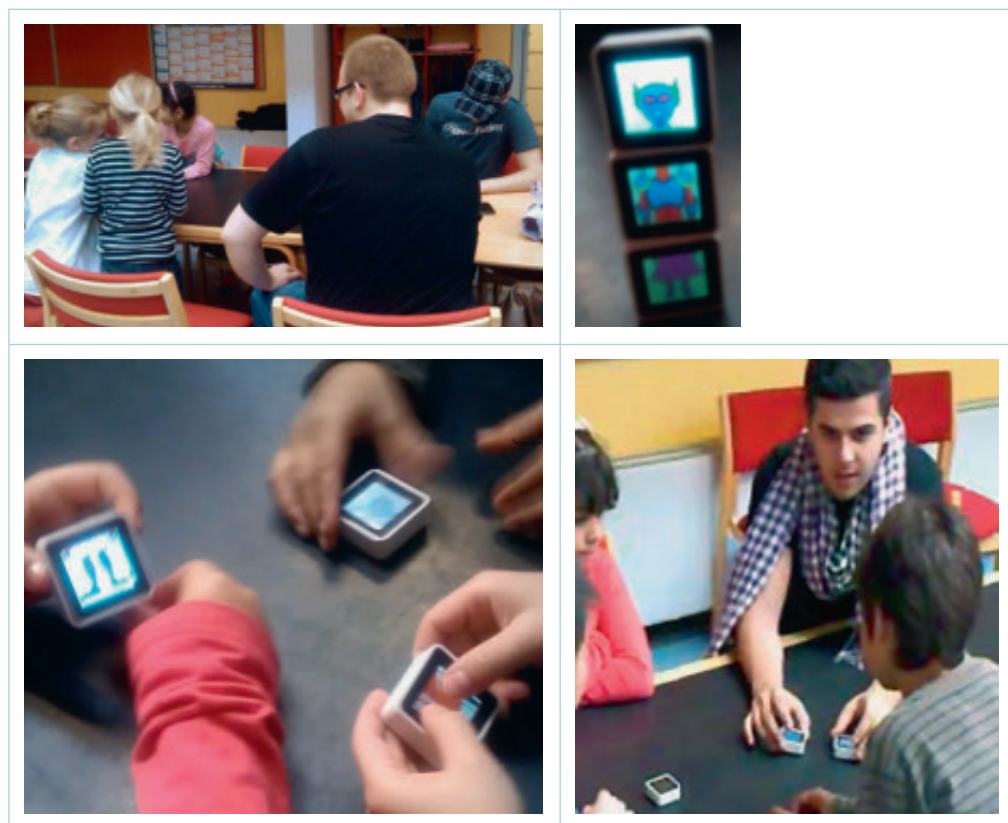
Anden intervention, den skrabede version: "Vi havde fået lavet grundskelettet af

prototypen, men vi havde ikke alle figurer, og derfor blev vi nødt til at sætte et par billeder ind som vi fandt på internettet. Det gav os kun otte kombinationsmuligheder, og børnene fandt det hurtigt kedeligt.”

Evaluering og forberedelse af tredje intervention: “Børnene blev ret utålmodige, og de begyndte derfor at spørge ind til de andre spil. Derfor valgte vi at næste brugertest ikke skulle foregå med den samme klasse. Der skulle gå lidt længere tid før vi skulle ud til folkeskolen igen, så vi fokuserede meget på forbedring af prototypen og tilføjjelsen af flere figurer, som efterspurgt ved vores anden brugertest.”

Tredje og sidste intervention: “Først udforskede børnene hvad man kunne, og derefter begyndte de at lege med klodserne. Enkelte af grupperne var så dybt optaget af klodserne at de ikke ville forlade bordet. Brugertesten viste at børnene ikke kedede sig med klodserne og havde det sjovt med at skabe nye figurer og høre de forskellige lyde ... Ud fra observationer og dialog med børnene stod det dog klart at de gerne ville have flere figurer. Der blev nævnt monstre, drager, klovne og endda dyr – det blev foreslået at man i stedet for at have klodserne horisontalt kunne have dem liggende vertikalt ved siden af hinanden, eksempelvis så man kunne lave en bjørn.”

Tabel 1. Billeder af studerende, målgruppe og Sifteo.



Pointer: Sifteo som undervisnings- og læringsplatform

Den hybride platform Sifteo har en række særlige kvaliteter som sammenfattes i en række pointer herunder. Pointerne går dels på de særlige interaktive hybride kvaliteter og dels på kvaliteter i læreprocesser ved brug den hybride platform som undervisningsværktøj for de ingeniørstuderende.

Pointer der vedrører den interaktive brug af den hybride platform:

- Fysisk og symbolsk interaktion
- Historiefortælling
- Kollaboration
- Multipurpose: Sifteo – den fleksible interaktive klods.

Pointer der vedrører den hybride platform som undervisningsværktøj for de ingeniørstuderende:

- Det dobbelte perspektiv: Den hybride platform understøtter eksperimentel brugerinddragelse i designprocessen.
- De studerendes læring: praksislæring, eksperimenter i “real life”.
- De studerendes læring: “trial and error”-læring, optimerende læreprocesser, deltagelse og skabende læreprocesser.

Pointerne uddybes herunder.

Fysisk og symbolsk interaktion

Interaktive klodser understøtter fysisk interaktion. Denne fysiske interaktion med Sifteo er mere naturlig, mangeartet og direkte end fx den indirekte manipulation med grafisk brugerinterface (GUI) via en mus. Man sætter klodserne sammen, ryster dem, trykker på dem eller vender dem på hovedet. Interaktionen understøtter aktiviteten og at vi derigennem får konkrete fysiske oplevelser. Fysiske og kropslige oplevelser er gode virkemidler til at understøtte leg og læring. Denne særlige oplevelse kan forankre kropslig viden som fx gennem undervisning kan ekspliciteres (Majgaard, 2011).

Dourish (2004) forklarer hvordan interaktive klodser giver fysisk form til digital og symbolsk information. Dette gælder i høj grad for Sifteo idet man på klodser kan have symboler og grafik i form af fx animationer, bogstaver eller tal. Selv interaktive klodser uden et grafisk interface betegner ofte noget andet end det de giver sig ud for. Fx betegnede en lyserød I-Block et særligt musikinstrument, men fysisk lignede den blot en forvokset terning. Så selvom interaktion med interaktive klodser er fysisk, repræsenterer de noget andet end deres fysiske form. Der er et særligt symbolsk indhold som er det man manipulerer med. Dourish udtrykker det således:

“Fysisk interaktive computere er interessante, netop fordi de ikke kun er fysiske. Det er en fysisk realisering af en symbolsk virkelighed, og den symbolske virkelighed omhandler ofte en simulerbar version af verden som bliver manipuleret”. (Dourich, 2004:207, egen oversættelse)

Fysisk interaktion er derfor ikke i modstrid med symbolsk interaktion – i interaktive klodser supplerer de hinanden. Og den fysiske repræsentation giver krop til den symbolske betydning.

Den hybride form for interaktive klods understøtter på samme vis som den traditionelle kropslig, symbolsk, fysisk interaktion.

Historiefortælling

I de studerendes design var det en selvfølgelighed at tænke i symboler og smånarrationer. Idéen til applikationen Dress It var netop tredelte påklædningsdukker som sagde særlige lyde når de blev samlet. Det kom fx på bane at integrere dyreelementer. Dette var en naturlig selvfølgelighed med Sifteo som ikke havde været mulig på I-Blocks eller andre af de præsenterede interaktive klodser.

Den hybride klods som inkluderer display, understøtter historiefortælling og narration, hvilket er en stor fordel. Dette forhold gør sig ikke gældende for de traditionelle interaktive klodser uden display.

Fysisk kollaboration

Det var muligt for os at observere hvordan børnene arbejdede med klodserne. Det var derfor også muligt for de studerende at påvirke interventionen hvis der var en særlig facilitet børnene ikke havde fanget. De studerende havde forskellige roller under interventionerne. Fx skrev én ned, og en anden faciliterede intervention. Børnene arbejdede typisk i grupper om applikationen, hvilket var muligt da alle kunne se hvad der foregik. Man kunne se om klodserne var sat sammen, hvordan de vendte, og hvilket motiv der var på displayet.

Fysisk kollaboration understøttes af både de hybride og de traditionelle interaktive klodser. Fysisk kollaboration er derimod ikke oplagt når det drejer sig om fx smartphones, idet det rent praktisk kan være svært at følge hvad der foregår på skærmen imens en anden trykker og trækker i virtuelle elementer. Derimod vil en mere virtuel kollaboration mellem brugere af smartphones være oplagt, og dette er også i høj grad udbredt fx på virtuelle sociale netværk.

Multipurpose: Sifteo – den fleksible interaktive klods

På I-Blocks kører man én applikation ad gangen. Sifteo er en multipurposeplatform, og man kan dynamisk downloade og køre forskellige applikationer alt efter målgruppe og behov.

Det vil være oplagt at omforme applikationer fra fx I-Blocks til Sifteo. Det vil gøre disse applikationer mere fleksible. Og disse applikationer vil kunne blive en del af en større portefølje af applikationer. Da der maksimalt kan sættes 6 klodser sammen, vil der være en begrænsning for visse applikationer, fx på hvor store tal man kan arbejde med hvis man regner ét ciffer pr. klods. Sifteo er en fleksibel interaktiv klods som umiddelbart kan bruges i undervisningen og som digitalt legetøj og læremiddel.

Denne hybride platform understøtter multipurposebrug hvilket betyder at den samme hybride tangible platform kan anvendes bredt, fx i både matematik, dansk, engelsk og fysik.

Det dobbelte perspektiv: Den hybride platform understøtter eksperimentel brugerinddragelse i designprocessen

Denne artikel beskriver blandt andet hvordan mine studerende udviklede et digitalt legetøj til den hybride platform Sifteo. Jeg har i første led undervist de studerende i teknologisk design på disse Sifteo-klodser. De studerende har så i forbindelse med designet inddraget børnene på Rosengårdskolen som en art meddesignere. Men artiklen rummer samtidig en beskrivelse af hvordan børn, som er den primære målgruppe, kan arbejde med disse kloder. Det dobbelte perspektiv henviser altså til de studerendes læreproces i forbindelse med designet og børnenes interaktion og brug af de hybride klodser. De hybride kvaliteter kom særligt til syne når brugerne involveredes i designprocessen. Dette var fx tydeligt da de studerende valgte at lægge vægt på fysisk kollaboration og narration i deres design. Fysisk kollaboration og narration er netop særlige hybride kvaliteter.

Vi vil næste gang vi kører 4. semester, anvende den samme hybride platform da vi på en enkel måde får de studerende til at arbejde med interaktion på en distribueret og kropslig facon. Vi forsøgte os med at integrere en smartphone i udviklingsprojektet, men det var nok for ambitiøst i forhold til den tidsramme vi havde. Det vil ellers være oplagt at integrere andre typer af platforme med Sifteo. Fx ville børn kunne tegne billeder på en tablet og så bagefter overføre dem til klodserne, eller man kunne optage lyd på smartphonen og integrere lyden i Sifteo-applikationen. Teknisk integration mellem forskellige hybride platforme foregår nemt og er også en særlig hybrid kvalitet. Det svære er at finde en god grund til at gøre det. De studerende argumenterede imod at integrere for mange platforme idet de mente det var for forvirrende for målgruppen at forholde sig til flere platforme på en gang.

Det er desuden essentielt at de studerende i udviklingsforløbet tilbringer tid sammen med målgruppen således at de kan optimere og udvikle applikationens interaktionsmuligheder så de passer til målgruppen. Og ikke mindst kan de iagttage hvordan målgruppen interagerer med interaktive klodser i det hele taget.

De studerendes læring: praksislæring, eksperimenter i "real life", deltagelse – medskaben

Læringspotentialet i Sifteo kan opdeles i to niveauer: 1) praksislæring med "real life"-eksperimenter, 2) eksperimenterende "trial and error"-læring og optimerende læreprocesser i forbindelse med programudviklingen.

De studerende afprøvede i første omgang selv eksisterende Sifteo-spil i klassen. Derefter afprøvede de spillene på målgruppen. Dette gav de studerende en forståelse af platformen og børnenes måde at håndtere klodserne på. Fx blev de studerende opmærksomme på hvordan børnene samarbejdede om klodserne. Dette gav de studerende idéen til at deres applikation skulle understøtte kollaboration. Derudover blev de også opmærksomme på hvor hurtigt børnene håndterede interfacet. Fx var de nødt til at sætte hastigheden på billedskift ned. Og de blev ligeledes opmærksomme på hvor der manglede interaktiv feedback. Den type indsigter de studerende fik, var en art praksisindsigter som de ikke kunne have fået hvis udviklingen kun havde foregået i laboratoriet. De oplevede en brugssituation med klodserne som de efterfølgende evaluerede og reflekterede over. De omsatte deres praksiserfaringer og refleksioner til nyt design. Dette kan sammenlignes med Shöns "refleksion over handling" hvor den studerende evaluerer sin praksis, som i dette tilfælde er eksperimenter med den nye Sifteo-teknologi (Schön, 2001). I øvrigt fokuserer Dewey (1974) i sin forståelse af læring på erhvervelse af konkrete erfaringer. Den lærende skal gøre sig konkrete erfaringer igennem eksperimenter som foregår uden for universitetet. Dette vil give en bedre og mere helhedsorienteret læreproces. Denne designcase er netop et eksempel på at de studerende er ude i felten og gør eksperimenter og potentielt får en mere helhedsorienteret læreproces og praksisforståelse af børns brug af teknologi. Derudover illustrerer ovenstående eksempel at eksperimentet og samarbejdet med målgruppen påvirker de studerendes design og deres forståelse af interaktion med interaktive klodser. Den hybride platform egner sig til eksperimenter med den konkrete målgruppe. Platformen kan afprøves "real life", og designerne kan observere interaktion og få gode idéer inden de påbegynder deres eget design, og undervejs i designprocessen.

Undervejs i softwareudviklingen af applikationerne testede de studerende løbende resultaterne ved at downloade nye versioner af deres applikation til klodserne. De studerende afprøvede så selv undervejs om deres kodning fungerede rigtigt. De ekspe-

rimerede sig frem til at få klodserne til at opføre sig som de nu ønskede. I denne proces udviklede de en bedre forståelse af hvordan de skulle kode klodserne, og en bedre forståelse af klodsernes særlige sensorer. De studerende får i denne udviklingsproces en løbende feedback fra udviklingsmiljøet som gør at de selv kan eksperimentere sig frem til de rigtige løsninger. Programmeringsmiljøet bliver dermed et objekt som den studerende er i dialog med, og som signalerer når noget fungerer rigtigt, forkert eller helt uventet. Dette betegnes af Papert (1993) som "an object-to-think-with". Historisk var Papert den første som introducerede eksperimenterende leg og læring ved programmering af fysisk interaktive systemer (Papert, 1993). Hans vision var at udvikle "an object to think with" hvor børn på én gang kunne eksperimentere, erfare, lære og konstruere. Papert beskriver den særlige form for læring som konstruktionisme.

Denne eksperimenterende og kreative udviklingsproces kan desuden beskrives som "trial-and-error learning" hvor den studerende lærer igennem sine fejl og tilpasser sin kode. Når den studerende mestrer denne type læring, kan den også anvendes i andre udviklingsprocesser (Bateson, 2000, s. 287). Den studerende lærer dermed at søge at nye løsninger i nye kontekster hvor man lærer på baggrund af sine erfaringer og konkrete eksperimenter. I forbindelse med den konkrete programudvikling adskiller den hybride platform sig ikke fra andre digitale platforme. Dog fik de studerende en særlig eksperimentel forståelse af hvordan man skulle programmere til interfacets interaktive dele, fx hvor hurtigt billeder skal skifte i forhold til at brugeren skal kunne nå at trykke på et udvalgt billede.

Både i forbindelse med interventionerne med målgruppen og udviklingen af de nye applikationer kombineredes aktiv handlen, eksperimenter og refleksion til en art konstruktiv medskaben.

De studerendes udbytte blev evalueret dels igennem individuelle porteføljeopgaver og dels i et gruppebaseret semesterprojekt. I porteføljeopgaverne var der fokus på platformens særlige muligheder og programmeringstekniske problemstillinger. Semesterprojektet havde et bredere fokus idet de studerende skulle udvikle et nyt produkt til platformen i samspil med målgruppen.

Opsamling og konklusion

I artiklen redegøres der for forholdet mellem interaktive fysiske og skærmbaserede interfaces med et særligt fokus på interaktive klodser. Interaktion med interaktive klodser foregår ved fysisk konstruktion og taktil manipulation. Disse klodser er i deres grundform uden grafisk brugerinterface.

Der er efterhånden kommet mellemformer mellem interaktive fysiske interfaces og traditionelle skærmbaserede pc'er. Smartphones og tablets er blevet mere taktile

og fysisk interaktive. De er blevet følsomme over for tryk og bevægelser, og de har fået GPS, kompas og 3-d-accelerometer.

Sifteo fra casen er en hybrid mellem de skærmbaserede og de fysiske interfaces idet hver modulær klods indeholder et display. Med denne hybrid er det muligt at kombinere flere af styrkerne fra både den skærmbaserede og den fysisk interaktive verden. Det er fx muligt at visualisere historier og animationer på Sifteo. Dette var ikke muligt på de traditionelle interaktive klodser. Platformen er en multipurposeplatform, og man kan hurtigt skifte applikation ligesom man kan på en pc eller smartphone. For at denne platform kan vinde vid udbredelse i institutioner og i børnefamilier, skal der dog udvikles flere righoldige applikationer.

Sifteo anvendtes som udviklingsplatform af mine studerende. Platformen er stabil og egner sig som udviklingsplatform i ingeniørundervisningen. De studerende får mulighed for at prøve kræfter med en fysisk interaktiv platform. Og de får muligheden for at tænke, opleve og udvikle interaktionsformer til ikketraditionelle platforme. Dette kan medvirke til at de får et mere nuanceret syn på hvad et interface er, og at det ikke har et fast standardformat. På næste semester skal de selv bygge interfaces med programmerbare sensorer og aktuatorer. De gennemløber dermed en progression fra standardskærmformater over interaktive klodser til at bygge deres egne. Dette giver dem på sigt en designmæssig frihed når de skal designe digitale læremidler eller andre interaktive produkter.

Perspektiver

I det følgende perspektiveres fremtidig brug af Sifteo i undervisningen med udgangspunkt i en workshop med 12 folkeskolelærere hvoraf ca. halvdelen var it-vejledere.

De afprøvede en blanding af lærings spil og læringsapplikationer som var målrettet indskoling. De omhandlede bl.a. stavning, læsning, rækkefølger, matematik og engelsk.

De så gode muligheder i klodserne, men de mente at der i dag ikke er applikationer nok til klodserne på dansk. De syntes generelt at applikationerne havde for lidt udviklet indhold, dvs. man blev for hurtigt færdig med spillene. Flere undervisere ville gerne arbejde med klodserne undervisningen, fx med tosprogede børn med læse-, skrive- og staveproblemer eller børn med opmærksomhedsproblemer.

Platformen har potentiale til udvikling af et righoldigt indhold til brug i dansk- og matematikundervisningen i indskoling. Klodserne vil egne sig rigtig godt til et forsknings- og udviklingsprojekt med en inklusionsvinkel. Projektet kunne fx omhandle stave-, læse- og sprogudvikling for børn som har brug for en ekstra indsats. Projektet

kunne i en matematikretning omhandle tal og algebra i indskolingen, fx træning i positionssystemet. Jeg er selv i gang med at stable et projekt på benene, og jeg ved at Århus Universitet for tiden anvender klodserne i forbindelse med et kursus i digital didaktik og brug af fysiske interaktive medier i undervisningen.

Referencer

- Bateson, G. (2000 (1972)). *Steps to an Ecology of Mind: Collected Essays in Anthropology, Psychiatry, Evolution, and Epistemology*. Forlaget Chicago Press. ISBN 0-226-03906-4.
- Caspersen, M.E. (2000). Here, There and Everywhere – On the Recurring Use of Turtle Graphics in CS1. I: ACE2000, *Proceedings of the Fourth Australasian Conference on Computing Education, 2000*, s.34-40
- Dourish, P. (2004). *Where the Action Is. The Foundation of Embodied Interaction*. A Bradford Book. The MIT Press.
- Hofstein, A. & Lunetta, V.N. (2004). The Laboratory in Science Education: Foundations for the Twenty-First Century. *Science Education*, 88(1), s. 28-45.
- Lund, H., Pedersen, M. & Beck, R. (2007). Modular Robotic Tiles – Experiments for Children with Autism. *Artificial Life and Robotics*, 13, s. 394-400. Springer Japan.
- Majgaard G. (2011). *Læreprocesser og robotsystemer. Design af læreprocesser med robotter som medier og børn som med-designere*. Ph.d.-afhandling.
- Majgaard, G., Misfeldt M. & Nielsen J. (2010). Robot Technology and Numbers in the Classroom. Cognition and Exploratory Learning in Digital Age. *IADIS CELDA 2010 Proceedings*, s. 231-234
- Montessori M. (1963). Barndommens gåde. I: U. Liberg (red.), *Pædagogiske tænkere – et tekst-udvalg*. Pædagogisk Bogklub, 1998.
- Nielsen, J. (2008a). *User Configurable Modular Robotics – Control and Use*. Ph.d.-afhandling, University of Southern Denmark.
- Nielsen, J., Jessen, C. & Bærendsen, N.K. (2008b). RoboMusicKids – Music Education with Robotic Building Blocks. I: *Proc. The 2nd IEEE International Conference on Digital Game and Intelligent Toy Enhanced Learning (DIGITEL)*, s. 149-156.
- Papert, S. (1993). *Mindstorms Children, Computers, and Powerful Ideas*. Basic Books.
- Piaget, J. (2001 (1947)). *The Psychology of Intelligence*. Routledge Classics in 2001. ISBN 978-0-414-25401-4.
- Piper, B. & Ishii, H. (2002). PegBlocks: A Learning Aid for the Elementary Classroom. I: *Proceedings Extended Abstracts of Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '02)*, Minneapolis, Minnesota, USA, 20.-25. april 2002.
- Rusk, N., Resnick, M., Berg, R. & Pezalla-Granlund, M. (2008). New Pathways into Robotics: Strategies for Broadening Participation. *Journal of Science Education and Technology*. 17, no. 1, s. 59-69

- Schön, A.D., (2001,(1983)). *Den reflekterende praktiker. Hvordan professionelle tænker, når de arbejder*. Klim.
- Sharp H. (2007). *Interaction Design: Beyond Human-Computer Interaction*. John Wiley & Sons Ltd.
- Stanton, D. et al. (2001). Classroom collaboration in the design of tangible interfaces for storytelling. I: *Proc. of CHI '01*, s. 482-489.
- Thomas, D. & Brown J.S. (2011). *A New Culture of Learning: Cultivating the Imagination for a World of Constant Change*. CreateSpace. ISBN 9781456458881.
- Zuckerman, O., Arida, S. & Resnick, M. (2005). Extending Tangible Interfaces for Education: Digital Montessori-inspired Manipulatives. I: *Proceedings of CHI '05, ACM Press*, s. 859-868.
- Zuckerman, O. & Resnick M. (2005). Children's Misconceptions as Barriers to Learning Stock-and-Flow Modeling. I: *Proceedings of the 23rd International Conference of the System Dynamics Society*.

Links

- Mediawatch. (2012). <http://mediawatch.dk/artikel/smartphones-styrker-kommercielt-medie-potentiale>. Lokaliseret den 9.7.12.
- Move-and-Learn. (2011). www.alexandra.dk/dk/projekter/Sider/Move-and-Learn.aspx. Lokaliseret den 9.10.12.
- Sifteo (2012). www.sifteo.com. Lokaliseret den 25.7.12.
- Wikipedia hjerte. (2012). [http://da.wikipedia.org/w/index.php?title=Hjerte_\(organ\)&action=history](http://da.wikipedia.org/w/index.php?title=Hjerte_(organ)&action=history). Lokaliseret den 16.7.12.

English Abstract

Interactive blocks are digital tangible manipulatives, which provide a physical form of interaction. They can be used in mathematics teaching at primary school level. In this article, we explore differences and potentials of interactive blocks compared to advanced graphical interfaces. What happens when interactive blocks and graphical user interfaces blend into a hybrid, and how can this enrich learning processes? We present an example where engineering students use interactive blocks containing displays when developing digital toys for children. Some of the specific hybrid characteristics are the possibility of a richer physical and symbolic interaction, storytelling, collaboration, design in practice, and user involvement.

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

Om begrebet eksemplarisk undervisning



Martin Wagenschein, 1896-1988

© copyright Christof Raebiger

*Den, der kan gå til kilden,
går ikke til karret.*

Leonardo

Oprindelig udformet som et forelæsningsmanuskript, "Bedeutung und Ertrag der Versuchsschularbeit für die deutsche Schule". Denne artikel er først udgivet i Zeitschrift für Pädagogik, 2(1956)3, s. 129-153.

Den er her oversat fra tysk af Jan Alexis Nielsen.

Forord til artiklen

Af Frederik Voetmann Christiansen, Institut for Farmaci og Institut for Naturfagenes Didaktik, Københavns Universitet

"Ingen ved om vi om 50 eller 100 år vil ryste på hovedet eller smile. Hvis vi gør, så er det sikkert over en skole der troede at det var muligt at redde noget gennem ophobning af halvt forstået viden som blev tillagt absolut værdi." Således afsluttes artiklen af Martin Wagenschein (1896-1988) om begrebet eksemplarisk undervisning, skrevet i 1956. Med sådan en afrunding er man jo nærmest forpligtet til at forsøge at finde en grimasse der kan passe, men det er ikke så nemt. Hovedrysten er i hvert fald ikke det rigtige, men undren, begejstring og eftertænksomhed – og bestemt også et smil – er det i hvert fald blevet til under min genlæsning af artiklen godt 50 år efter at den blev til.

Det er ikke til at tage fejl af at det er en gammel tekst, præget af andre diskurser og andre referencerammer. Det fremgår tydeligt at artiklen var et indlæg i en levende debat i sin samtid. Af samme grund kan visse passager virke lidt indforståede.

Artiklen indledes med ordene "Forslaget i Tübinger-resolutionen om at stoftrængsel kan imødegås gennem begrebet eksemplarisk undervisning, har i de sidste år fået så meget genklang at vi er forpligtet til at gøre dette begreb så klart som muligt." Lad os – på eksemplarisk vis – lade denne sætning afspejle artiklen som helhed. Den fortæller os flere ting – for det første at der findes noget der hedder Tübinger-resolutionen, for det andet at denne resolution tilsyneladende havde en så central betydning at de fleste læsere af artiklen måtte kende til den (artiklen udkom i *Zeitschrift für Pädagogik*). Dette bestyrkes i udsagnet om at idéen i resolutionen har vundet genklang. For det tredje forstår vi at artiklens mål er at udfolde en idé om den eksemplariske undervisning. Jeg vil i denne indledning sige lidt om Tübinger-resolutionen og dens genklang og lade Wagenscheins egen fremstilling selv stå for udfoldelsen af idéen om den eksemplariske undervisning.

I september 1951 afholdtes på universitetet i Tübingen en konference med temaet "Universitetet og skolen" med deltagelse af repræsentanter for alle uddannelsesinstitutioner (dog ikke folkeskoler). Indbyderne til konferencen var fysikerne Carl Friedrich von Weizsäcker og Walther Gerlach (der begge bl.a. havde leveret væsentlige bidrag til udviklingen af kvantemekanikken) samt skoleleder Georg Picht (lederen af Birklehofskolen – en prestigøjs reformpædagogisk kostskole). Wagenschein tog aktivt del i konferencen og fik sat markante fingeraftryk på den resolution der blev udkommet af den. Tübinger-resolutionen er et ganske kort programskrift der kom med en række skarpe udsagn med henstilling til en reform af det tyske uddannelsessystem. Repræsentanterne ved konferencen er, lyder det, "nået til den overbevisning at det tyske uddannelsessystem [...] står i fare for at kvæle det åndelige liv gennem stof-fylde". Som en lettere kryptisk vej ud af miseren lyder det: "Oprindelige fænomener i åndsverdenen kan blive synlige igennem eksemplet givet ved det enkle som eleven virkelig har forstået." I denne formulering, der er en kortfattet sammenfatning af den eksemplariske idé, er Wagenscheins indflydelse tydelig.

Blandt de konkrete forslag til ændringer i Tübinger-resolutionen var:

- Begrænsning af stofmængden gennem analyse af det væsentlige i undervisningen
- At antallet af prøvfag i de gymnasiale uddannelser nedbragtes, og at de eksisterende eksaminer fokuserede mere på forståelse end på udenadslære
- At læreplanerne løsnedes og blev udformet mere som retningslinjer for undervisningen
- At elevernes timetal nedsattes.

Termen "fænomener i åndsverdenen" må ses i lyset af den dominerende pædagogiske bevægelse i Tyskland i mellemkrigsårene og igen efter krigen frem til ca. 1960 – den såkaldte Geisteswissenschaftliche Pädagogik, eller åndsvidenskabelige pædagogik. Det var en pædagogisk tradition der i vid udstrækning byggede på filosofen Wilhelm Diltheys filosofi. Diltheys mål var en filosofisk forankring af "åndslivets fænomener" og var baseret på et skarpt skel mellem social- og humanvidenskaberne på den ene side og naturvidenskaberne på den anden. "Fænomener i åndsverdenen" er således hos Dilthey – modsat fx Kant – ikke noget der omfattede naturvidenskabelig erkendelse som noget centralt. Hos Dilthey betones den hermeneutiske tilgang med fokus på det udviklingspsykologiske og historiske. Tübinger-resolutionen er speciel derved at der er tale om en generel kritik af uddannelsessystemet formuleret på tværs af ånds- og naturvidenskaberne. Resolutionen er underskrevet af en række prominente personligheder, heriblandt de centrale repræsentanter for "den åndsvidenskabelige pædagogik" Wilhelm Flitner og Eduard Spranger, men også af fysikeren C.F. von Weizsäcker. Jeg tror ikke man skal undervurdere betydningen af netop sidstnævntes underskrift. Sammen med Werner Heisenberg var han en af de helt centrale kulturskikkelser i 1950'ernes Tyskland. Tübinger-resolutionen kan dermed ud over at være et politisk opråb også ses som en "invitation til brobygning" mellem den åndsvidenskabelige pædagogik og naturvidenskaberne – en invitation til at de naturvidenskabelige fags bidrag til dannelsen kunne komme på dagsordenen. Det er denne invitation Wagenschein tog op gennem udfoldelsen af den eksemplariske idé i relation til fysikfaget. Artiklens hyppige henvisninger til Dilthey, Flitner og Spranger på den ene side og til von Weizsäcker og Heisenberg på den anden viser lidt om den balanceakt han er ude i.

I årene der fulgte, udvikledes debatten af det eksemplariske princip i Tyskland, dels med konkrete forsøg på en række skoler og beskrivelser af eksemplariske forløb, dels med teoretiske overvejelser over det eksemplariske princip. En lang række tekster om det eksemplariske princip (med bidrag af bl.a. Wagenschein, Klafki, Flitner og Spranger) er samlet i bogen *Det eksemplariske princip – bidrag til nærhedens didaktik* (Gerner, 1970). Omkring 1970 ebbede diskussionerne ud, men elementer fra diskussionen blev videreført i den kritiske teori hos socialfilosoffen Oskar Negt. Det er i vid udstrækning gennem Negts fortolkning af det eksemplariske princip (i relation til projektarbejds-pædagogikken) at begrebet kom til at spille en rolle for uddannelses-tænkningen i Danmark. I næste nummer af *MONA* vil jeg kigge nærmere på den danske projektarbejds-pædagogik og fortolkningen af det eksemplariske princip, med særligt fokus på matematik og naturvidenskaberne.

Referencer

Gerner, B. (1970) (red.). *Das exemplarische Prinzip – Beiträge zur Didaktik der Gegenwart*. Wege der Forschung, Band XXX, Wissenschaftliche Buchgesellschaft, Darmstadt.

1. del

Forslaget i “Tübinger-resolutionen” (L5) om at stoftrængsel [ty: Stoff-Fülle]¹ kan imødegås gennem begrebet eksemplarisk undervisning [ty: exemplarisches Lehren], har i de sidste år fået så meget genklang at vi er forpligtet til at gøre dette begreb så klart som muligt. For på den ene side fornemmer vi frygten for at skibet – der er håbefuldt bygget, men endnu ikke sejlklart – søsættes for tidligt og forliser. På den anden side ved vi at skibet ikke kan bygges på land. Dets endelige byggeplan må bero på erfaringerne fra mange togter i de have der udgøres af undervisningspraksis. Heri ligger også sammenhængen til forsøgsskolens² opgaver samt nødvendigheden af at vi undervisende og forskende taler om hvad vi egentlig mener.

De følgende bemærkninger opridser nogle udgangspunkter for en begrebsafklaring, men heller ikke mere end det. Jeg tænker altid først på mit eget felt – fysik – men jeg forsøger også at bevæge mig ud over fysikken. Jeg er ikke særlig bekymret over min kompetence til at gå ud over mit eget faglige felt. Når alt kommer til alt, kan vi pædagoger ikke andet end at gå ud over vores fags grænser. Hvis vi ikke gør dette, taber vi vores dannende opgave af syne. (Og at dette ikke fører til noget nyt, ved vi fra den varme eller kolde krig mellem faglige foreninger om retten til timer i skolen). Hvis vi går for langt her, risikerer vi at blive dilettanter. Men som kolleger kan vi korrigerende og komplementere hinanden.

Jeg vil begynde med at trække grænsen mellem begrebet eksemplarisk undervisning og andre mere eller mindre kendte former for undervisning. Derefter vil jeg stille spørgsmålet “I hvilken forstand kan vi – når vi vil danne [ty: bilden] mennesker – opfatte et tema eller et problem som “eksemplarisk” inden for et fag?”. Når vi har afklaret dette, bliver spørgsmålet “Hvad er dette tema eller problem eksemplarisk for?”.

1 [Oversætterens bemærkninger angives i kantede parenteser; udvalgte termer gengives på tysk i teksten].

2 Grundtankerne i dette bidrag blev fremlagt den 15. marts 1956 på konferencen “Betydning og udbytte for de tyske skoler af arbejdet med forsøgsskoler” på Højskolen for International Pædagogisk Forskning i Frankfurt/Main. [Forsøgsskoler er eksperimentelle skoler der typisk er knyttet til en højere læreanstalt. På forsøgsskoler udvikles og evalueres frem for alt nye måder at undervise på, ofte under observation af læringsforskere].

1. Systemet som en læringsbane³

Lad os begynde med at se på det vi skal bevæge os væk fra hvis vi vil undgå at skolen skal kvæles i stofmængden og dø som et gennemgangsmaskineri [ty: Erledigungsmaschinerie] (L16). I takt med at et fag bliver ældre og mere etableret, bliver faget mere og mere stringent opbygget. Jeg tænker på matematik – i modsætning til et yngre fag som samfunds-fag – hvor vi er tilbøjelige til at holde fast i fastlagte skridt på læringsbanen: at banen gennemløbes fra begyndelse til enden, fra det simple til det komplekse uden at springe ét eneste skridt over. Dette er den såkaldte systematiske læringsbane. I matematik begynder man i nærheden af aksiomerne. I fysik begynder man med de fundamentale færdigheder såsom måling og med grundbegreberne og mekanikken som fysikkens fødested. [I biologi] gennemgås dyreverdenen lineært fra encellede organismer til mennesker (eller omvendt). [I historie] bevæger man sig skridtvist fra fortiden til nutiden. Det væsentlige ved disse tilgange er: Det der gennemgås på et givent tidspunkt, er et lille skridt der skal lede den lærende mod noget sværere og mere komplekst der stadig er ukendt for den lærende.

Begrundelserne er indlysende: Hvert emne bygger på noget andet, enten logisk eller kronologisk; der skal være orden; huller i indholdet har det med at hævne sig; man kan aldrig vide om man får brug for at vide dette eller hint. Disse begrundelser er logiske, men heller ikke mere end det. De er ikke pædagogiske. De fokuserer på det færdige fag. De fokuserer ikke på barnet, men på det færdige menneske eller den voksne i miniformat – som noget der stadig er i støbeskeen, og hvis begrænsning udelukkende er kvantitativ. Men som lærer skal man have blik for sindet i udvikling. Som faglærer skal man både have blik for det eksisterende fag og faget i udvikling.

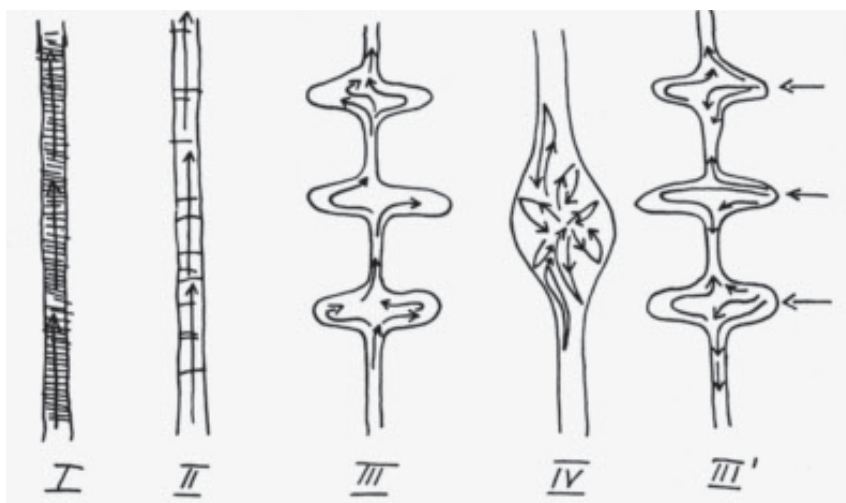
Grundsætningen “først det simple, derefter det komplicerede” har naturligvis sin ret. Men den må ikke herske alene. Fejlslutningen er ligetil: Det “simple” er meget ofte enten slet ikke simpelt, eller også er det trivielt. For enhver begynder bliver loven om inertie [Newtons 1. lov] mere og mere utrolig jo mere man tænker over den. For fuldt ud at kunne forstå loven om inertie må man leve flere liv som forsker. Det er jammerligt at se den blive serveret på side tre i en introducerende lærebog sammen med en forklaring der udelader alt for meget. Einstein skrev om loven om inertie (L1, s. 12): “Det er som regel det første vi lærer udenad i skolefysik, og en og anden kan måske huske den”. Hvad der ikke er så utroligt, er at visse vinkler på paralleller er ens [kongruente vinkler]; men det er alt for indlysende. Det er en kedelig observation der ikke fører til noget. Det “tjener” blot et eller andet formål.

Sådan en systematisk læringsbane har således ikke en længerevarende motiverende effekt på den lærende. En systematisk læringsbane indgyder blot en bekymring om

3 [ty: Lehr-Gang el. Lehrgang. Ordet “læringsbane” dækker her over den planlagte på hinanden følgende bane af undervisningsenheder i et fag på et givent niveau].

hvad der følger – om de vægtige etager der endnu venter (som også belaster læreren selvom han eller hun ved hvad der venter). Eleven tænker: Hvad har læreren mon i sinde i dag? Læreren begynder: I dag vil vi lave det følgende! En sådan systematisk læringsbane forfører os med at vi kan opnå fuldstændighed; men den leder os til hastværk og overfladiskhed [ty: Ungründlichkeit]. På denne måde opbygges en imponerende skrotbunke. Netop fordi denne tilgang klamrer sig til systematikken, begraver tilgangen sin systematik og forstopper overblikket (billede I). Tilgangen forveksler indholdets systematik med tænkningens systematik. Figuren er bevidst overdrevet. En ren systematisk læringsbane er næppe stadig vores mål. Men læringsplaner [ty: Lehrpläne] og nye tiltag viser at tilgangen trods dette er dominerende.

Dannelse er ikke et spørgsmål om at addere. Det er forkert blot at addere tråd efter tråd, og derfor er det også forkert subtraherende at kæmme tråde ud (billede II). Stoffet bliver da for tyndt og substansløst. Tilbage står en udtyndet systematisk læringsbane. Ingen vil mene at løsningen på at vide for meget er at vide lidt. Men mange forslag om at gennemgå stoffet “i store træk” eller “i et overblik” ligger ikke fjernt derfra.



2. At bygge platforme

Det vi har brug for, er således udvælgelsesprincipper for at kunne indskrænke os til det “væsentlige”. Hvad dette kunne være, overvejes senere (2. del). Hvis vi antager at vi allerede ved hvad der er det væsentlige, så ville den første brugbare form for læringsbane være billede III: Forslaget er at man har “modet til at efterlade huller” [ty: “Mut zur Lücke”] – det vil sige modet til at være grundig og til at dvæle intenst ved afgrænsede udvalg. Så i stedet for skridt for skridt at foretage et ensartet og overfladisk gennemløb af et katalog af viden udøver vi vores ret – ja endda vores pligt – til at slå os ned et sted og grave os ned for at dyrke rødder og bygge reder. Nogle bruger

udtrykket at bygge “øer”. Men hvis vi bruger dette udtryk, må vi samtidig forestille os en undersøisk bjergkæde der forbinder disse øer. For vi ønsker ikke forfald og isolation, men derimod kontinuitet – eller rettere: et kontinuum med ophobninger [ty: Ballungen] og fortætninger [ty: Verdichtungen], som det W. Flitner (L2, s. 559) taler om i forbindelse med historiefaget. Mellem bropillerne på en velfunderet bro leder de lettere brobuer os hurtigere frem. Jo mere seriøs fortætningen er der hvor vi bygger vores rede, desto mere glidende bliver forbindelsen mellem rederne hvor vi har fodfæste. Når vi stedvist glider frem på denne måde, er vi ikke overfladiske – vi er netop grundige i disse piller. Der er andre billeder der byder sig til. Udløberplanter (ligesom jordbærplanten) der sætter ranker og danner nye planter. En fugls træk der er drevet af hjemstavnsfølelsen fra den tidligere rede og af visheden om at den snart igen kan få fodfæste. I svæveflyverens sprog: at få opdrift i opvinden over et sted for hurtigt at kunne gennemføre den forestående svævning indtil det næste sted hvor man igen stille kan stige til vejrs.

For at fastholde den trinvis karakter vælger jeg at bruge billedet “platform” (forestillet som indenfor i et tårn: et sted hvor man kan opholde sig i fred – det er en misforståelse hvis man tror man skal hvile sig når man trækker sig væk fra den strikse føring i den systematiske læringsbane). Dette billede er mangelfuldt for så vidt som platforme er ugæstfrie og vindblæste. Det der menes, er et sted hvor der “fortættes”, og det har jo til gengæld noget hjemligt over sig. Dette er det væsentlige:

Det der finder sted i fortætningen, har karakter af at være et trin (man kunne også sige en opdæmning), men det er blevet til en platform. Man dækker det hele ved at gå fra platform til platform som er forbundet ved at man har placeret sparsomme trinbrædder.

Mange steder betegner man denne tilgang som den “eksemplariske” fremgangsmåde. Jeg finder dette meget brugbart, men jeg ville foretrække at man brugte ordet “eksemplarisk” mere snævert og renere som foreslået i det nedenstående.

3. Den eksemplariske fremgangsmåde [ty: Verfahren]

For at forfølge begrebet om det eksemplariske må vi nu bevæge os væk fra billedet om trinnet eller platformen. For at foregribe sagen:

Det enkelte som man dykker ned i, er ikke et trin – det er et *spejl* af det hele.

En begrundelse: De ord der igen og igen dukker op når talen kredser om det eksemplariske, er stedfortrædende, afbildende, repræsentativt, prægnant, modeltilfælde, mønsterværdig, forbilledlig og paradigmatiske. I denne sammenhæng skal det enkeltes forhold til helheden ikke forstås som en del, et trin eller et forstadie. Det enkelte forholder

sig som en slags tyngdepunkt der selvom det er *et enkelt*, bærer helheden i sig. Det enkelte dynges ikke op, det bærer og oplyser; det leder ikke videre, men det belyser. Det fremkalder det der er fjernt fra det, men som ligner det gennem resonans. (Billede IV).

Det er dét Ernst Mach (L3, s. 344) mener når han siger at han (fysikeren) “er tilfreds når enhver ung mand” (pigerne glemmer han) “oplever, så at sige, et par matematiske eller naturvidenskabelige opdagelser og har forstået deres konsekvenser”. Måske peger Lichtenberg på det samme (L4): “Det man selv må opfinde, efterlader et spor i forstanden der også kan bruges ved *andre lejligheder*”. Konfutse skulle have sagt at han ville afvise den studerende der ikke kunne anvende det han havde lært i ét hjørne, på de tre andre hjørner. Det bliver helt tydeligt i “Tübingen-resolutionen” (L5): “*Oprindelige* fænomener i åndsverdenen kan blive *synlige* igennem *eksemplet* givet ved det *enkle* som eleven *virkelig har forstået*”. Derudover leverede to af deltagerne i diskussionen i Tübingen en uddybning. Herman Heimpel sagde (L6, s. 7) at “det almene er indeholdt og kan findes i det enkelte: *Mundus in gutta*” [verden i en dråbe], og at det er muligt “inden for rammen af et generelt overblik på *enkelte* steder på ægte vis at møde historien og ... at anvende dette på andre områder”. Wilhelm Weischedel (L7) talte om “tilstedeværelsen af det hele i det enkelte” og at “historiens væsen *overhovedet først bliver oplyst* i den enkelte hændelse”. [Kursiveringer i citaterne i dette afsnit er tilføjet af Wagenschein].

Den eksemplariske tilgang er modsætningen til specialisering (L8). Den går ikke ud på at forenkle; den søger helheden i det enkelte (“Umuligt!” siger den der kun kan addere).

Da det her kun angår skærpelsen af et begreb kunne en radikal eksemplarisk matematikundervisning for eksempel afgrænse sig til det ene antikke bevis for at rækken af primtal ikke har nogen ende (L9), og derved synliggøre (L10) noget (ikke alt) af det der kendetegner matematikken. Dette eksempel er med overlæg overdrevet og tæller ikke som et forslag. Alligevel er jeg overbevist om at et blik i bare dette spejl alene, hvis blikket er dybt nok, indeholder mere matematik end mange der har bestået deres studentereksamen i matematik, “har fået med”. (For andre eksempler i fysik og matematik se L11 og L12). I biologi har Richard Goldschmidt (L14) for 30 år siden demonstreret hvordan man kan illustrere det væsentlige biologiske alene ved at tage udgangspunkt i en hestespoleorm. Og Kerschensteiner skriver (L13): “For 40 år siden har prof. Gölte i Strasbourg ... skrevet en udmærket bog der studerede og kontekstualiserede alle væsentlige fænomener, begreber og love inden for zoologien ved at se på fem til ti dyr”.

4. Spontanitet

Det ovenstående er indtil videre med forsæt blevet ensidigt betragtet fra objektperspektivet. Også en autoritær og rent docerende underviser kunne tilslutte sig det.

Vedkommende ville i så fald tilrettelægge platformene og spejlet der samler helheden. Men det er nødvendigt at forstå at den anden side, barnet, i sin helhed og spontanitet må inddrages i samme grad. Derfor hedder det jo i Tübinger-resolutionen “virkelig forstået” [ty: “wirklich erfasst”], og således talte Heimpel (L6) om “på ægte vis at møde” [noget] [ty: “einer echten Begegnung”]. Dermed ønsket om fortætning.

Vi skal altså være tilsvarende opmærksomme på barn og indhold. Det betyder: Ophobningerne eller *platformene* skal også være ophobninger af aktiviteterne på barnets subjektside. De må være eftertrykkelige og trænge ind i indholdet og i den lærendes sindsgrundlag. Spejlingen skal ikke blot oplyse fagets helhed – eller i bedste fald åndsverdenens helhed – spejlingen skal også oplyse den lærendes helhed (ikke kun fx dennes intelligens).

5. “Indstigning” [ty: “Einstieg”]

“Indstigning” betyder at man *ikke ubetinget* bliver nødt til at *starte helt “forneden”* ved det “lette” i det faglige tårn, ved den første platform, at udbrede sig der og hurtigt stige til den næste for dermed at arbejde sig skridtvist opad fra platform til platform. Det betyder at man “stiger ind” (dette ord er belastet; det får os til at tænke på en indbrudstyv, men det gør det klart at man ikke går ind fornedet ad hoveddøren) ved et relativt komplekst *problem* der passer til den første platform og kan udfordre barnets spontanitet *uden* at barnets *forkundskab* er blevet “forberedt” (billede III’).

I stedet for at gennemløbe fx optikken i den vanlige bane (selvlysende og belyste legemer, skygger, retlinet udbredelse, mørke osv.) kunne man begynde med det problem som Kepler (L15) beskæftigede sig med i sin optik fra 1604, nemlig spørgsmålet om hvor “soldalere” kommer fra: “At en solstråle som trænger igennem en spalte, falder på den underliggende overflade som en cirkel, er et faktum som alle er bekendt med. Man ser det under hullede tage, i kirker med gennemhullede vinduer samt under ethvert træ. I antikken var de tiltrukket af dette vidunderlige fænomen, og de gjorde sig umage for at efterforske årsagen. Men jeg har til dato ikke fundet nogen der kunne give den rigtige forklaring” (L15, s. 13).

Billede III’ forsøger at vise at en indstigning kommer udefra, og at tænkearbejdet trænger ind i de underliggende elementer (her altså retlinet udbredelse), og det fører til komplicerede spørgsmål. En anden indstigning gentager så denne fremgangsmåde et stykke “højere” oppe, fx ved det fænomen som Goethe beskriver: En hvid sten i det klare vand på en mørk baggrund fremtræder ikke kun som hævet over baggrunden, men ser også ud til at have farvede kanter – og dette er endda mere fremtrædende jo længere den synker ned. Ved at tage udgangspunkt i denne erfaring kan vi forklare komplekse brydninger og farvespredning [ty: “Dispersion”] – vi kan nå nedad til refleksion og bevæge os opad derfra til spektret (L20, s. 58-62). Når vi stiger ind ved et problem, kan vi altså stige ned til det mere elementære – vi søger det der er

nødvendigt for at forklare problemet. Dermed har vi fået et udvalg: *Vi ophober ikke for at fylde et forråds-kammer*, men vi søger derimod det vi har brug for. Vi bevæger os således i den oprindelige forskning. *Det sælsomme udfordrer os, og vi aftvinger det simple af det mærkværdige.*

En indstigning i mekanikken som allerede er afprøvet, er det tilsyneladende harm-løse spørgsmål “Hvis man holder en sten ud af vinduet i et tårn og slipper, hvor lander den så henne?”. Til at begynde med ser dette spørgsmål trivielt ud. Men det bliver med det samme forvirrende på en meget fangende måde når man tænker på jordens krumning og rotation. Komplikationerne opløses når vi tænker over det og når frem til loven om inertie, et bevis for jordens rotation, og frem for alt: Det åbner op for den måde en fysiker tænker på.

Kunsten ligger i ikke at vælge et for, eller for lidt, komplekst udgangsproblem og i ikke at fanatisere fremgangsmåden. Husk på at princippet om at gå “fra det simple til det komplekse” også har en begrænset gyldighed.

6. Den eksemplariske læring som en vederfare⁴

Jeg kommer endnu en gang tilbage til afsnit 4: Det kan være nok at problemet ved indstigningen er “interessant”. For det eksemplariske tema der – alene – skal spejle helheden, forlanger vi en stærkere spontanitet – at det skal være gribende for den lærende på en endnu mere omsiggribende måde.⁵ Det er altså den største modsætning til det “gennemgangsmaskineri” som også nutidens skoler truer med at blive. Vi bliver nødt til at reflektere på ny over begrebet “opmærksomhed” (L48).

Jeg citerer Max Picard (L16): “Nutidens menneske er karakteriseret ved dette: Mennesket og objektet møder ikke længere hinanden. Det hænder ikke længere at vi har et objekt foran os. Vi har allerede objektet inden vi rækker ud efter det, og det forlader os inden vi giver slip på det. Vi når kun frem til objekterne ad omveje, indirekte, provisorisk, approksimativt og uforpligtende. Det vil sige at man slet ikke kommer til objekterne, men ... de bliver leveret til os. Det er som om det alt sammen er sket før ... Alle objekter synes at høre til et uhyrligt gennemgangsmaskineri som vi mennesker er en del af: det sted hvor det gennemgæede bliver afleveret. Men meningen med at møde et objekt er at give objektet tid, det vil sige kærlighed”. Dette synes for mig ord for ord at være rammende for skolen. Man taler her gerne om et “møde” (L17) [ty: “Begegnung”]. O.F. Bollnow (L18) har angivet gode grunde til at reservere dette begreb til karakteriseringen af den højere transformering (Saulus til Paulus) der er

4 [I originalteksten bruges det tyske ord “Widerfahren”, der ligesom det gamle danske ord “vederfare” egentlig betyder at “fare imod” eller “træffe”, men som bruges til at benævne noget der sker for eller hænder med en person, typisk i mødet med noget eksternt].

5 [Wagenschein bruger ordspillet “ergriffenes Ergreifen” – og forsøger således at få os til at tænke på en person der bliver grebet af noget på en omsiggribende måde. Vi skal nok forestille os situationen hvor en person bliver grebet af noget på en fundamental og selvforstærkende måde].

meget sjældnen i undervisning. Vi bør derfor hellere tale om “oplevelse” eller “erfaring”; naturvidenskabernes hårdhed kan måske kendetegnes ved ordet “vederfaren”. (Hvis ordet fandtes, kunne man også tale om et “vederfærd” [ty: “Widerfährnis”] for at betone det usikre i foretagendet). Dette har straks en rent organisatorisk konsekvens: Den eksemplariske undervisning er helt uforenelig med den opdelte karakter af portioner på 45 minutter. Den eksemplariske undervisning stræber efter undervisning i blokke – dag for dag i mindst to timer berøres det samme tema: Det graver sig ind i elevernes og lærernes hjerter og arbejder der dag og nat.

7. *Det eksemplariskes forhold til indstigningen*

Indstigningen beror på en idé om en trinvis opbygning fra platform til platform. Den *eksemplariske fremgangsmåde* er – i sin rene form – ikke karakteriseret sådan. Fremgangsmåden indsnævrer sig om et enkelt udadstrålende problem. Den eksemplariske fremgangsmåde *har ikke en trinkarakter*, men også ved denne fremgangsmåde springes der uden forberedelse ind i problemet (derfor bliver billede IV overflødigt). Men en indstigning kan *også* være eksemplarisk – selvom den beror på en idé om en trinvis opbygning (på samme måde som en ovn ikke kun virker ved at transportere luft, men også ved strålevarme).

8. *Det eksemplariskes forhold til en kanon*

Hos Hempel hedder det (L6): “I rammen af et alment overblik”. Og W. Flitner har betonet (L2) at historie først og fremmest må fortælles. Tilsvarende gælder for naturvidenskaberne (selvom det her ikke er nødvendigt, endsige godt, at fortælle deres indhold; man vil gerne at naturvidenskaberne bliver udført – ikke fortalt). Visse ting bliver man i dag simpelthen nødt til at vide. Ikke hvordan en radio virker i alle sine enkeltdele, eller “verdensalderen” ifølge moderne kosmogoni [“kosmogoni” er en gren af kosmologien]. Men derimod fx hvad frost gør ved vandledningen, og at man – når der lugter af gas – ikke skal slå strømmen til, samt lidt mere, men slet ikke så meget andet. Det gælder ikke kun nyttige ting. For eksempel: “Hvordan kan det være” at en plantestængel der vokser skråt op af vandet, ser knækket ud, men ikke er det? Man skal også vide hvordan disse ting hænger sammen. Ikke kun for bedre at kunne huske dem, men fordi det er en erfaring der vækker en fortrolighed med verden [ty: Weltvertrauen] og dermed dannelse. Som fysikeren Tyndall (L19, s. 114) engang sagde: Tingene “i den fysiske verden skal aldrig fremstå adskilt fra tingene i den moralske verden”.

For udskolingen og gymnasiet⁶ er en sådan kanon altså forudsætningen for eksemplariske dybdeboringer der fører ind i dette ovenfor beskrevne grundlandskab.

6 [Wagenschein taler om “die Oberstufe der Höheren Schule und die letzten Jahre der Volksschule”; her er dette oversat til en dansk kontekst].

Dermed ikke sagt at udbredelsen af dette grundlandskab fortsat skal forløbe i den gamle skridtvise tilgang der bærer risikoen for stoftrængsel. For:

- a) Denne kanon skal slet ikke være så overfyldt som vi typisk tror. I fysik som fx i biologien ville det være en uhyre stor lettelse at begrænse sig til fænomener (L20, s. 19) og give afkald på en forhastet og gentagen matematisering og teoretisering (L21, s. 170). Det eneste der er nødvendigt, er at naturfagslærere der tenderer til at være bedre uddannet i deres felt end i kulturhistorie og pædagogik, lærer at stole på og erkende at dette [at koncentrere sig om fænomenerne] *også* allerede er fysik og biologi. Tilsvarende lader vejen til de astronomiske grunderkendelser sig også forenkle uden at der gives afkald på stringens og indsigt (L22).
- b) Indstigningen og endda det eksemplariske kan også fremgå ved tilegnelsen af denne grundlæggende kanon. Også i grundskolen og mellemtrinnet er det muligt at danne platforme – også platforme der kan muliggøre eksemplarisk oplysning. Dette kan vi selvfølgelig kun overbevise os om på baggrund af udførlige erfaringsberetninger (L20, L22, L47).

2. del

1. Efter dette forsøg på at afgrænse det eksemplariske fra andre fremgangsmåder for undervisning vender jeg mig nu udelukkende mod denne tilgang med det følgende spørgsmål: Hvad er de eksemplariske temaer i et fag, og hvorfor er de eksemplariske? Hvad betyder denne *oplysning af helheden*?

Når man spørger på denne måde, betyder det samtidig at man med det samme undviger: Svaret skal ikke lede til et almengyldigt "katalog over eksemplarisk indhold". Så ville fremgangen være dødfødt. Det er klart at det fra indholdssiden ikke kan være ligegyldigt hvilke temaer man vælger. Men også læreren bliver nødt til at blive grebet af det, og det er jo altid et individuelt spørgsmål. Vagheden og usikkerheden hører sig jo til, som K. Barthel (L23, s. 36) for nylig har hentydet til. Hvis et problem skal være eksemplarisk, må lærer *og* elev udfordres – ikke blot til at handle, men deres sikkerhed må også udfordres. Der er ingen grund til at have et snævert katalog af eksemplariske temaer. Vi skal have en bred vifte af individuelle beretninger om hvad der er blevet gjort i praksis – ikke for at efterabe, men for at blive stimuleret. Vi undervisere må lytte til hinanden som individer – ikke lytte til et fastlagt skema som funktionærer. Det kan også være at det slet ikke lader sig gøre at finde temaer der *kun* er eksemplariske (udstrålende) eller *kun* er platformsegnede (ophobende). Men det er ikke overflødigt at vide hvad man sætter pris på ved et tema.

2. Jeg begynder igen med *fysikken*. Spranger gav os et lille arbejde med titlen “Frugtbarheden ved det elementære” (L24). Ordet “frugtbar” leder os i den rigtige retning. Her angår det “det rene tilfælde”, det vil sige “et tilfælde der i kraft af sin opbygning er umiddelbart forståeligt ... som giver det grundlæggende skema for den fyldighed du vil møde i virkeligheden”. Og for fysik nævnes: Den retlinede bevægelse er det simpleste; således også sætningen om kræfternes parallelogram. Jeg tilføjer: Newtons mekaniske aksiomer og især “Kraft er lig masse gange acceleration”, energiloven, måske relativitetsprincippet osv. Det samme mener Kepler i sit forord til Rudolph den Anden når han beretter at han “har været i stand til at håndtere en række optiske læresætninger der tilsyneladende var ubetydelige, men som dog bar kimen for de højeste ting i sig” (L15, s. 7).

Elementære temaer i denne forstand forefindes altid i objekter der allerede er blevet udforsket. De bliver ikke længere fundet i naturen. De findes i den fysikvidenskabeligt [ty: physikalisch] reducerede natur; de er ekstrapolerede almene fænomener der rummer de mangfoldige enkelttilfælde. Den der behersker “Kraft er lig masse gange acceleration”, kan ved hjælp af integration håndtere den basale mekaniske situation.

Det elementære er altså et vigtigt *mål* for fysikundervisningen. Det er det simple der “ikke er så simpelt”, og det er derfor ikke det skolen kan begynde med. For den kyndige er det det første – det som vedkommende “lægger ud med”. For den forskende nybegynder det sidste – det der graves ud af komplekse og sælsomme fænomener. “Det såkaldte rene tilfælde bliver kun opfattet gennem en forudgående og omhyggelig analyse af det der erfares, og gennem en efterfølgende tankekonstruktion. Denne indsats er altså på ingen måde begyndelsen i erkendelseskæden. Den er derimod resultatet af den fulde fagbeherskelse og den mest modne tænkning” (L25). Undervisningen *kan ikke begynde med det elementære*. Den må derimod stile derhenimod. Fra indstigningen må undervisningen nedstige til det elementære og blotlægge det. Når først elementærsætningerne er blevet tilegnet, får de en nøglerolle [ty: Schlüsselstellung] i beherskelsen af faget.

I udvælgelsen af et problem er det nødvendigt at tage højde for at dets løsning blotlægger noget elementært. Men dette er ikke tilstrækkeligt når vi vil danne. For man kan forestille sig en uddannet fysiker og endog en studerende der forstår at anvende sætningen “Kraft er lig masse gange acceleration”, men som alligevel ikke kan kaldes dannet.

Forstår man nemlig dannelsesprocessen på den måde at det involverer det at blive grebet på en omsiggribende måde – det vil sige noget der medfører at det hele subjekt indgående beskæftiger [ty: Auseinander-Setzung] sig med det hele objekt – må man betænke at vi i dag ikke længere forstår fysik som læren om hvordan naturen “egentlig er” (L26, s. 10, 12, 18, 19, 60, 90, 111, 132, 135; L27, s. 25). Fysik er derimod en

måde at forstå på der er baseret på en metode i form af et bestemt reglement for at stille spørgsmål hvormed naturen tillader at vi udspørger den. Således erkender man med Litt (L28, s. 55 ff.) at denne metode *frembringer* subjektet og objektet idet metoden installerer mennesker som den med logikken (L29) forstærkede "observatør" og naturen som det grundlæggende målbare. Når man erkender alt dette, så er en undervisning ikke dannende hvis dens *genstand* ikke er denne "triade" (L28) [ty: "Trias"] af subjekt-metode-objekt. Undervisningen er da ikke længere en ren fysikfaglig undervisning, og faktisk må den ikke stå alene hvis den gerne vil være dannende. En lærer der er begrænset til sit fag, og som er uberørt af de større filosofiske implikationer, vil ikke være i stand til at undervise i fysik på en alment dannende måde.

3. Hos Heisenberg (L26, s. 39) finder vi en biografisk anmærkning til hans skoleerfaringer der er velegnet til at udpege hvad der menes. Det hedder der: "... jeg fandt det yderst mærkværdigt og pirrende at matematikken på en eller anden måde passer på det der tegnes i vores erfaring ... Normalt lader skoleundervisningen åndsverdenens forskellige landskaber passere forbi ... uden at vi kommer til at føle os hjemme i dem. Undervisningen belyser dem ... alt efter lærerens evner med mere eller mindre stærkt lys, og billederne hænger i længere eller kortere tid i vores erindring. Men i enkelte sjældne tilfælde begynder en genstand der er trådt ind i vores synsfelt, at lyse af egen kraft ... og til sidst fylder lyset der udstråler fra denne genstand, et større og større rum i vores tænkning, griber fat i andre genstande og bliver til slut en vigtig del af vores eget liv. Sådan gik det mig dengang med erkendelsen af at matematikken passer på de genstande der gives i vores erfaring ..."

I disse sætninger mener jeg at kunne erkende alle kendetegn for det eksemplariske: Grunden til at et eller andet indhold – der her ikke blev nævnt – blev eksemplarisk, er ikke det sideløbende og selvfølgeligt givne elementære ($K=m*a$); det er derimod det at nogle naturlige processer kan *matematiseres*. Måske kan vi som modsætning til det "elementære" kalde sådan noget "*fundamentalt*" (L47).

Vi taler ikke om det "elementære" i fysikken som tillader observatøren at løse mange enkeltopgaver. Vi taler om et dybere lag – det der ryster mennesket og dets fundament og indholdet og dets fundament – og begge er uadskillelige. Det viser menneskene i et nyt lys: som nogen der er blevet tildelt evnen til – under bestemte betingelser – at finde matematiske naturlove. Samtidig forbliver naturen (der "fører til" disse love – under de samme betingelser og det ceremonielle i eksperimenterne) uberørt med et gådefuldt smil på læberne uden for disse betingelser og ceremonier. Pythagoras' og Keplers erfaring er

7 Jeg takker en venlig henvisning fra Eduard Spranger for valget af dette ord.

sandelig en “pirrende” erfaring. Som “pirrende” er denne erfaring ikke kun interessant. Og dog bemærkes dette ikke nødvendigvis af alle der kan anvende de newtonske aksiomer. Man må komme til at “føle sig hjemme” i et indhold før det åbenbarer sig på denne måde. Da bliver erfaringen “strålende” – i modsætning til den belysning som læreren skal stå for i sin hurtige gennemgang af indholdet. Erfaringen oplyser – og dette sker endda “pludseligt” som enhver mental hændelse – for så vidt at der var forudgående tålmod. Det er præcis som Platon skrev: “Den videnskabelige tilgang der er dedikeret til genstanden, og som foregår over lang tid ... fører til et bål i sindet der pludselig antændes af en gnist, og som ernærer sig af sig selv”⁸. Det fylder et større rum, ikke i fagets rum, men “i vores tænkning” – ja i “vores livs” rum.

Her har vi det sjældne højereordenstilfælde at åndsverdenens helhed og personens helhed bliver grebet af en sådan fundamental erfaring. Det er udløsningen af en “dannelse”-proces. Af dette eksempel kan man udtrække følgende almene lov:

Et bestemt indhold – eller rettere et bestemt *problem* (lad os sige Galileis spørgsmål: Hvordan ruller kuglen ned ad et skråt bræt?) – kan blive *eksemplarisk* for en fundamental erfaring (her matematiserbarheden af visse naturlige processer). Erfaringer er fundamentale hvis de kan ryste menneskenes samlede basis og indholdet (med hvilket menneskeheden beskæftiger sig). Kun i dette tilfælde kan vi tale om en dannende erfaring. Sådan en erfaring leverer nødvendigvis og uundgåeligt parallelt “elementære” indsigter. Som for eksempel i Galileis forsøg om loven om inertie (idet han lader kuglen fortsætte opad et andet bræt, som han løbende ændrer til vandret⁹; men hans inertilov forbliver selvfølgelig indskrænket hertil).

Der er andre fundamentale erfaringer i fysikfaget. De er alle “*funktionsmål*” (L11; L21) for undervisningen i modsætning til indholdsmæssige mål som dog kan opnås parallelt: Faglig skoling er altid et biprodukt af dannelsen – det omvendte gælder ikke nødvendigvis.

Inden for “triaden” subjekt-metode-objekt ser jeg på objektsiden:

- a) den nævnte matematiserbarhed
- b) erfaringen – der går forud for målinger, matematiseringer og teoretiseringer – om at de rene “*fænomener*” tillader os at erkende orden og *sammenhæng* (fx sammenfatter fordampning, kogning i vakuum, diffusion af alle tilstandsformer [Aggregatzustände] og gstryk at alt stofligt stræber mod opløsning – *før* den kinetiske teori for stof)

8 Breve, oversat af v.O. Apelt, Leipzig, 1918, s. 72.

9 [Ty: “indem er nämlich ein zweites Brett, das die Kugel wieder hinaufläuft, allmählich in die Horizontale bringt”]

c) at udtænkningen af mere eller mindre anskuelige lignelser (modeller, billeder), såsom bølger, felter og atommodeller, leder til en væsentlig forbedring af denne sammenhæng. Man kunne tale om en *“modelparathed”* af den fysikvidenskabeligt observerbare natur.

Derudover er indsigter fundamentale såfremt:

- a) at eksperimentets metode ikke er uden forudsætninger (lukket system, gentagelighed, uafhængighed af observatørens person ...) – det vil sige der er ikke tale om metoden, men om *en* metode
- b) at fysikeren indskrænker sig til at bruge en procedure der først adskiller og så sammensætter, og til at bruge kvantificerbare begreber
- c) at man på denne måde anser hele *“triaden”* – og anser fysikken som en bestemt måde at forstå på, som et enkelt *aspekt* af naturen, og at vi kun kan måbe over at dette er muligt.

Fysik siger ikke hvordan naturen er; fysik siger kun hvordan naturen svarer. Naturen svarer imødekommende. Og begribeligheden af naturen er, som Einstein (L1) engang sagde, det ubegribelige ved naturen. Det synes for mig at være disse indsigter fysikundervisningen kommer an på såfremt den skal være dannende. Og jeg ser ingen anden udvej for at nå dertil end den eksemplariske. Ikke fordi *“vi desværre ikke har mere tid”* til at *“gennemgå”* den voksende ophobning af viden, men fordi vi har *meget tid*, og fordi det i hvert fald ville være meningsløst og forgæves at bruge tiden på stofophobning uanset om vi skoler eller danner. Den eksemplariske undervisning er ikke en ny nødudgang der åbner sig af resignation. Med eksemplarisk undervisning besinder vi os og vender tilbage til det eneste som undervisning kunne være.

De tidligere nævnte fundamentale erfaringer er rene *“funktionsmål”* – de indeholder ingen bestemte enkeltprodukter. Jeg vil dog gerne tro på at også bestemte *slutprodukter* tilnærmelsesvist kan kaldes fundamentale hvis de viser menneskenes placering i verden i et nyt lys. Jeg tænker her ikke på at ufærdige og svært begribelige teorier – såsom modellen om at universet er et lukket system der i 10^9 år har udvidet sig – hurtigst muligt skal slæbes ind i skolerne. Jeg tænker på noget simplet som vi stadig ikke har kunnet gøre op med indadtil: verdensrummets uendelighed og det kopernikanske system (L22). I skolerne bliver dette stadig i dag *“klaret”* overfladisk i en sådan grad at ingen student kan sige hvorfor han eller hun tror på at man skal være kopernikaner. Det belærende udsagn om at det vi ser til daglig, *“kun er et skinbedrag”*, er et af bidragene fra en overfladisk naturfagsundervisning der leder til at mennesker mister følelsen af at være tryk i verden [ty: Gefühl der Geborgenheit des Menschen in der Welt] (L30). *Dette er de*

vigtige produkter af naturvidenskaben der overfladisk og hastigt “bringes” frem i skolerne, og som kan bringe vores hjemstavnsfølelse i verden i fare. Dertil hører også indsigten der starter med den kinetiske varmeteorier og slutter ved atombomben, og som fortæller os at den tilforladelige og roligt virkende materie essentielt bærer en aggressiv tendens. Tilstandsformerne åbenbarer sig som tiltagende grader af udbrud. Og kernespløtningseksperimenter viser at mennesket – når det vil påtage sig det ansvar – kan bringe endnu mere til udbrud. Siden mennesket opdagede den moderne naturvidenskabelige tænkning, har det mistet megen tryghed. Men mennesket har også vundet noget derved: Matematiserbarheden vækker fortrolighed. Målet med en dannende fysikundervisning er at man medregner begge dele på den rigtige måde – at fysikken kun kan belyse et aspekt i lyset af en bestemt og indskrænkende metode. Jeg ved ikke hvordan vi kan nå tættere på dette mål på nogen anden måde end gennem grundig eksemplarisk betragtning af egnede problemer.

4. Jeg vender mig nu kort mod *historie* fordi det dér ser væsentlig anderledes ud. Derefter vender jeg tilbage til naturvidenskaben – nærmere bestemt biologifaget, der på en vis måde står mellem historie og fysik. O.F. Bollnow (L18; L31) og W. Flitner (L2) har vurderet at mulighederne for og omfanget af den eksemplariske undervisning for historiefaget er stærkt begrænset. Det er klart at den eksemplariske undervisning finder sit egentlige felt der hvor der kan findes regler og love: tilbagevenden, gentagelighed, sikkerhed for at kunne reproducere. Den der virkelig forstår fysikkens *metode* ud fra *ét* eksempel og på afstand kan gennemskue “triaden”, kan – grundlæggende – selv tilegne sig “resten”. For kilden, naturen, er altid til rådighed for os alle. Vedkommende kan også let følge et studium, og vedkommende kan endda blive dannet fordi vedkommende ved det vigtige, nemlig hvad vi *gør* når vi ser på naturen og os selv med et fysikvidenskabeligt blik.

I historie er det anderledes. Ikke blot er kilderne nedgravet – de er også nogle gange forvansket af fejl og løgn. Det er noget som naturvidenskaben ikke kender til. Men frem for alt er forløbet af menneskers skæbner ikke bestemt ved kausalitet eller logik. Historien efterforsker det der engang *var*, og det der *en gang* var, det der altid vil være anderledes omend det kan vende tilbage som noget genkendeligt (Burckhardt, Spengler, Toynbee). Alligevel virker det som om der er muligheder for det eksemplariske i historieundervisningen – ellers ville historikere såsom Heimpele (L6; L31) ikke have talt om det, og erfarne lærere ville ikke for nylig have fulgt ham (L23, L34, L35, L44, L45, L46, L49, L51).

Uden at foregribe den forskningsopgave som historielæreren og -forskeren er stillet over for, må jeg pege på en sætning fra Dilthey der virker betydningsfuld for lægmanden. Det er alment kendt at man ikke erfarer noget om sig selv ved at

tænke hvem man egentlig kunne have været, men derimod ved at vove sig ud i situationer der tvinger os til at handle. Det er der man erfarer det væsentligste og ofte helt uventede om sig selv, og derefter kan man overveje det og anvende det for fremtiden. Dilthey taler her ikke om den enkeltes egen erfaring, men om erfaringen af den menneskelige art. Han siger (L35): "Mennesket forstår ikke sig selv gennem nogen form for grublerier over sig selv ... alene i forståelsen af den historiske virkelighed som han frembringer, lykkes mennesket med at blive bevidst om sin formåen på godt og ondt". På denne måde ved vi meget mere om os selv end i 1913, eller endda i 1932. Og en person der historisk genoplever en periode der er længere end vedkommende selv kan overleve, vil være mindre overrasket over det der kommer, end den person der "lever fra dag til dag". Mennesket er i visse hovedtræk af sit væsen lige så vedholdende som det er omskifteligt i sin fremtrædelse [ty: Hervorkehrung] og således glemsom. Et væsen der i al sin synlighed er så skjult, kan utvivlsomt dechifrere vedholdende væsenstræk af historien, samle disse og derved forebygge sin verdslige glemsomhed. Er dette ikke et fundamentalt mål for historieundervisningen, og findes der ikke indhold der kan være eksemplarisk for dette? Man behøver slet ikke straks at tænke høje historiefilosofiske tanker. Et enkelt og aktuelt eksempel: Historieundervisningen i alle lande burde sørge for at det der skete i koncentrationslejrene, ikke bliver glemt – ikke for at ansprore til hævn, men som advarsel om nogle muligheder der ligger i os alle.

Det bliver først tydeligt hvor lidt dette funktionsmål for historieundervisningen har at gøre med kausaliteten i fysikvidenskaben, når vi ser at grænserne for og meningen af historien først kommer til syne når vi tilføjer et andet funktionsmål der gendriver det første. På samme måde som der i den enkeltes liv kan være en slags meningsfuld tråd – en helende historie – på trods af en uendelig kæde af tilbagefald og ensartede reaktionsmønstre, spørger vi i historie ikke kun til hvordan mennesket altid kan være det samme, men også hvor det leder mennesket hen? Måske siger historikeren at dette ikke er sagen, at det ikke er videnskabeligt. Ligesom fysikeren kan indvende at noget af det jeg kaldte "fundamentalt", ikke angår fysikere, men derimod filosoffer. Men faglæreren må ikke kun være fagmand hvis vedkommende gerne vil være lærer. En fysikundervisning der kun er fysikfaglig – generelt en fagundervisning der kun er fagvidenskabelig – kan skole, men ej danne.¹⁰

5. Biologien: Vi er vant til at knytte biologien til fysikken og kemien på samme måde som vi knytter fysikken til matematikken. Men ingen af disse relationer er påtvungne. Matematik hører også til musikken, og biologi har også historiske træk. Det bliver tydeligt med en sætning fra biokemikeren F. Knoop (citeret af Butenandt,

¹⁰ *Lichtenberg*: Den der kun forstår kemi, forstår ej heller kemien rigtigt. *Pascal*: Jeg vil ikke kaldes matematiker.

L36): Livet er kendetegnet “af en kontinuitet af kemisk bevægelse der begyndte med den første levende celle, og som gennem årtusinder er fortsat ubrudt indtil de nuværende levende enkeltindivider”. Denne udfoldende og differentierende strøm af levende skikkelser er – som menneskeheden historiske strøm – enestående, og den kan ikke fattes i kausale kategorier, men derimod i morfologiske kategorier. Mangfoldigheden af nutidige skikkelser er kun et tværsnit af denne strøm. Begrebssystemerne fra den nutidige fysik og kemi kan ikke bruges til at forstå dette (sådan virker det i hvert fald for lægmanden, især når vedkommende er fysiker). (Og lige så lidt kan “hændelserne i menneskets historie” forstås som “den naturlige fortsættelse af den organiske evolution af formerne”, L38).

Ovennævnte essay (L36) af Butenandt har således den meget beskedne titel “Hvad betyder liv fra den biologiske kemis *perspektiv*?” (kursiveringen er ikke i originalen). Essayet indeholder denne sætning: “lad os være bevidste om at vi ikke er stand til at fatte hele virkeligheden af livet med denne tilgang. Det ligger fra begyndelsen af i metodevalget, og det gælder altid. Bruger vi kemis metode, kan vi kun forvente et svar fra området af kemiske processer”.

Således er det for lægmanden overbevisende når Portmann (L37) skriver at der findes to fronter i biologisk forskning: for det første det ultramikroskopiske fremtrængende genetiske og fysiologiske arbejde der undersøger opbygningen og ydelsen af den levende substans; for det andet den nye morfologi, som Portmann selv bedriver, der holder sig til det som det blotte øje kan se, og som søger at forstå form, gestalt og adfærd som “tegn på det indre i det fremtrædende”.

Hvad har dette med det eksemplariske, med de fundamentale erkendelser, i biologiundervisningen at gøre? Jeg spørger mig selv om det ikke betyder det følgende: Det er vigtigt,

- a) at enhver af os erfarer Butenandts sætning (at den der spørger kemisk, også får et kemisk svar) gennem en konkret eksemplarisk undersøgelse af fysiologisk art
- b) at enhver af os gennem et eksempel fra den anden front erfarer at den eneste måde man kan nå til en tilfredsstillende forståelse af det levende på, er ved at tage et andet begrebssystem – formodentlig det morfologiske – i brug. Dette gælder både for den nutidige verden af skikkelser og for dens udvikling over tid. (Den “organismiske” opfattelse af det levende hos Bertalanffy (L39) og adfærdsforskningen af Konrad Lorenz (L40) ligger, i det mindste for lægmanden, i den samme retning). Dette ville være fundamentalmål fordi de har triaden subjekt-metode-objekt i tankerne.

Den anden front, der nu igen trænger sig frem efter at have ligget stille siden Goethes tid, er således meget vigtig for underviseren. Med andre ord: Denne anden *morfologiske betragtning er den første pædagogiske betragtning*. For i denne betragt-

ning føler barnet sig hjemme, og i denne betragtning er de intensive og inderlige erfaringer der hører til det eksemplariske, mulige. I skolen ødelægger vi dem ikke sjældent ved at vi tidligt behandler planter eller dyr på fysikvidenskabelige måder som om det er den passende måde. Jeg husker tydeligt min forbavselse da en lærer satte en hvid blomst i blæk der så steg op i blomsten og på denne måde (som jeg vil udtrykke det i dag) vanærede blomsten. Biologiunderviseren bemærker for det meste ikke sådan noget da han er vant til at undertrykke sådanne indvendinger som "usaglige". Dette betyder dog ikke andet end at han forholder sig som om de fysikvidenskabelige kategorier passer på det levende. Dette tror intet barn på (uden at kunne sige det på anden måde end ved modvilje), og jeg hælder til at slutte mig til børnene.

Med fysikvidenskabelige og kemiske undersøgelser bør vi altså vente længere end normalt. Vi bør i lang tid pleje gestaltlæren, thi (efter Portmann): "Cytoplasmaforskningen der trænger ind i det usynlige, forlader nødvendigvis den vante sanserverden – den hverdagsverden vi oplever. Denne forsknings felt er ikke menneskets egentlige oplevelsessfære hvor naturformernes rigdom ernærer vores følelsesliv og vores skabende fantasi. Forskningen der trænger ind i de submikroskopiske, i molekylernes strukturelle sammenføjninger, flytter ud af menneskets hjemstavn." (L37).

Funktionsmålet der kan nås i denne hjemlige sfære af den biologiske undervisning, fremstår for mig som dette: "Enhver levende genstand går ud over det der er nødvendigt for overlevelse" (L37). Med andre ord kan akeleje, påfuglehaler og fuglesang aldrig kun forstås som formålsformer, men derimod som det Portmann kalder "levende væsners selv fremstilling", og det som Stifter mener når han siger: "Kunstneren laver sit værk ligesom blomsten blomstrer selvom den er i ørkenen, og der aldrig falder et øje på den".

Bør undervisningen ikke sættes ind her på denne rene mark, bør den ikke dvæle her og gøre sine eksemplariske erfaringer? Den forkerte måde, der stadig i dag er mulig, ville være at placere emnet i første skoleår på gymnasiet – at "mennesket" er på tapetet i vinterhalvåret i den forstand at skelettet hentes ud af skabet i biologilokalet. Det levende kan ikke angribes mere dødt. Og sådan går det hyppigt frem over alle skeletterne og udstopningerne gennem hele systemet. Som modsætning citerer jeg en pædagogisk rettet sætning fra Portmann fra hans essay om bladformer (L41, s. 24): "Enhver kærligt hengivet betragtning af naturformerne, selv en simpel samling af blade, animerer sjælens helbredende kræfter". Ordene "sjælens helbredende kræfter" viser i hvor høj grad der slås pædagogiske strenge an der i den nutidige skole næsten er glemt. Meningen med undervisningen, i det mindste i udskolingen og på gymnasierne, er kun sjældent at betragtningen af genstanden skal virke helbredende tilbage på den lærende. Meningen med undervisningen er

næsten udelukkende rettet imod at analysere genstanden tænkende og at træne denne kunst. Undervisningen bevarer dog kun sin høje dannende kraft hvis den ikke afrites fra den dybere sjælegrund.

Det kan blive misforstået som om jeg ønsker at få fjernet den eksakte, analytiske udforskning af den levende substans fra verden eller fra skolen. Tværtimod tror jeg at også denne tilgang kan åbne for noget fundamentalt – alene ved at denne tilgang lærer os at se mere præcist og indtrængende at overveje det der sker. Mikroskopet – som Kierkegaard (L42) så rammende gjorde nar af: “Havde Kristus kendt til mikroskopet, havde han som det første undersøgt apostlene” (1846) – åbenbarer måske ikke noget væsentligt, men det kan gøre vores anelser om rumtidslige hændelser til sikkerheder. Det vigtigste synes for mig at være: Vi er jo i bund og grund alle sikre når vi slår os selv på låret, på at det er den samme gamle krop som vi altid har beboet. Men vi ved i dag, gennem indlejringen af isotop atomer, som Butenandt beretter i ovenævnte essay (L36), at alle strukturer i levende organismer, også knogler og tænder, til stadighed nedbrydes og genopbygges – at denne “ligevægtstilstand” ikke kan sammenlignes med en “maskine”.

En organismes “krop” er altså ikke det en fysiker kalder en “krop”. Den er en proces der blot skulle forløbe hurtigere hvis vi skulle mærke at vi tager fejl. Hvis man overhovedet vil sammenligne kroppen med noget fra fysikken, så må man ikke tænke på en sten eller en statue, men derimod – og selv dette er ikke produktivt – på en hvirvelvind der i sit forløb opsuger støvet og lader det falde, en kumulussky, en fontæne, en flamme, en flod.

Dette er fundamentalt fordi det også gælder for “menneskene” – det vil sige menneskets legeme. Den indtrængende forståelse af dette ændrer hvordan vi fremtræder for os selv i spejlet, og hvordan andre fremtræder for os. Vi ser anderledes ud som unge og som gamle, som raske og som syge. Og liget fremtræder som et efterladt spor i sandet. Vi erkender at vores kropslige vedvaren i rum og tid ikke er statisk, at det “blot” er en idé om en formproces der igen og igen inkorporerer ny materie for derefter at kaste det af sig. “Vi indser i dag næsten ikke at de vældige spændinger der opstår mellem de nye poler, fordrer en omformning af biologiuundervisningen på alle læringstrin selvom de i den nærmeste fremtid stiller svære opgaver” (Portmann (L37); Walther Klumpp har givet værdifulde forslag til udskolingen og gymnasierne (L43)).

6. Et fags fundamentale erfaringer der kun kan opnås ad eksemplarisk vej, kan inddeles efter hvorvidt de ryster eller svækker vores følelse af tryghed ved at være i verden. Naturvidenskaben formår begge dele: Vise naturprocessers rationelle forståelighed vækker fortrolighed, mens den fortryllelse der er forbundet med denne fortrolighed, svækkes. Vi kan redde meget af det der synes at gå tabt, for den der

misforstår, gennem 1) skarp iagttagelse, 2) stadig videnskabsteoretisk opmærksomhed. Det viser sig derved at meget af det tabte, megen ødelæggelse og ængstelse kun forekommer fordi vi behandler ét aspekt som "virkeligheden" og så adderer de forskellige (gensidigt gendrivende) fund i stedet for at anse dem som forskellige syn på den selvsamme ting. På den måde sikrer vi os imod kun at se det levende som noget fysisk-kemisk og imod kun at se det historiske som noget biologisk.

7. Måske findes der en anden, næsten magisk, tilgang i det biologiske og endda i det fysikvidenskabelige der ligesådan åbner sig ved én sag for så at forblive åben for alle sagforhold i dette fag. Denne tilgang har dog intet med fagets metode at gøre, og tilgangen er ej heller et produkt. Den opstår kun én gang, og den er bundet til en chance der opstår, et navn, en stemning, en lærer; den kan næsten ikke planlægges og nærmer sig "mødet" i egentlig forstand. Det handler for det meste om at blotlægge det rette blik; det handler om at udrydde misforståelser og fordomme, til dels dem som skolen har bidraget til.

Fra biologien kender jeg tilfældet med en pige for hvem biologi før var lukket land, og som pludselig så biologien åbne sig for sig i det øjeblik en lærer tog hende i hånden og blot viste hende blomsten "jomfru i det grønne" i haven. Navn og form fortalte hende pludselig ikke mere kun hvad denne blomst er: Den blev hendes "nøgle"-blomst for alle andre blomster.

Fra fysikken ved jeg at det farvede glimt fra en enkelt dugdråbe i græsset kan antænde en indsigt i hvad fysik er, nemlig at alt det der har med apparater at gøre, er sekundært og afledet. Denne indsigt, hvis den opnås i den rette sindsstemning, kan opløse hele bjerge af mørke misforståelser. Sådanne erfaringer grænser op til det spørgsmål der skal undersøges: om der findes noget der er sammenligneligt med det eksemplariske i tyskundervisningen, i erfaringen af digtningen og kunstværket? Også her kan det angå åbenbaringen af et oprindeligt blik der er foranlediget af et enkelt glimt som dog ikke er et spejl eller et overførbart forbillede, men som er en udløser i en endnu klarere forstand. Måske kan man tale om en fortryllelse.

8. Hvad er nu det eksemplariske? Er det måske princippet om den selvdrevne lærings [ty: Selbsttätigkeit] og elevcentrerede undervisnings [ty: Arbeitsunterrichtes] genembrud på dybere, næsten eksistentielle lag? Er det blikket der er rettet på det fundamentale i hvad faget ser på og ser bort fra? Er det et nøgternt syn på hvad det er ved åbenbaringerne fra fysik, biologi og historie der vil rive os ud af vores tryghed ved at være i verden, for at redde denne tryghed gennem et opklaringsarbejde om hvad vi egentlig laver i disse fag, og hvad det gør ved os? Og at have syn for det der ikke står til at redde?

Det ville være en helt anden målsætning (selvom vi til dels ville berøre det samme indhold) end den faglige omtågethed [ty: Benommenheit] som vi altid må bekæmpe i os selv, eller end tvangshandlingen om at ophobe stoffet.

Ingen ved om vi om 50 eller 100 år vil ryste på hovedet eller smile. Hvis vi gør, så er det sikkert over en skole der troede at det var muligt at redde noget gennem ophobning af halvt forstået viden som blev tillagt absolut værdi. "Modet til at efterlade huller," sagde vi til at starte med. Det kan let misforstås. Det vi mente, var: modet til grundighed, modet til det oprindelige. I stedet for det brede og statiske fuldkommenhedsidol der ængsteligt lader vores forrådskamre fylde, søger vi åbenlyst noget nyt, et resolut gennembrud til kilderne. Ikke fuldstændigheden af de seneste resultater, men derimod det oprindeliges uudtømmelighed.

Litteratur

[Litteraturlisten er gengivet i Wagenscheins oprindelige tyske opstilling]

- L1 Albert EINSTEIN, Leopold INFELD: Die Evolution der Physik. Rowohlts Deutsche Enzyklopädie, Bd. 12.
- L2 Wilhelm FLITNER: Der Kampf gegen die Stoff-Fülle: Exemplarisches Lernen, Verdichtung und Auswahl, Die Sammlung, 1955, S. 556 ff.
- L3 Ernst MACH: Über den relativen Bildungswert der philologischen und der mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächer der Höheren Schulen; (Vortrag 1881); in: Populärwissenschaftliche Vorlesungen, Leipzig, 1923, S. 313-355.
- L4 Georg Christoph LICHTENBERG, Aphorismen.
- L5 [W102]. Ebenfalls abgedruckt in den Zeitschriften: "Bildung und Erziehung", V. (1952), S. 58 ff. "Die Höhere Schule", IV (1951), S. 6 ff. "Die Pädagogische Provinz", 1951, S. 623 ff. Erörtert in: Wilhelm FLITNER: "Grund- und Zeitfragen der Erziehung und Bildung", Stuttgart 1954, S. 125 ff.
- L6 Hermann HEIMPEL: Selbstkritik der Universität; Deutsche Universitäts-Zeitung, IV, Nr. 20, S. 5 ff.
- L7 Wilhelm WEISCHEDEL: Sinn und Widersinn der Wissenschaft. Deutsche Universitäts-Zeitung X. Heft 18, S. 6 ff.
- L8 Martin WAGENSCHHEIN: Gegen das Spezialistentum. Die Pädagogische Provinz, 1953, Heft 3.
- L9 Martin WAGENSCHHEIN: Ein mathematisches Unterrichtsgespräch. "Bildung und Erziehung", 1949, Heft 10, S. 721-729. [W 76]
- L10 Karl MENNINGER: Mathematik in Deiner Welt, Göttingen, 1954, S. 51.
- L11 Martin WAGENSCHHEIN: Das Exemplarische Lehren als ein Weg zur Erneuerung des Unterrichts an den Gymnasien (mit besonderer Beachtung der Physik). Hamburg (Verlag der Gesellschaft der Freunde ..., Hamburg 13, Curiohaus) 1953, 3. Aufl. 1964. [W 3]

- L12 Martin WAGENSCHHEIN: Das Exemplarische in seiner Bedeutung für die Überwindung der Stoff-Fülle, "Bildung und Erziehung" 1955, S. 519. [W120]
- L13 Georg KERSCHENSTEINER: Wesen und Wert des naturwissenschaftlichen Unterrichts, 3. Auflage, S. 116.
- L14 Richard GOLDSCHMIDT: Einführung in die Wissenschaft vom Leben der Ascaris; Berlin, 1927 (Bd. 3 der Sammlung "Verständliche Wissenschaft").
- L15 Johannes KEPLER: Ad Vitellionen paralipomena (1604) – Zusätze zur Optik des Vitelo. – Auszug in Ostwalds Klassikern der Exakten Naturwissenschaften, Bd. 198, Leipzig 1922, S. 13.
- L16 Max PICARD: Jenes Bild, das sich auf das Urbild bezieht; in: Wegweiser in der Zeitwende, Hrsg. v. E. Kern, Ernst Reinhardt Verlag München, Basel, 1956, S. 79.
- Derselbe: Die Welt des Schweigens, 2. Aufl., Erlenbach-Zürich, 1950, S. 74.
- L17 Elisabeth ROTTEN: Erziehung als Begegnung; Pädagogische Blätter, (Berlin), VI, 1955, S. 245-251.
- L18 Otto Friedrich BOLLNOW: Begegnung und Bildung; Zeitschrift für Pädagogik, I (1955), S. 10-32.
- L19 John TYNDALL: Die Wärme, betrachtet als eine Art der Bewegung; Braunschweig, 1867, S. 114.
- L20 Martin WAGENSCHHEIN: Natur physikalisch gesehen; Frankfurt, 1953, 4. Aufl. 1967, S. 58 ff. [W 2]
- L21 Martin WAGENSCHHEIN: Konstruktive Stoffbeschränkung im physikalischen Unterricht; Der Mathematische und Naturwissenschaftliche Unterricht, VII, S. 165-172. [W117]
- L22 Martin WAGENSCHHEIN: Die Erde unter den Sternen, München 1955; 3. Aufl. Weinheim, 1965. [W 4]
- L23 Konrad BARTHEL: Über exemplarisches Lernen im Geschichtsunterricht; "Die Sammlung", 1956, S. 35-47.
- L24 Eduard SPRANGER: Die Fruchtbarkeit des Elementaren; in: Pädagogische Perspektiven, Heidelberg, 1952, S. 87 ff.
- L25 Eduard SPRANGER: Der Eigengeist der Volksschule, Heidelberg, 1955, S. 98.
- L26 Werner HEISENBERG: Das Naturbild der heutigen Physik, Rowohlt's Deutsche Enzyklopädie, Bd. 8.
- L27 Carl Friedrich von WEIZSÄCKER: Zum Weltbild der Physik, 6. Aufl. Stuttgart 1954.
- L28 Theodor LITT: Naturwissenschaft und Menschenbildung. 3. Aufl. Heidelberg 1959.
- L29 Clemens MÜNSTER und Georg PICTH: Naturwissenschaft und Bildung, Würzburg 1953.
- L30 Hinweis auf die Funktionsziele der Geologie und Astronomie in Martin WAGENSCHHEIN: Das Exemplarische in seiner Bedeutung für die Überwindung der Stoff-Fülle. Bildung und Erziehung VIII (1955), S. 519 ff. [W120]
- L31 Otto Friedrich BOLLNOW: Diskussionsbemerkung in "Bildung und Erziehung" VIII (1955), S. 538.
- L32 Hermann HEIMPEL in: Erich Weniger: Neue Wege des Geschichtsunterrichts, Frankfurt a. M., 1949, S. 81-84.

- L33 Wolfgang LAUTEMANN: Möglichkeiten der Stoffbeschränkung im Geschichtsunterricht der Oberstufe der Höheren Schule; Geschichte in Wissenschaft und Unterricht, 1955, Heft 10.
- L34 Helmut BEUMANN: Die Geschichte des Mittelalters auf der Oberstufe der Höheren Schule; Geschichte in Wissenschaft und Unterricht, 1955, Heft 11.
- L35 Wilhelm DILTHEY: Zitiert nach J. WACH: Das Selbstverständnis des modernen Menschen, Universitas, X, 1955, S. 449.
- L36 Adolf BUTENANDT: Was bedeutet Leben unter dem Gesichtspunkt der biologischen Chemie?, Universitas X (1955), S. 475-482. Auch in Kröners Taschenbuchausgabe Bd. 230, S. 97 –108.
- L37 Adolf PORTMANN: Aufbau eines neuen Erlebens der Natur; Biologie auf zwei Fronten. Stuttgarter Zeitung 31.12.1955, S. 35.
- L38 Adolf PORTMANN: Zoologie und das neue Bild des Menschen, Rowohlts Deutsche Enzyklopädie, Bd. 20, S. 26.
- L39 Ludwig v. BERTALANFFY: Das biologische Weltbild, 2 Bde., Bern 1949. Derselbe: Die Evolution der Organismen, in Kröners Taschenbuchausgabe, Bd. 230, S. 53-66.
- L40 Konrad LORENZ: Er redete mit dem Vieh, den Vögeln und den Fischen, Wien, 1953. Derselbe: So kam der Mensch auf den Hund, Wien, 1953.
- L41 Adolf PORTMANN: Ein Naturforscher erzählt, Basel, 1955 S. 16-24.
- L42 Sören KIERKEGAARD, Tagebücher, ausgew. v. Theodor Haecker, 4. Aufl. München, 1949, S. 246/7.
- L43 Walther KLUMPP: Das Grundphänomen in der Biologie; Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht, VI (1953/1954), S. 104-109.
- L44 Ernst WILMANN: "Fragen zum Exemplarischen Geschichtsunterricht" in: Geschichte in Wissenschaft und Unterricht, 7. Jhrg., H. 4, 1956, S. 223-232.

Aktuel analyse

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

Matematik og naturfagene i Ny Nordisk Skole

Sebastian Horst, Jens Dolin, Kjeld Bagger Laursen (Institut for Naturfagenes Didaktik, Københavns Universitet), Hanne Møller Andersen (Center for Science Uddannelse, Aarhus Universitet), Ole Goldbech (UCC), Tinne Hoff Kjeldsen (NSM, Roskilde Universitet)

Abstract: *Fredag d. 26. oktober havde MONA sin årlige konference, og dette år var temaet "Ny Nordisk Skole – hvad er det i matematik og naturfagene?" Denne tekst er en opfølgning på konferencen sammenskrevet af seks personer der deltog som referenter eller ordstyrere i de tre workshopper som afsluttede dagen. Formålet med teksten er at give inspiration til hvordan matematik og naturfagene kan indgå i arbejdet med Ny Nordisk Skole. Teksten diskuterer hvilken mening vi skal lægge i NNS, og afsluttes med at beskrive de indsatsområder som konferencen pegede på bør vælges i forhold til matematik og naturfagene.*

Ministeriet for Børn og Undervisning iværksatte i foråret et arbejde under overskriften "Ny Nordisk Skole", der på tværs af dagtilbud, grundskole og ungdomsuddannelser og med international, navnlig nordisk, inspiration skal skabe grundlag for den langsigtede forandring af børne- og uddannelsesområdet. Navnet for arbejdet og en del af inspirationen kommer fra det nye nordiske køkken som er ideen om at skabe (eller måske rettere genskabe) traditioner i det nordiske køkken ved bl.a. i højere grad at bruge de traditionelle nordiske råvarer.

Målet for Ny Nordisk Skole er at der på "... baggrund af en kortlægning af den nordiske skoles styrker og udfordringer/forbedringspotentialer, udarbejdes et værdigrundlag og en vision for Ny Nordisk Skole fx i form af et manifest for Ny Nordisk Skole" (citat fra www.nynordiskskole.dk). På NNS-hjemmesiden er mål, manifest og dogmer nu fremlagt (se tekstboksen), og næste skridt er at skoler melder sig med forslag til hvordan de selv vil arbejde med initiativet.

På tidsskriftet MONA ville vi gerne følge dette initiativ op med at kvalificere hvad dette mon kan være inden for vores fagområder. Derfor valgte vi at gøre NNS til temaet for årets MONA-konference. På konferencen holdt Mogens Niss (Roskilde Universitet), Jens Dolin (Københavns Universitet) og Lars Brian Krogh (Aarhus Universitet) oplæg med hver deres vinkel på NNS. Program og dias fra oplæg findes på hjemmesiden www.ind.ku.dk/mona/konference2012.

Denne tekst beskriver først en række overvejelser med afsæt i disse oplæg og dernæst forslag til konkrete initiativer som skoler i rammen af Ny Nordisk Skole kan arbejde med for at styrke matematik- og naturfagsundervisningen. Uanset at der i teksten henvises til pointer fra oplægsholderne og diskussioner blandt konference-deltagerne, er ansvaret for denne tekst naturligvis ene og alene forfattergruppens.

Mål, Manifest og Dogmer for Ny Nordisk Skole

Målene for Ny Nordisk Skole (0-18 år)

1. Udfordre alle børn og unge, så de bliver så dygtige, de kan.
2. Mindske betydningen af social baggrund i forhold til faglige resultater.
3. Styrke tilliden til dagtilbud og uddannelser med respekt for professionel viden og praksis.

Manifest for Ny Nordisk Skole (0-18 år)

Ny Nordisk Skole skal i kraft af en nyfortolkning af den nordiske lærings- og dannelsestradition danne grundlag for udviklingen af de nordiske samfund og lyse op i verden. Ny Nordisk Skole skal:

1. Udtrykke respekt for den enkelte og for fællesskabet byggende på det bedste fra den nordiske uddannelsestradition og pædagogiske praksis med inspiration fra resten af verden.
2. Fremme udviklingen af livsduelige børn og unge med vilje og evne til at skabe værdi for de fællesskaber, de indgår i under deres opvækst og uddannelse og senere, på arbejdsmarkedet og i deres civile liv.
3. Sikre, at hver enkelt tages alvorligt, udfordres og støttes, så alle får lige muligheder. Alle børn og unge skal mødes med ambitioner. De skal inddrages som medskabere af de fællesskaber, de indgår i. Deres nysgerrighed og lyst til at lære mere skal stimuleres. De skal erfare, at det nytter at anstrenge sig.
4. Nå målet om et fagligt løft af alle med anvendelse af fremmeste viden om pædagogisk praksis, undervisning, læringsteknologier, digitale løsninger og ledelse.
5. Tage udgangspunkt i, at faglighed omfatter mestring af de enkelte faglige discipliner, evnen til at kombinere fagene, samt sociale, personlige og motoriske kompetencer.
6. Styrke anvendelsesorienteringen og de praktiske dimensioner i undervisningen og den pædagogiske praksis.
7. Skabes af stadigt dygtigere professionelle, der tager ansvar for valg af metoder og arbejder systematisk undersøgende i samarbejde med andre professionelle.

8. Udvikle rum og læringsmiljø, der bygger på og udstråler omtanke og faglig ambition, giver plads til leg og inspirerer til læring ved at overskride den organisatoriske, fysiske og faglige ramme.
9. Etablere forpligtende samarbejder med forældre, uddannelses- og vidensinstitutioner, forenings- og arbejdsliv.
10. Ved sin undervisning, pædagogiske praksis og eksemplariske adfærd i det daglige arbejde og virke i institutionerne gøre børn og unge til medskabere af et demokratisk og bæredygtigt samfund – socialt, kulturelt, miljømæssigt og økonomisk.

Dogmer for Ny Nordisk Skole (0-18 år)

1. Vi kan selv, og vi skal selv: Handling frem for ord.
2. Vi vil være ambitiøse: Vi vil sætte krævende mål og bruge dem. Alle børn og unge skal mødes med udfordringer, så de kan lære mest muligt, uanset forudsætninger.
3. Vi vil være metodisk velbegrundede og lægge vores pædagogiske praksis og undervisningen på bordet.
4. Vi vil være systematisk undersøgende og åbne for forandring: Vi vil være nysgerrige, opsøgende, innovative og risikovillige for at realisere den enkeltes potentiale. For at ændre verden må vi opdage, at noget kan være anderledes, og være villige til at ændre måden, vi arbejder på.
5. Vi vil fortælle verden om vores mål, metoder og resultater. Vi vil involvere omverdenen, forældre, børn og unge i vores arbejde ved at lægge det frem.
6. Vi vil være engagerede, dedikerede og vedholdende. Vi vil arbejde for at gøre hinanden bedre.
7. Vi vil bedrive tydelig ledelse og medledelse med fokus på undervisningen og den pædagogiske praksis.
8. Vores eget dogme.

(Citeret fra hjemmesiden <http://www.nynordiskskole.dk>)

Et nordisk fællesskab i matematik og naturfagene?

Som Mogens Niss indledte med, må udgangspunktet for NNS vel for det første være at noget vigtigt i skolen ikke er godt nok – noget skal grundlæggende forandres! For det andet at tvangsforandringer oppefra vil blive saboteret og derfor ikke vil virke. NNS demonstrerer en erkendelse af at “vi må have skolens folk med!” Navnet på hele projektet er nok valgt dels for at signalere åbenhed og dels for at være trendy med

henvisning til en positiv analogi: Det nye nordiske køkken. Vi skal gøre os internationalt gældende på skoleområdet på samme vis som i gastronomien!

NNS-skrifterne kan let kritiseres for at være analytisk uskarpe og så generelt formuleret og retorisk uldne, at enhver må erklære sig enig (forsøg med negationsprøven!). Men det ønsker vi ikke at bruge tid på – for vi kan tilslutte os intentionerne.

Det næste er så at se på om NNS giver mening for matematik og naturfagene. Eftersom NNS ikke forholder sig konkret til fag eller til hvad der er de vigtigste problemstillinger i specifikke fag, må vi i gang med at oversætte og supplere.

Som Jens Dolin slog fast, er der en fællesnordisk samfundsmæssig baggrund som sætter en fælles ramme om uddannelserne i de nordiske lande. Danskere, nordmænd og svenskere forstår hinanden sprogligt (omend med besvær). For de fleste er der et sprogligt fællesskab som også giver en følelse af at høre sammen. Siden 1954 har der været et fælles nordisk arbejdsmarked og en pasunion, og fra 1971 Nordisk Ministerråd med et stærkt fokus på uddannelse og kultur. Desuden har de nordiske lande alle en velfærdsmodel baseret på en stærk statsdannelse og en grundfæstet demokratiopfattelse – det socialdemokratiske lighedsideal har haft stor gennemslagskraft.

De nordiske lande har alle en fælles niårig grundskole, og langt de fleste elever går videre i et gymnasialt system eller en erhvervsuddannelse. I alle landene er skolesystemerne præget af at skulle give både en generel uddannelse, et grundlag for videreuddannelse og en samfundsmæssig socialisering eller dannelse – og den sidste dimension vægtes højt i alle nordiske lande. Der er naturligvis sket en kraftig udvikling i de seneste år, fx har landene traditionelt haft en svag test-kultur (forstået som nationale, klasseeksterne tests) og snarere haft mere vægt på lærernes egne evalueringer og formative feedbackformer. Men tests fylder stadig mere i de nordiske lande, undtagen i Finland.

Der er således en samfundsmæssig og uddannelsesmæssig fællesnordisk baggrund som gør det meningsfuldt at undersøge om denne baggrund rent faktisk også slår igennem i nogle fælles træk ved fagene – og ikke mindst hvad disse fællestræk består af.

Ringelæringskendskab og en slap klasserumskultur?

Lie & Kjærli (2006) har undersøgt de nordiske elevers viden om det at lære og den klasserumskultur som de indgik i. Her konkluderer de:

Nordiske elever har tilsyneladende kun et lille repertoire af effektive læringsstrategier, og det vil selvfølgelig til en vis grad være et problem, afhængigt af i hvilken grad undervisningen baseres på elevernes selvstændige læringsaktiviteter. Det noget problematiske disciplin-klima giver tilsyneladende også anledning til bekymring og mulig forbedring. Eleverne oplever for det meste en inkluderende, støttende og ikke særlig krævende atmosfære. De ville faktisk have haft udbytte af en del mere fokus på læringsmål og mindre

på fælles aktiviteter. Men det skal bemærkes at [...] denne fortolkning er mindre relevant for Finland end for andre nordiske lande. (Lie & Kjærslis, 2006, oversat af forf.)

Denne noget pessimistiske udmelding opvejes til en vis grad af dansk forskning i klasseledelse (Plauborg et al 2010). Udgangspunktet for deres undersøgelse var den hypotese at den måde som klasseledelse forvaltes på i Skandinavien, indeholder elementer der går ud over det mere snævre begreb om "classroom management" som de havde mødt i den angelsaksiske litteratur. Ved observation og interview af en stor gruppe lærere fandt de en række fællestræk som fint indfanges af dette citat fra et lærerinterview:

"Ja, vi skal tilbage. Det viste sig rent faktisk, at de ikke havde forstået rumfangsbegrebet. De havde ikke fat i det helt elementære rumfang af en kasse. Jeg kunne godt tvinge det igennem som noget udenadslære, men så er vi tilbage i den kedelige undervisningsform. Så synes de ikke, det er sjovt længere, og så begynder de at lave ballade. Det er for ubegavet. Vi skal tilbage igen og have fat. De skal have centicubes i fingrene. Det er helt banalt, men de er ikke dygtigere på det her tidspunkt. Det er der, vi er, og det er der bare ikke noget at gøre ved." (Plauborg m.fl., 2010)

Citatet er præget af en vilje til at opnå at eleverne lærer og forstår stoffet gennem deres eget arbejde med det. Og det er gennem et sådant arbejde, dvs. mere end blot ved at overholde regler, at læreren styrer klassen. Læreren opbygger rutiner og arbejdsformer frem for regler. Fordelen ved rutiner frem for regler er især to:

Rutiner er mere fleksible end regler. Rutiner bliver ikke nødvendigvis truet, hvis de ikke altid følges strikt, mens regler konsekvent skal overholdes for at overleve. Derfor insisteres der i megen classroom management litteratur netop på, at regler konsekvent skal overholdes.

For det andet stjæler regler mere opmærksomhed end rutiner. Hvis man hyppigt henviser eksplicit til regler, risikerer man at fjerne noget af elevernes opmærksomhed fra undervisningens faglige indhold. Rutiner sikrer hensigtsmæssige handlinger uden at kræve megen opmærksomhed fra elever og lærer. (Plauborg m.fl., 2010)

En rutineret tilgang frem for en regelstyret tilgang kan i et bredere perspektiv ses som udtryk for to store uddannelsestraditioner, en nord- og midteuropæisk didaktiktradition og en angelsaksisk curriculumtradition. Begge traditioner har rødder tilbage til det 19. århundrede. Jens Dolin fremstillede det i en skematisk oversigt som i figur 1.

Dannelses- versus curriculumtraditionen

	DIDAKTIK	CURRICULUM
Baggrund	At uddanne borgerskabets børn. Traditionsvidereføring	Uddanne alle til industrisamfundet. Modernisering
Mål	Dannelse	Kvalifikation
Verdenssyn	Verden skal tilegnes subjektivt	Verdens objektive strukturer skal læres
Styring	Statslige (ramme) læseplaner	Statslige mål og lokale, politisk vedtagne, pensumlister
Pensum	Tolkes af læreren mhp dannelse	Implementeres neutralt
Uv-praksis	Læreren udvælger under hensyntagen til fag og elever	Lærebogens indhold formidles
Udvikling baseret på	Den individuelle lærer	Uv-programmer



Figur 1. Skematisk oversigt over forskelle mellem henholdsvis en dannelses- og en curriculumtradition.

Fælles værdier inden for naturfagsdidaktikken?

Jens Dolin havde gennemført en lille spørgeskemaundersøgelse blandt nordiske naturfagsdidaktikere udvalgt ud fra at de havde deltaget i NFSUN2011 (10. nordiske forskersymposium om undervisning i naturfag). Selvom undersøgelsen ikke kan siges at være repræsentativ, så er der interessante svar. Blandt dem der svarede, var der en meget markant opfattelse af at Norden udgør et særligt område med fælles værdier. Værdierne blev bl.a. beskrevet med følgende sætninger (udpluk):

- En fælles nordisk konsensus om betydning af fagligheden og dens samspil med studerendes alsidige udvikling. Som følge heraf lægges der vægt på elevernes medansvar for undervisning og læring. Flere områder står desuden stærkt i de nordiske landes læseplaner: – Menneskets samspil med naturen & Bæredygtighed – Interkulturalitet – og demokratiaspektet/Medborgerskab
- Oppdragelse til demokrati og samfunnsengasjement
- Enhets skole. Eleven i fokus. Tilpasset oplæring

- Vi har en lite autoritær skole. Skolehverdagen er preget av relativ stor elevpåvirkning. Min oppfatning er at i naturfag brukes naturen som læringsarena i større grad enn utenfor Norden
- dannelse og læring frem for innlæring
- Udvikling af en kritisk holdning til viden og autoriteter central for undervisningen, både hos lærere og elever. Vægt på elevdeltagelse i undervisningen og elevers medbestemmelse i skolerne
- Gensidig respekt. Elever er individuelle personer. Fokus på indre motivation. Fravær af ydre autoritet. Søgen efter meningsfuldhed og autentiske opgaver. Færre tests. Fokus på udvikling af individet fremfor udenadslære
- värdena handlar om att vara aktiv, problemlösande, ansvarstagande och välinformerad. Dessa värden påverkar naturfagen så att det får en etisk dimension om samhällsnytta och scientific literacy. Skolans uppdrag är att fabricera goda samhällsmedborgare som kan använda naturvetenskapen för att göra välinformerade val. Detta är en västerländsk diskurs. Den är dock väldigt stark i Norden. Det finns också värden som handlar om natursyn och vårt ansvar för naturen och naturen som en plats för undersökningar och reflektion.

På spørsmålet om hvorvidt deres forskning er præget af nordiske værdier, var svarene mere blandede, men selv om adskillige respondenter naturligt nok ikke føler sig som en del af en nordisk tradition, er det alligevel tre fjerdedele der mener at deres forskning i et eller andet omfang er præget af nogle fællesnordiske værdier. De der svarede ja, angav følgende svar på i hvilken retning forskningen er "nordisk" (udpluk):

- Den anerkjenner at mål for utdanning går utover målbare resultater. Den anerkjenner også læreren som vesentlig og selvstendig faktor i utdanning, ikke et instrument for utdanningsmyndigheter.
- Jeg er opptatt av de samme spørsmålene som nordiske kolleger og vi leser hverandres artikler og bøker. Jeg vil si at Norden utgjør ett, felles fagmiljø i naturfagdidaktikk
- Fordi jeg forsker på hva som skjer i naturfagsklasserom i Norge blir min forskning påvirket av "nordisk klasseromskultur"
- Mest i forbindelse med inndragelsen af naturen som læringsrum, og herunder læring som en kognitiv, æstetisk og kropslig proces
- Min forskning er åben/følsom overfor forskjellige typer udbytte af museumsbesøg, ikke kun rent naturvidenskabelige kognitive udbytter
- Fokus på individet, holdninger og trivsel som basis for læring
- jeg har i temmeligt stort omfang anvendt nordiske naturfagsdidaktikere, nordiske filosofer og almenlærere som referencer i min forskning.

Udover at de nordiske lande deler en række generelle uddannelsesvariable, mener naturfagsdidaktikere altså at der er en række træk ved naturfagsundervisningen som binder de nordiske lande sammen. Desuden ligger de nordiske lande, med Finland som en markant undtagelse, i alle PISA-testene i naturfag nogenlunde samlet lige under eller på en middelplassering. I det omfang PISA-performance siger noget relevant om landes uddannelsessystem, er det altså meningsfuldt at se dem under et, også hvad angår naturfagene. Finlands særstatus er behandlet mange steder og forklares ud fra flere faktorer, rækkende fra læreruddannelse, klasserumskultur, fravær af nationale tests og stor lighed mellem skolerne til en lav grad af postmodernitet der stadig giver lærerne og skolen en vis autoritet (Sahlberg 2011).

Hvad angår mere detaljerede naturfaglige resultater, angiver Kjærnsli & Lie (2006):

Elever i de tre skandinaviske lande udviser en relativt større viden inden for naturfagene end viden om naturfagene, eller sagt på en anden måde, de er bedre til indholdet end til procesaspektet af naturfagene.

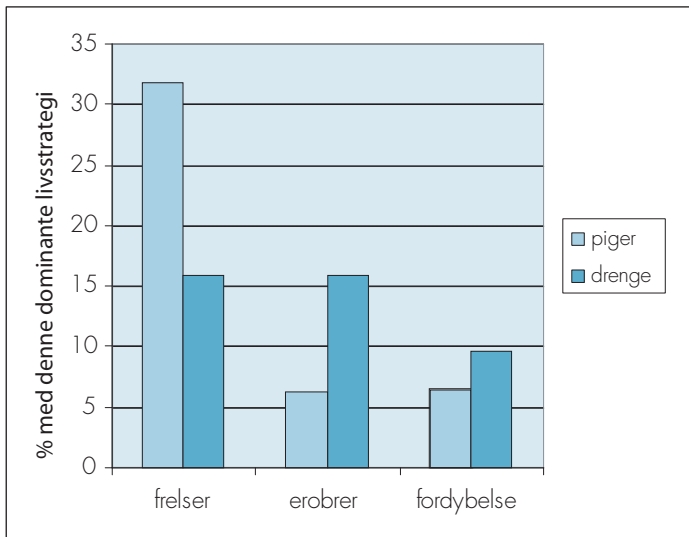
Disse resultater stemmer meget godt overens med den undersøgelse Dolin og Krogh (2010) foretog af danske elevers kompetencer i naturfag.

Bidrage til at skabe livsduelige børn og unge

Det ligger centralt i NNS at man vil fremme "...udviklingen af livsduelige børn og unge med vilje og evne til at skabe værdi for de fællesskaber de indgår i". Lars Brian Krogh argumenterede i sit oplæg for at dette mål er en klar forskydning tilbage til skole og uddannelse som et dannelsesprojekt – i kontrast til den nuværende formålsparagraf for folkeskolen: "Folkeskolen skal i samarbejde med forældrene give eleverne kundskaber og færdigheder...". Lars Brian Krogh udtrykte stor sympati for dette, idet begrebet *livsduelighed* sammenfører et unge- og identitetsperspektiv med forestillinger om den aktuelle samfundsudvikling. Han beskrev i sit oplæg hvordan en række teoretikere som har beskæftiget sig med senmodernitet, kan bruges til at indikere de udfordringer som unge udsættes for og må lære sig at håndtere, bl.a. gennem de bidrag som skolen kan levere. Det handler først og fremmest om den af-traditionalisering der sker i samfundet – som beskrevet af Thomas Ziehe og Anthony Giddens – hvor de store sandheder og fortællinger nedbrydes. Autoriteter og traditioner forsvinder, og det medfører også et "aura-tab" for skolen og dens lærere, og måske slår det særligt hårdt igennem inden for matematik og naturfagene? For den enkelte unge betyder det en frisætning – alt er tilsyneladende åbent, men til gengæld skal den unge tage individuelt ansvar for at skabe sin egen identitet i et løbende refleksivt projekt. Den unges valg (indsats, valgfag, uddannelse og erhverv)

bliver her en meget afgørende del af identitetsarbejdet – det går fra “hvad skal jeg lave?” til “hvem vil jeg være?”

Det som unge vælger at beskæftige sig med, skal kunne forbindes med deres personlige livsprojekt – ellers vælger de det fra. Lars Brian Krogh refererede fra sin ph.d.-afhandling fra 2006 hvor han bl.a. undersøgte unges strategier for hvilken viden de ønsker at arbejde med. Som det vises i figur 2, ønsker en meget stor andel at viden skal gøre godt for noget eller nogen – og det er især pigerne der ønsker det. Fordybelsesstrategien hvor man beskæftiger sig med viden for denne videns egen skyld, findes kun hos et mindretal af de unge (under 10 %).



Figur 2. Fordeling af unge på tre strategier i forhold til hvad viden skal kunne for at man ønsker at beskæftige sig med den (Frelser-strategien: “Viden skal gøre godt for noget eller nogen”. Erobrer-strategien: “Viden skal kunne bruges ude i verden”. Fordybelsesstrategi: “Viden for videns egen skyld”). Fra Krogh (2006) som undersøger unges forhold til fysikundervisning

Konklusionen er at den unge skal opleve at viden kan forbindes med det personlige livsprojekt, så der opleves personlig relevans. Naturfagernes udfordring i denne sammenhæng bliver da både at knytte an til emner og behov, som eleverne har i naturfag – og samtidig udfordre deres relativt snævre opfattelse af, hvad der er relevant (“relevanskorridoren”). Hvad angår det første, er det afgørende, at undervisningen i størst muligt omfang giver eleverne mulighed for at søge *deres* svar på *deres* (naturvidenskabelige) spørgsmål, frem for som nu at finde *de givne* svar på *de kanoniserede* (naturvidenskabelige) spørgsmål. Undersøgelsesorienteret, problembaseret eller projektorienteret undervisning indeholder alle denne mulighed, men ofte etableres den personlige relevans

ikke. For at udfordre elevernes relevanskorridorer må lærerne bl.a. påtage sig rollen som *Cultural Broker* (jf. Aikenhead, se Krogh, 2006) hvor man netop gør sig umage for at eksplicite og begrunde den *anderledeshed* som eleverne kan komme til at møde i vores fag. Med plads til flerstemmighed og dialog er læreren først og fremmest at betragte som rejseagent eller rejseguide til fremmede verdener fjernt fra hverdagskulturen. Rejser der fremprovokerer nysgerrighed og rokker ved egne visheder

En relateret udfordring for naturfagenes bidrag til livsduelige unge er at fastholde deres lyst til at lære mere – af faglig natur, men i et livslangt perspektiv. Her anså Lars Brian Krogh det for et grundlæggende problem, at naturfagsundervisere i almindelighed ikke kender den relevante motivationsteori, som bl.a. peger på at det allervigtigste aspekt af motivation er elevens faglige selvtilid (Hvorfor fx ikke sigte mod en mulig oplevelse af (relativ) succes til *alle* elever?). Motivation er også godt hjulpet gennem en bedre gennemført mestringsorientering, altså en undervisning bl.a. baseret på tiltro til at indsats vil give udbytte over tid. Man kunne til den ende fx nedtone karaktergivning og tests. Endvidere at formativ feedback kan være signal om at fremgang er mulig – og at indsats er vigtigere end evner. Og endelig kan motivation styrkes hvis eleverne får redskaber til at styre egen læring (studieteknik, gruppearbejdskompetence, help-seeking,...).

Indholdsmæssigt bør naturfagene i en livsduelighedens skole først og fremmest sikre at alle får et løft i evnen til at orientere sig i de afgangende spørgsmål, hvor naturvidenskab på godt og ondt præger vores samfund (“socio-scientific issues” eller socio-vidensabelige problemstillinger (Nielsen, 2012)). Disse modsvarer langt hen ad vejen Klafki’s såkaldte epokaltypiske nøgleproblemer, fx klimaforandringer, fødevarer og sundhed, genteknologi, energiproduktion og ressourcer. Lars Brian Krogh talte således for en revitalisering af begrebet *scientific literacy* eller naturfaglig dannelse i bred forstand som det fx blev fremført i publikationerne under “Fremtidens Naturfaglige Uddannelser” (Andersen m.fl., 2003 og Busch m.fl., 2003). Han pointerede, at meget ville kunne nås i NNS ved at eksplicite et demokratisk begrundet (“Vision II”) begreb om Scientific literacy, som afsæt for synergi og progression i de naturfaglige læreplaner. I implementeringen af en sådan læreplan må man være opmærksom på de særlige lærerudfordringer det giver: Først og fremmest gør de åbne problemstillinger omkring “science in the making” at lærerne anbringes i en situation, hvor end ikke de vil have vished eller patent på “det rigtige” svar. Det undergraver på godt og ondt den vante lærerrolle og trygheden ved fagligt overskud. Pædagogisk har det til lige vist sig vanskeligt for naturfaglige lærere at arrangere og håndtere åbne diskussioner mellem elever, dvs. situationer hvor facit ikke er givet, og hvor valget af hvilke læringsressourcer man anvender, også er åbent og til forhandling.

Hvad må så være fokus for undervisningen i matematik og naturfagene når de indgår i arbejde i NNS? De næste to afsnit giver bud på dette.

Fokus for matematik og naturfagene i NNS

Ifølge Jens Dolin må naturfagsundervisning udvikle sig på tre niveauer:

- På et uddannelsespolitisk niveau
 - Fasthold skoleudvikling og fagudvikling med udgangspunkt i lokale forhold og “danske/nordiske” værdier med vægt på formativ evaluering.
 - Definér selv udviklingsprojekter og aktiviteter sammen med mange aktører som inddrager samfunds-naturvidenskabelige problemstillinger.
- På et didaktisk niveau
 - Arbejd (videre) med at udvikle en klasserumskultur som respekterer eleverne og deres selvstændighed og fremmer gode rutiner, men som også stiller faglige krav.
 - Arbejd (videre) med undervisningsformer som øger motivation, nysgerrighed, selvværd, innovation.
- På et fagspecifikt niveau
 - Arbejd videre med at udvikle undervisning i miljø, bæredygtighed, praktisk arbejde.
 - Stram op om proceskompetencer, fagsprog, viden om naturvidenskab.

Mogens Niss gav følgende forslag til hvad matematikundervisningen i højere grad end tilfældet er i dag, skal sikre:

- at elevernes matematiske kompetence udvikles,
- at elevernes overblik og dømmekraft vedrørende matematik som fagområde udvikles,
- at eleverne på deres krop erfarer, at matematik kan og skal tilegnes og forstås som et ræsonnerende og analyserende fag der er andet og meget mere end regler, rutiner og udenadslæren,
- at eleverne selv oplever at matematik er et kreativt og frigørende fag,
- at matematik får mangfoldige og tætte bånd til andre felter, og
- at langt flere elever opnår forudsætninger for og lyst til at begive sig ind i matematikholdige videregående uddannelser.

Lars Brian Krogh betonedede stærkt at også naturfagsundervisere med fordel kunne trække mere på relevant motivationsteori, som fx peger på:

- Faglig selvtillid vigtigst af alt, fx: Mulig oplevelse af (relativ) succes til alle
- Støtte til mestringsorientering, fx: Nedtoning af karaktergivning og tests
- Formativ feedback og signaler om at fremgang er mulig – og indsats er vigtigere end evner
- Redskaber til at styre egen læring (studieteknik, gruppearbejdskompetence, help-seeking,...)

Vi må erkende at vi har alt for lidt systematisk overblik over og viden om, hvad der foregår i matematik- og naturfagsundervisningen i Danmark – der findes kun få og begrænsede undersøgelser. Erfaringen siger dog ikke desto mindre at der er en kolossal variation i hvad der foregår i undervisningen, på langs og tværs af skoleformer, på tværs af landet, på tværs af lærere, på tværs af klasser i samme skole, på tværs af undervisningsmaterialer.

Heraf følger flere ting. For det første at generaliserende påstande let bliver ukorrekte og uretfærdige. Og for det andet at påpegningen og diskussionen af problemer risikerer at blive oversat til kritik af lærerne og læreruddannelsesinstitutionerne. Sådan noget skaber tabuer, svækker problembevidstheden og lysten til at tale lige ud af posen – man rammer altid ved siden af, fordi der altid er modeksempler, og vi ønsker ikke at bidrage til hetzen mod lærerne.

Det går ikke! Vi må tale om problemerne for at gøre noget ved dem.

Fx er det et klart problem inden for naturfagene at alt for få lærere der underviser i natur/teknik, har de nødvendige kompetencer til det. I matematik opregnede Mogens Niss en række problemer, fx at folkeskolelæseplaner sammenfiltrer forskellige dimensioner, at undervisning er for lærebogsstyret, og at løsning af rutineopgaver dominerer undervisningen. Og for både matematik og naturfag kunne nævnes overgangsproblemer og utilstrækkelige faglærersamarbejder – samarbejder der ellers netop vil kunne skabe udvikling af undervisningsfagene. Analysen lavet af Nielsen & Horst (2012) beskriver flere udfordringer der er vedkommende for et NNS-arbejde.

Vi må være bevidste om at anskue fagene som menneskeværk – som levende størrelser der kan og skal forandres når verden forandres. Og når vi tilslutter os NNS, må vi – aktører inden for uddannelsesverdenen af enhver art – gå i spidsen med at identificere og formulere problemerne og sætte løsningsdagsordenen. Alternativet er at afvente top-down skrivebordsreformer – det skal vi ikke ønske os.

Forslag til indsatsområder

MONA-konferencen afsluttedes med tre parallelle workshoper med overskrifterne A) Grundskole, B) Gymnasiale uddannelser og C) Tværgående. Der var en livlig diskussion i workshopperne som det er umuligt at viderebringe i denne korte tekst. Men i de følgende afsnit beskrives nogle af de ideer som deltagerne diskuterede. Vi håber de kan inspirere arbejdet i NNS fremover.

Her er det værd at gøre opmærksom på at næsten alt det følgende kan række ud over matematik og naturfagene og på den måde være afsæt for hele skolens arbejde med NNS.

Rød tråd projekter – sammenhæng fra 0-18

I workshop A med fokus på grundskolen blev der drøftet en lang række ideer til indsatser. Overskriften "rød tråd" kan samle en del af dem, i og med at den dækker over forsøget på at skabe bedre progression og sammenhæng i fagligt indhold og arbejdsformer op gennem hele uddannelsessystemet. Et sådant arbejde kan ud over grundskoler involvere både daginstitutioner og alle ungdomsuddannelser. Det kan også fokusere på overgange internt i grundskolen, især overgangen og sammenhængen mellem natur/teknik og overbygningsfagene (biologi, fysik/kemi og geografi). En overgang som mange på konferencen havde kritiske bemærkninger om.

Et rød tråd projekt indeholder aktiviteter hvor lærere – og gerne også elever – samarbejder om at producere beskrivelser, læreplaner, undervisningsaktiviteter osv. hvor der eksplicit er en sammenhæng mellem flere uddannelsesniveauer. Det kan være bestemte temaer der går igen med samme begrebsapparat. Det kan være sammenhæng mellem forskellige projektføløb. Det kan være bestemte arbejdsformer der udvikles og går igen flere gange i uddannelsesforløbet. Der var flere forslag til fokus for et rød tråd projekt:

- Samarbejde mellem natur/teknik og overbygningsfagene, fx i form af udvikling af en lokal læseplan for 0.-9. klasse baseret på kompetencetænkning.
- Samarbejde med gymnasiets naturvidenskabelige grundforløb og grundskolens overbygningsfag – fx i forhold til at koble naturfagsprøven med arbejdet i grundforløbet.
- Samarbejde med erhvervsskoler, fx med fokus på anvendelse af matematik og naturfagene.
- Samarbejde med børnehaveklassen og evt. daginstitutioner – hvor naturen og naturfænomener er ét af seks indholdsområder i de pædagogiske læreplaner.
- Samarbejde om hvordan undersøgelsesbaseret undervisning (Inquiry Based Science Education, IBSE) kan være en gennemgående arbejdsform i fagene.
- Samarbejde om hvordan teknologi indgår i undervisningen gennem hele skoleforløbet.
- Samarbejde om lektionsstudier som metode til at skabe dialog mellem lærere om undervisningsindhold og -metoder.
- Samarbejde om hvordan man arbejder med de fælles trinmål for naturfagene i grundskolen.
- Samarbejde om den fælles naturfagsprøve (når eller hvis den indføres) – måske også i samarbejde med matematik som jo er i samme timepulje som naturfagene.
- Samarbejde med lokale uformelle læringsmiljøer (science centre, museer osv.) om hvordan disse inddrages fast i arbejdet med at nå de fælles mål.

De nye læreruddannelsesbeskrivelser kan også være et afsæt. I hvert fald i matematik forsøges her at skabe en sammenhæng til daginstitutionsområdet. Og revisionerne af pædagoguddannelsen går også i den retning. De konkrete projekter kunne således tage udgangspunkt i disse mål og fokusere samarbejdet på at virkeliggøre beskrivelserne.

Der var i workshopen flere kritiske indlæg om uheldige konsekvenser af den faseopdelte skole, dvs. det at grundskolen i praksis ofte er opdelt i tre selvstændige dele; indskoling, mellemtrin og overbygning/udskoling. Denne opdeling giver større besvær med at skabe en faglig rød tråd. Nogle steder prøver man at fjerne denne, men den er stadig udbredt og bør suppleres med andre elementer der sikrer sammenhæng og progression på langs i grundskolen.

Der var en klar opfordring til at medtænke både naturfagsvejledere og matematikvejledere i det omfang de findes i kommunen

På workshopen blev det også fremhævet at der ingen grund er til *kun* at gøre noget hvis man er NNS-skole – alle skoler bør gøre noget!

Opbygning af et fagdidaktisk miljø på og mellem skolerne

Gruppen med interesse for gymnasieområdet blev enige om at en central udfordring i forhold til at udvikle Ny Nordisk Skole er det fagdidaktiske miljø på gymnasierne. På mange gymnasier er det fagdidaktiske miljø yderst svagt, da mange naturfagslærere primært ser sig som repræsentanter for deres fag og kun i mindre grad som lærere. Professionalitetsbegrebet står således temmelig svagt. En styrkelse af det fagdidaktiske miljø er nærmest en forudsætning for udviklingen af en bedre naturfagsundervisning.

I gruppen var der enighed om at det fagdidaktiske miljø bedst kan udvikles gennem projekter der tager udgangspunkt i problemstillinger som lærerne finder nærværende og relevante – lærerne skal med Mogens Niss' ord sætte dagsordenen for Ny Nordisk Skole. Projekterne kan fx udspringe af et ønske om at gøre noget ved det problem at mange elever dumper i matematik (drengene på stx) eller et ønske om at øge elevernes motivation for naturfagene.

For at styrke det fagdidaktiske miljø skal projekter give anledning til øget samspil mellem naturfagslærerne, samtidig med at der skabes et forum for fagdidaktiske diskussioner. Det kan fx ske ved at alle projekter skal give anledning til et konkret produkt som kan bruges af andre, og at udviklingen af produktet skal være baseret på didaktiske overvejelser. Produktet kan fx være en ny praksis i forhold til hvordan eleverne får feedback på deres skriftlige arbejder eller en ny tilgang til praktisk arbejde. Når projektet er færdigt, skal produktet have en form så det kan præsenteres for andre lærere på egen eller andre skoler. Præsentationen kan have form af en poster-session eller lignende hvor der er mulighed for at udveksle erfaringer og indgå i didaktiske diskussioner.

Det didaktiske miljø kan også fremmes ved at der på de enkelte skoler arbejdes

mere bevidst med at udvikle lærernes kendskab til hinandens undervisning. Dette kan foregå ved at lærerne kommer på besøg i hinandens klasser, deltager i kollegial sparring/supervision eller deltager i videoklubber hvor deltagerne diskuterer sekvenser fra hinandens undervisning – de såkaldte *lektionsstudier* er fx et velafprøvet format for sådanne tiltag. Hvordan det gøres, må afhænge af behovene på den enkelte skole. Det væsentlige er at der sker en udvikling af det fagdidaktiske miljø på de deltagende gymnasier.

Brobygning

Brobygning var et af de temaer workshop C) *Tværgående samt overgang til videregående uddannelse* tog op, som et af de mulige svar på konferencens spørgsmål om hvordan matematik og naturfagene kan styrkes i Ny Nordisk Skole. Der blev peget på problemstillinger i skolesystemet hvor brobygning kunne være til hjælp. Problemstillingerne kredsede om forhold der inden for matematik og naturfag har at gøre med forskelle mellem de involverede parter forventninger til fagene og den (manglende) røde tråd igennem forløbene. Dette har også at gøre med at skabe progression og sammenhængskraft op igennem systemet (jf. også afsnittet om rød tråd projekter).

Der var enighed om at hvis lærere og elever skal kunne skabe og opleve en rød tråd, er der brug for først at få identificeret forskellene inden for fagene op igennem systemet. Her må det vigtigste første skridt være at foretage en forventningsafstemning, således at lærere får konkrete erfaringer med hvad forventningerne til elevernes viden, færdigheder og kompetencer inden for matematik og naturfagene er på de forskellige trin i vores uddannelsessystem. Disse forventninger angår både indhold og metoder og også fx studieteknikker.

Det blev pointeret at det ikke kun er overgangene fra fx folkeskole til ungdomsuddannelserne der behøver forventningsafstemning. Det kan også være godt at gøre inden for de forskellige niveauer i folkeskolen; særligt blev der peget på overgangsproblemer for matematik og naturfagene fra 6. til 7. klassetrin.

Der var mange beskrivelser af og forslag til konkrete initiativer og ideer til brobygningsarbejde:

- *Fælles undervisning henover trinene.* For eksempel: Elever fra ungdomsuddannelserne kan deltage i undervisningen i udskolingen, og bachelorstuderende kan deltage i ungdomsuddannelserne. Princippet kan videreføres: Elever i udskolingen underviser elever på mellemtrinnet som underviser elever i indskolingen. Sådanne aktiviteter kan formaliseres og skrives ind i uddannelsernes udviklingsmål. For de undervisende elever er der tale om læring gennem formidling. Ved at blive undervist af elever på senere trin i uddannelsessystemet kan eleverne få rollemødder inden for folkeskolen og henover ungdomsuddannelserne. Og de involve-

rede lærere fra de forskellige uddannelser og trin kan komme i dialog og arbejde sammen med hinanden og med hinandens elever om udvikling af sådanne fælles undervisningsforløb.

- *Camps*. Etablering af camps for lærere og pædagoger fra de forskellige uddannelser og institutioner – børnehaver, fritidshjem, de forskellige trin i folkeskolen, gymnasiale uddannelser, erhvervsskolerne, de uformelle læringsmiljøer.
- *Netværksdannelse*. Understøttelse af netværk for lærere og pædagoger fra de forskellige undervisnings- og institutionsmiljøer.
- *Klubdannelse*. Etablering af klubber for elever på tværs af alder og uddannelsesstrin og -sted. Det er "faglige" klubber der tænkes på her.
- *Brobygning til erhvervslivet*. Det er væsentligt at etablere og opretholde samarbejder mellem folkeskoler, ungdomsuddannelser og erhvervslivet. Et eksempel på et relevant tiltag er *Jet-Net*-initiativet (Jet-Net.dk) som er et landsdækkende netværk mellem undervisningsinstitutioner og virksomheder der er dannet for at vække, stimulere og fastholde børn og unges forståelse for og interesse i naturvidenskab og teknologi.

Denne slags brobygningsaktiviteter kan afmystificere elevernes forestillinger om matematik og naturfagene på "næste" trin, give eleverne positive rollemodeller og være med til at skabe sammenhæng, rød tråd og progression i undervisningen henover klasse- og uddannelsesstrin, og dermed være med til at styrke intentionen bag Ny Nordisk Skole om at udfordre alle børn og unge også inden for matematik og naturfag. Samtidig kan disse tiltag mindske betydningen af social baggrund.

Afrunding

Forfatterne til denne tekst havde et klart indtryk af at stemningen på MONA-konferencen var meget positiv i forhold til at kaste sig ud i arbejdet med Ny Nordisk Skole og matematik og naturfagene. Vi vil opfordre alle aktører til selv at bidrage til at definere hvad det er for problemer der skal arbejdes med i NNS-regi. Vi ser det som afgørende at det arbejde man beslutter sig for, på en eller anden måde bygger videre på og kobler sig til allerede udført udviklingsarbejde og forskning. Derfor vil vi gerne opfordre til at alle projekter forsøger at inddrage personer med viden og erfaring her indenfor. Vi kan lave en parallel til læseområdet hvor der i dag er både forskning, udviklingsarbejde, læsevejledere, osv. helt ud til yderste niveau. Det bør vi have som mål inden for både matematik og naturfagene.

Vi vil også anbefale at der bliver tilført en organisatorisk styring. Det er jo blevet gjort før, fx projektet Sundhedsfremmende skoler eller MUVIN (miljøundervisning i Norden). Her er klare eksempler på organisatoriske initiativer der har ført til udvikling.

Vi ved stadig ikke så meget om hvad der faktisk foregår i undervisningen. Derfor er det også afgørende at NNS-aktiviteter tænkes sammen med konkrete vidensdelingsaktiviteter. Alle projekter bør vælge de formidlingsformer som sikrer at kendskabet til gode erfaringer når uden for projektdeltagerne. Kun derved kan alle disse mange forskellige aktiviteter bidrage til et samlet løft af undervisningen i matematik og naturfagene.

Referencer

- Aikenhead, G. (2009). Kulturelle grænser – oplevet af de fleste elever, men usynlige for mange naturfagslærere. *MONA*, 2009-1, s. 56-77.
- Andersen, N.O., Busch, H., Horst, S. & Troelsen, R. (2003). *Fremtidens naturfaglige uddannelser: Naturfag for alle – vision og oplæg til strategi*. Uddannelsesstyrelsens temahæfteserie, nr. 7. København: Undervisningsministeriet.
- Busch, H., Horst, S. & Troelsen, R. (red.) (2003). *Inspiration for fremtidens naturfaglige uddannelser. En antologi*. Uddannelsesstyrelsens temahæfteserie, nr. 8. København: Undervisningsministeriet.
- Kjærnsli, M. & Lie, S. (2009). Science Performance: The Nordic Countries from an International Perspective. I: Tomas Matti (Eds.) (2009). *Northern Lights on PISA 2006. Differences and similarities in the Nordic countries* s. 75-94. København: Nordic Council of Ministers. (lokaliseret 1. november 2012 på <http://www.norden.org/da/publikationer/publikationer/2009-547>)
- Krogh, L. B. (2006). 'Cultural Border Crossings' i *fysikundervisningen – unges forhold til fysik i et kulturelt perspektiv*. Steno Institutet, Aarhus Universitet.
- Latour, B. (1987). *Science in Action: How to Follow Scientists and Engineers Through Society*. Harvard University Press.
- Lie, S. & Kjærnsli, M. (2006). How similiar are we? Similarities and Differences Between the Nordic Countries in Cognitive, Affective and Contextualised Measures in PISA 2003. I: Mejdning, J. and Roe, A. (eds). *Northern Lights on PISA 2003*. s. 73-86. København: Nordic Council of Ministers. (lokaliseret 1. november 2012 på http://www.regjeringen.no/upload/kilde/kd/rap/2006/0006/ddd/pdfv/281852-pisa_northern.pdf)
- Nielsen, J. A. (2012). Gymnasieelevers sociovidenskabelige argumentation. *MONA*, 2012-3, s. 21-39.
- Nielsen, K. & Horst, S. (2012). Ny Nordisk Skole – hvad med naturfagene? *MONA*, 2012-2. s. 56-63.
- Plauborg, H., Andersen, L. V., Ingerslev, G. H., Laursen, P. F. (2010). *Læreren som leder. Klasseledelse i folkeskole og gymnasium*. København: Hans Reitzels Forlag.
- Sahlberg, P. (2011). *Finnish Lessons: What can the world learn from educational change in Finland?* New York and London: Teachers College Press.

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.

Det "saglige" og det "faglige"



Signe Brandt Larsen,
Ørestad Gymnasium



Claus Jessen,
Ørestad Gymnasium

Kommentar til Jan Alexis Nielsen Gymnasieelevers sociovidenskabelige argumentation, MONA 2012-3

Der sker meget i de gymnasiale uddannelser for tiden. Undervisningen ændres og bliver mere og mere elevcentreret. Det er meget positivt at *modtagerne* af undervisningen nu gøres til de centrale agenter, og fokus i højere grad lægges på elevernes læring.

Eleverne bliver også mere elevcentrerede. De stiller større og større krav til fagene og lærerne. For at vække deres interesse skal det faglige indhold og undervisningen være personligt relevant for dem. Hvor man som lærer førhen kunne læne sig op ad en sikker faglig autoritet og dyrke det høje faglige og abstrakte niveau, må man nu i højere grad *begrunde* relevansen af sit fag over for eleverne og motivere eleverne til at deltage i undervisningen. Ellers zapper de væk – skifter kanal til Facebook eller andre mere spændende tilbud.

De naturvidenskabelige fag er en vigtig del af vores almindelse og en vigtig ballast for vores elever i fremtiden. Men hvorfor nu egentlig? Svein Sjøberg har i bogen *Naturfag som almindelse* (Klim, 2005) beskrevet naturvidenskabelige fags rolle i skolen og i samfundet. Han har forskellige bud på argumenter for naturfagernes vigtighed i skolen – fx at naturvidenskabelig indsigt er brugbar i vores hverdag. Men Svein Sjøberg skyder selv hurtigt det argument ned. Vi kan alle bruge moderne teknologi, men er ilde stedt når vi fx skal reparere vores mobiltelefon. Helt ærligt må vi nok indrømme at de naturvidenskabelige teorier der undervises i i gymnasiet, ikke umiddelbart kan bruges i hverdagen. Vi møder faktisk elever der efterspørger praktiske færdigheder, fx hvordan man udskifter en stikkontakt eller forlænger en ledning, men det er jo ikke pensum i fysik.

Man kan så argumentere for at de naturvidenskabelige fag kan sikre eleverne en god uddannelse med efterfølgende godt og vellønnet job. Men blot ved at se på lærerne i gymnasiet (både naturfagslærerne og de andre) kan man tydeligt se at måske er jobbet godt, men vellønnet er det ikke.

En del af vores elever har brug for naturvidenskabelige kundskaber i deres videre uddannelse, man langt fra alle. Og hvorfor skal de så trækkes med fagene? Her

kommer almindelsen ind, og her bidrager naturfagsundervisningen med to vigtige elementer. Det første er den rationelle verdensopfattelse der præsenteres i de naturvidenskabelige fag. Her præsenteres eleverne for en verdensbeskrivelse hvor objektivitet og rationelle argumenter har afløst meninger, dogmer og tro. Der er visse spørgsmål i vores omverden der faktisk ikke er til diskussion. Og det er bl.a. dem naturvidenskaberne beskæftiger sig med. Det kan være en del af forklaringen på fagenes manglende appeal hos moderne elever som gerne vil tage stilling og give udtryk for deres meninger. Men den rationelle verdensopfattelse indeholder nogle faldgruber. Det er jo ikke alle problemer der kan behandles objektivt og rationelt, ja faktisk er det ganske få, og det er jo ikke alle naturvidenskabelige teorier der er så sikre endda. De udvikles, justeres og forbedres i lyset af nye eksperimentelle undersøgelser. Og når vi bevæger os over i andre fagområder, afløses den sikre viden af analyser og fortolkninger.

Endelig er der demokratiargumentet. Mange politiske beslutningsprocesser, fx linjeføringen af en ny metro, bygningen af nye skoler, vaccineringsmod livmoderhalskræft, eventuelt forbud genmodificeret majs og designerbørn, kræver naturvidenskabelig indsigt som baggrundsviden, men kræver værdier og holdningsdiskussioner for stillingtagen. Pointen er at det moderne samfund med intensiv brug af moderne teknologi anvender naturvidenskabelig viden og teknologi på en måde der kan debatteres og ikke afgøres objektivt. Derfor er det vigtigt at kende til naturvidenskab for at forstå de problemstillinger der diskuteres. Uden denne naturvidenskabelige indsigt er den almindelige borger ude af stand til at deltage i samfundsdebatten, og demokratiet er så i fare.

Hvordan kan vi så ændre vores naturfag i denne retning? Her kommer Jan Alexis Nielsens artikel med et godt bud. Vi skal dyrke de sociovidenskabelige diskussioner og argumenter i vores fag. For herved opøves eleverne i den demokratiske debat, og de møder epokale problemstillinger som de ikke kan undslå at forholde sig til. Men det er ikke ligegyldigt hvordan vi forholder os til problemerne. Kampen om vandet i Mellemøsten er ikke blot naturgeografi eller fysisk viden om hvordan vand nu opfører sig. Det er et komplekst problem affødt af magtrelationer og stormagtspolitik. Og i en vis forstand angår det os alle, for vi er også medspillere i verdenssamfundet og har et ansvar. Derfor skal eleverne rustes til at deltage i disse diskussioner. Men kan dette foregå i naturfagstimerne? Svaret er ja. Lærere i naturvidenskabelige fag er ikke altid klædt på til at facilitere sådanne diskussioner og har måske tendens til at falde i den faglige grøft og blot betragte diskussionerne som motiverende for den faglige indlæring og ikke et element i undervisningen i sig selv. Men her svigter vi faktisk det almindelige i gymnasiet. Det er vigtigt at eleverne ved hvornår de (eller andre) bruger naturvidenskabelig argumentation, og hvornår de foretager værdipolitiske domme.

Der er masser af eksempler på forløb hvor det vil være oplagt at inddrage sådanne diskussioner. I fysik og naturgeografi er klimaproblematikken oplagt – dels fordi naturvidenskaben kan opstille klimamodeller og forudsige fremtidens klima med nogen usikkerhed, og man kan forudsige konsekvenserne. Valget af strategi er et politisk valg, men alligevel er naturfagernes argumentation meget vigtig. I læreplanen for biologiundervisningen i stx står der bl.a. at eleverne skal “have faglig baggrund for stillingtagen og handlen i forbindelse med egne og samfundsmæssige problemstillinger med biologisk indhold”. I biologi kan eksempler på forløb som har samfundsmæssig relevans, bl.a. være forløb om kost og sundhed, unge og alkoholvaner, kønssygdomme og prævention samt psykiske lidelser. Alle emner som imødekommer flere af de tidligere nævnte udfordringer. Nemlig at sagen skal være personligt relevant for eleverne, og den faglige indsigt skal være så stor at den kvalificerer eleverne til aktiv deltagelse i et demokratisk samfund. Det er nødvendigt for fremtidens borgere at kunne tage stilling og handle.

I almenstudieforberedelse i stx-uddannelserne er samarbejde mellem lærere fra forskellige fakulteter institutionaliseret. Her arbejder man med store problemfelter – sager der rækker ud over de enkelte fag. Her er den valgte “sag” i fokus, og fagernes viden og metoder er redskaber til at belyse sagen. Man kan sige at her har *sagligheden* afløst *fagligheden*. Sager er oftest så omfattende at den enkelte lærer ikke alene i sit fag kan belyse problemstillingen på kvalificeret vis. Her må et samarbejde til. Fagene bliver konverteret fra at være isolerede videnskabsfag til at være redskabsfag i en større sags tjeneste. For en årrække siden var det negativt når nogen sagde at deres fag bare var et redskabsfag i et forløb. På Ørestad Gymnasium er holdningen at det er et adelsmærke at et fag faktisk kan bruges i en større sammenhæng og bidrager til at vinde større indsigt. Alle fag burde prale med hvor gode de er til at være redskabsfag.

I de tværfaglige forløb bliver eleverne bevidste om de forskellige fags argumentationsformer og derved skarpere i deres saglige argumentation. Forhåbentlig vil de derfor blive bedre rustet til aktiv demokratisk deltagelse både nu og i fremtiden.

Hvad er pointen med matematiske pointer?



Adrian Rau Bull,
Læreruddannelsen Aalborg,
UCN



Lars Reidar Vinding
Salomonsen, Lærerud-
dannelsen Aalborg, UCN

Kommentar til artiklen. Når pointer styrer matematikundervisningen fra MONA, 2012(3).

Didaktiske pointer i matematikundervisningen?

Projektet som Arne Mogensen beskriver i sin artikel "Når pointer styrer matematikundervisningen", har blandt andet været at optælle pointer i matematikundervisningen i 50 tilfældigt udvalgte 8.-klasser og udmærker sig derved ved at være en af de få større undersøgelser af matematikundervisningen i nyere tid i Danmark.

Undersøgelsen er særlig interessant fordi den er empirisk velfunderet og tager udgangspunkt i videostudier der efterfølgende er kodet efter forskellige relevante parametre. Et af disse kodningsparametre er didaktiske pointer der også er brugt i rapporten *Fremtidens matematikundervisning* (Niss et al., 2006).

Ved hjælp af begrebet didaktiske pointer bidrager Arne Mogensen konstruktivt til debatten vedrørende matematikundervisningen i Danmark ved at påpege nogle undervisningsaspekter som muligvis bliver overset eller helt udebliver fra den danske matematikundervisning.

I artiklen bliver didaktiske pointer i matematik defineret som udsagn der udgør et klart afgrænset og betydende matematisk indhold eller resultat. Pointerne er opdelt i 4 kategorier, begrebspointer, metodepointer, resultatpointer og fortolkningspointer, der baseres på de matematiske kompetencer, arbejds måder og emner fra Fælles Mål 2009.

Der er ingen tvivl om at det kan være relevant at undersøge didaktiske pointer og deres betydning for undervisningen.

Det er dog interessant at overveje om ikke det kan amputere det didaktiske pointerbegreb hvis man afgrænser det til kun at indeholde det der både kan optælles og kategoriseres.

Der bliver i artiklen refereret til verbaliserede matematiske pointer som indikator

for god undervisning, men det bør overvejes om didaktiske pointer både kan være verbale og nonverbale, og de dermed ikke altid kan dokumenteres. På samme måde som matematiske kompetencer både kan komme til udtryk verbalt og nonverbalt, fx gennem handling.

Det er også interessant at undersøge hvem det er der forstår den matematiske pointe.

Hvis en underviser bruger pointer i undervisningen, vil elever kun koble sig til pointen hvis underviseren formår at tage udgangspunkt i elevernes perspektiv. Undervisere kan således operere med mange pointer i deres undervisning uden at det nødvendigvis vil give en effekt. Spørgsmålet er derfor om pointen kan få den effekt man ønsker, hvis den på forhånd er planlagt, eller om pointens effekt i højere grad beror på situationen og det der sker i undervisningen, samt om læreren har tunet sig ind på elevernes perspektiv i den givne situation.

Hvis pointer bliver reduceret til en verbalisering af det væsentlige i matematikundervisningen, bliver begrebet både normativt og præskriptivt. Det centrale i vores kritik af behandlingen af didaktiske pointer i artiklen kan sammenfattes til dette berømte Einstein-citat:

“Not everything that counts can be counted, and not everything that can be counted counts.”

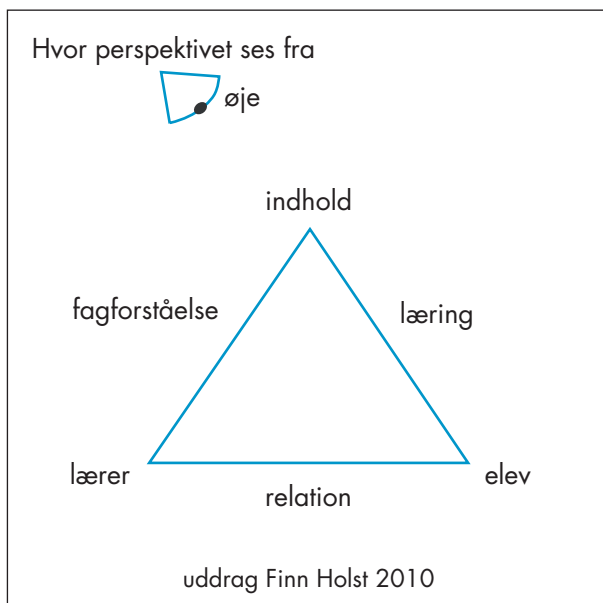
Hvis man destillerer matematikundervisningen til essensen af matematiske pointer og primært kigger på disse, er der fare for samtidig at fjerne fokus fra den didaktologiske overbygning på didaktikbegrebet der kendetegner det brede dansk/tyske didaktikbegreb. Man kan frygte at lærerne bliver så fokuseret på at verbalisere pointer at de i endnu mindre grad reflekterer over undervisningen. Selvom verbalisering kan afspejle og påvirke kognition, kan man ikke nødvendigvis konkludere at verbalisering hos læreren afspejler kognition hos eleven, eller at det påvirker kognition hos eleven – det kommer meget an på undervisningssituationen.

Undervisning i matematik er meget mere end didaktiske pointer set i et normativt og præskriptivt perspektiv. Vi bør værne om det brede dansk/tyske didaktikbegreb som Frede V. Nielsen dyrker i artiklen “Fagdidaktikkens kernefaglighed” (Nielsen, 2004).

Didaktiske pointer som et reflektivt begreb i samspil med undervisningssituationen og ikke som isoleret normativt/præskriptivt begreb kan bidrage til matematikkens didaktik, idet der med dette begreb kan opstå interessante didaktiske og didaktologiske diskussioner omkring de pointer der opstår i matematikundervisningen.

Enhver undervisningssituation vil altid være et spændingsfelt mellem indhold, lærer og elev. Dette spændingsfelt kaldes den didaktiske trekant og er illustreret ved modellen nedenfor. Vi har brugt Finn Holsts udvidelse af den didaktiske trekant

hvortil der er tilføjet et iagttagelsesperspektiv. Denne model er brugt med henblik på videoundersøgelser fordi beskueren (øjet) ser undervisningen i et andet perspektiv end aktørerne (læreren og eleven).



Figur 1. Billede af den didaktiske trekant efter Finn Holst

For at kunne bruge matematiske pointer som et refleksivt begreb må man se på brugen af didaktiske pointer i spændingsfeltet mellem indholdet, læreren og eleven. Når en matematisk pointe er aktiv i undervisningen, skal man være opmærksom på hvilket indhold der har givet anledning til den didaktiske pointe, hvordan eleven arbejder med indholdet i situationen, hvilken intention læreren har haft med indholdet, samt hvilken relation der er mellem lærer og elev. Først når disse aspekter medtænkes, vil en matematisk pointe kunne bruges som refleksionsværktøj for læreren. Derved giver det ikke mening at se på matematiske pointer isoleret set. Ved brug af videoundersøgelser har beskueren et perspektiv som er uden for spændingsfeltet (i modellen er det symboliseret ved et øje). Derfor har man som beskuer en unik mulighed for netop at beskrive forholdet mellem indhold, lærer og elev i de situationer hvor man iagttager matematiske pointer. Beskueren har mulighed for at forholde sig til hvad der er på spil, og hvordan de forskellige aktører relaterer til hinanden og forholder sig til indholdet. Derigennem kan man udvikle vejledende didaktisk refleksionsteori der kan anspore andre undervisere og en selv til at ændre praksis.

Hvis man behandler didaktiske pointer normativt/præskriptivt, er der fare for at læreren ikke bruger dem refleksivt.

Lesson study – lesson learning study?

Der bliver i artiklen peget på at *lesson study* med udgangspunkt i pointer kan udvikle den danske matematikundervisning. *Lesson study* indeholder fælles planlægning ud fra en matematisk pointe, observation af undervisningen og efterfølgende kollegial sparring idet man prøver at udarbejde og forbedre en detaljeret lektionsplan med udgangspunkt i den matematiske pointe.

Vi er enige i at det japanskinspirede *lesson study* indeholder nogle interessante elementer, herunder især kollegial sparring. Vi er dog også opmærksomme på at *lesson study*, der er udviklet i et land med curriculum, kan fremme curriculumtankegangen hos danske lærere.

I det pointestyrede *lesson study*-forløb kan vi frygte at lærerne arbejder med et for snævert didaktikbegreb hvor de planlægger, gennemfører og evaluerer undervisningen ud fra koden virker/virker ikke.

Hvis læreren skal forholde sig professionelt til undervisningen, bør vi i stedet støtte læreren i at undersøge og udforske hele det didaktiske felt og de diskurser der opstår i undervisningen. Både i planlægningsfasen, gennemførelsesfasen og den efterfølgende kollegiale sparringsfase bør lærerne reflektere over de matematiske diskurser der kommer i spil i den planlagte undervisning, og gøre dem til omdrejningspunkt for egen refleksion og fælles kollegial sparring, idet der i disse diskurser gemmer sig mulige potentialer som kontinuerligt kan udvikles hos både lærer og elever. Vi vurderer derfor at det vil være oplagt at arbejde med *lesson learning study* hvor læringsbegrebet er omdrejningspunktet.

Referencer

- Cobb, P., Confrey, J., diSessa, A., Lehrer, R. & Schauble, L. (2003). *Design Experiments in Educational Research*. Wilson Education Abstracts, 32, 1., s. 9.
- Holst, F. (2009). Musiklærerkompetencer i et relationsfelt mellem pædagogik og fag. *Nordisk Musikpædagogisk Forskning*, 11, s. 248-254.
- Nielsen, F.V. (2004). Fagdidaktikkens kernefaglighed. I: K. Schnack (red.), *Didaktik på kryds og tværs* (s. 25-45). København: DPU's Forlag.
- Niss, M., Andreasen, M., Foss Hansen, K., Matthiasen, J., Mogensen, A., Skånstrøm, M. & Holm, C. (2006). *Fremtidens matematik i folkeskolen*. København, Danmark: Undervisningsministeriet.
- Stiegler, J. & Hiebert, J. (1999). *The Teaching Gap. Best Ideas from the World's Teachers for Improving Education in the Classroom*. New York: The Free Press.

Pointer og lektionsstudier



Klaus Rasmussen, Institut
for Skole og Læring,
Professionshøjskolen Metropol,
Institut for Naturfagernes Didaktik,
Københavns Universitet

Kommentar til artiklen "Når pointer styrer matematikundervisning" i MONA, 2012(3)

Har danske matematiklærere en "pointe"? spørger Arne Mogensen, og jeg får lyst til lidt kækt at svare: "Det ved vi stadigvæk ikke." Det er nemlig værdt at bemærke at det "kun" er *artikulation* af pointer som er blevet undersøgt. Lærerne kan godt have en pointe med undervisningen – de siger det bare ikke højt!

Lad det være sagt med det samme at Mogensens artikel bygger på et imponerende stykke forskningsarbejde hvis empiriske omfang indgyder mig respekt. Det er vigtigt at nogle laver disse kvantitative undersøgelser af "matematiklærernationen" og på den måde giver et samlet billede. Det store spørgsmål jeg sad tilbage med efter at have læst artiklen, var imidlertid: Hvis "... næsten halvdelen af de 50 lektioner var helt *uden* pointer formuleret af læreren" (artiklen s. 48), hvad i al verden sker der så i resten? Leger læreren stilleleg, eller er klassen gået ud og spille rundbold? Jeg har det i det hele taget svært ved at forestille mig en matematikundervisning hvor det kan undgås at talesætte pointer som de defineres i artiklen. Er det i det hele taget vigtigt at det er læreren der formulerer pointen? Personligt ville jeg hellere have at det var eleverne. Hvis vi ser på statistikken gengivet på s. 47, så kunne jo også være at det forholdt sig sådan at eleverne formulerede pointerne i de timer hvor læreren ikke gjorde det. $44\% + 30\% + 52\%$ kunne jo være 100% hvis ikke det lige var for overlap. Man kan faktisk ikke se dette ud af artiklen i *MONA*.

Jeg måtte en "læsetur" forbi den bagvedliggende ph.d.-afhandling for at blive klogere (Mogensen, 2011). Det er et digert værk, og jeg må indrømme at jeg ikke har læst det hele minutøst. Men jeg blev klogere på s. 316 hvor der står at der var pointer af den ene eller den anden form i 58% af lektionerne. Dvs 42% af lektionerne er "totally pointless" – helt meningsløse, de fører ingen steder hen! Se det er mere alvorligt end at det blot ikke er læreren der artikulerer pointerne. Jeg kunne virkelig godt tænke mig at se en af de 21 pointeløse lektioner som jeg inderligt håber indeholder andre momenter der kan tilskrives værdi for undervisningen. Mogensen omtaler da også i

afhandlingen at der var lektioner uden lærerpointer der havde undervisningsmæssig kvalitet:

“Finding point free lessons with obvious teaching qualities like lesson 44 also did make me a bit more hesitant about “missing the point” proclamations” (Mogensen, 2011, s. 323)

Så pointer er altså ikke det eneste kriterium for god undervisning. Heller ikke for Arne Mogensen. Og det er måske også derfor at han ikke kommer med mere bombastiske udmeldinger end at der er “rum for forbedring”, og at det “kan undre” at der ikke formuleres flere pointer af læreren (artiklens abstract og s. 48).

Hvis det er småt med pointerne i folkeskolens undervisning, mon det så står lige så “galt” til i undervisningen på professionshøjskolerne? Sådant en tanke kan jo nok få det til at løbe koldt ned ad ryggen på mig, og sikkert også på Arne Mogensen da vi jo begge har undervist der i adskillige år. Måske emnet for et nyt ph.d.-studium. Det får mig til at tænke på et undervisningsforløb jeg har brugt et par gange i læreruddannelsen til at tage hånd om det centrale kundskabs- og færdighedsområde “talteoriens anvendelse i digitale koder”, og hvilke pointer jeg egentlig har ekspliciteret i den forbindelse. Målet for mig har været at give mine studerende indsigt i hvordan kryptering med offentlige nøgler fungerer. Den anden eller tredje af seks lektioner har altid været en “leg” (uha) hvor mine studerende bliver inddelt i tre hold. Det ene skal sende en besked til et makkerhold uden på forhånd at have udvekslet nogen hemmelig nøgle. Det tredje hold skal forsøge at aflure beskeden. Legen bruger såkaldt “perfekt kode-kryptografi”, en idé jeg har fået fra Neal Koblitz (Koblitz, 1997). Det hele foregår i en underholdende, men lidt “hemmelighedskræmmeri”-stemning, og der bliver i hvert fald ikke artikulert nogen pointer af frygt for at “fjenden” skal opdage noget. Typisk skal vi igennem tre forsøg på at sende og bryde koder inden systemet, eller pointen om man vil, begynder at gå op for de enkelte hold af studerende. Men ingen siger noget om den matematiske aktivitet og de ahaoplevelser de har undervejs. Jeg er sikker på de er der, fordi jeg kan se sporene fra dem i de efterfølgende lektioner, men “lege”-lektionen ville helt sikkert være kommet skidt ud af undersøgelsen hvis Arne Mogensen havde været der i netop den time.

Det som kunne sætte pointer på dagsordenen, foreslås i artiklen at være systematisk kollegial sparring i form af det oprindeligt japanske lesson-study-format. Et format som jeg tilfældigvis også beskæftiger mig med i mit ph.d.-studium. Og i den forbindelse vil jeg pege på mindst ét beskrevet lektionsstudie (Miyakawa & Winsløw, 2009), fra lektionsstudiernes eget hjemland, hvor jeg kunne påstå at læreren gør en dyd ud af netop ikke at fremhæve nogen pointe overhovedet. (Man kunne her indskyde en kritisk bemærkning om at det kun er Mogensen selv der afgør hvornår der optræder en pointe i de lektioner han ser på, men det forekommer mig dog at han i

afhandlingen gør meget for at reliabiliteten er i orden). Studielektionen fra det omtalte lektionsstudie drejer sig om at eleverne skal reflektere over hvornår to rektangler af forskellig størrelse har samme *form*. Mere specifikt om et 3 x 5-rektangel har samme form som et 5 x 7-rektangel. Læreren gentager og fremhæver både "rigtige" og "forkerte" forslag, men spørgsmålet forbliver åbent. Lærerens "pointe" er nemlig ikke at artikulere "et udsagn, der udgør et klart afgrænset og betydende matematisk indhold eller resultat" (jf. artiklens definition s. 42). "Pointen" er elevernes arbejde med hvad form kan betyde, at argumentere matematisk for synspunkter og at lytte aktivt til andres matematiske argumentation.

Dette forekommer mig som værende væsentlige "pointer", og jeg kan ikke sige mig fri for at se en betydelig forskel mellem den af Mogensen, i artiklen, s. 41, refererede handlingsplan (Niss et al., 2006) og den øvrige kompetencetænkning der præger matematikfagets beskrivelse i *Fælles Mål* (Undervisningsministeriet, 2009). Pointer kan være lettere at operationalisere, dvs. omsætte til gøren og laden i undervisningen, samt lettere at identificere, men indfanger måske kun et begrænset spektrum af hvad matematikundervisningen bør indeholde. Hertil synes jeg den matematiske kompetencebeskrivelse er mere omfattende, og Mogensen skriver også selv:

I min forståelse kan mål i matematiktimer også handle om elevers selvstændige arbejde eller vurdering og omfatter altså ikke altid artikulation eller læring af matematiske pointer. (artiklen, s. 45)

Jeg mener det er vigtigt at *pointere* at vi skal se pointer som en væsentlig tilføjelse til vores forståelse af hvad der har betydning i undervisningen, ikke som en ny "hellig gral" eller endnu en ting vi kan kritisere lærerne for ikke at have nok af.

Den omtalte studielektion er nummer to i en række af syv sammenhængende lektioner hvor den overordnede pointe er ræsonnementer om proportionalitet. Lektionerne starter i det reflekterende og udforskende og bevæger sig over i det mere konkret undersøgende for at tillægge proportionalitetsforhold mening. Der arbejdes med at finde værdien af forhold, sammenligne disse og endelig igen reflektere over hvordan der kan skiftes mellem forskellige repræsentationer af forhold. Man kan sige at lærerens fokus mere er på de tankeprocesser som eleverne gennemgår i læringsforløbet, end på eksplicite slutmål for den viden eleverne, også ifølge den japanske læseplan, skal nå frem til. Det fremstår derfor vigtigt at skelne skarpt mellem mål og pointer, for her vil jeg endda sige at det netop er en pointe der styrer undervisningsforløbet, selvom den ikke kan ses i den enkelte lektion og ikke kan udtrykkes skarpt i læseplaners målformuleringer. Det er vel også netop her kompetenceterminologien har sin force selvom den ofte er vanskelig at operationalisere i enkeltstående aktiviteter, men giver mening set over længere samlede forløb. I citatet fra handlingsplanen fra 2006

(artiklen, s. 41) omtales pointer da også som noget der tilstræbes ved afslutningen af et undervisningsforløb. Altså snarere noget der er et styringsredskab for læreren, end noget der opstår løbende hen over en lektion.

Lektionsstudier kan altså bruges til meget mere end at fremelske forekomst af flere "lokale" pointer, og jeg vil gerne slutte af med at håbe at Mogensens artikel er med til at videreføre den debat vi kontinuerligt må have om hvad der er kvalitet i matematikundervisningen.

Referencer

- Koblitz, N. (1997). Cryptography as a Teaching Tool. *Cryptologia*, 21(4), s. 317-326.
- Miyakawa, T. & Winsløw, C. (2009). Didactical Designs for Students' Proportional Reasoning: An "Open Approach" Lesson and a "Fundamental Situation". *Educational Studies in Mathematics*, 72(2), s. 199-218.
- Mogensen, A. (2011). *Point-driven Mathematics Teaching, Studying and Intervening in Danish Classrooms*. Roskilde University, IMFUFA, Department of Science, Systems and Models.
- Niss, M., Andresen, M., Foss Hansen, K., Matthiasen, J., Mogensen, A., Skånstrøm, M. & Holm, C. (2006). *Fremtidens matematik i folkeskolen*. København, Danmark.
- Undervisningsministeriet. (2009). *Fælles Mål 2009: Matematik*. Undervisningsministeriet (Danish Ministry of Education).

Naturfag i kontekst



Tom Børsen, Institut for Læring og Filosofi. Aalborg Universitet København

Kommentar til "Nye mål for naturfagsundervisningen i USA – vil vi samme vej i Danmark?", MONA, 2012(3)

Robert Evans og Sebastian Horst (E&H) fra Institut for Naturfagernes Didaktik ved Københavns Universitet har i sidste nummer af *MONA* begået en beskrivelse og analyse af de nye mål for naturfagsundervisningen i USA. E&H er sympatisk indstillede over for de nye amerikanske mål som de mener udgør et frugtbart udgangspunkt for nytænkning af naturfagsundervisningen i Danmark.

Jeg er i nogen udstrækning enig med E&H. Jeg mener at de amerikanske mål er et skridt i den rigtige retning. Men målene overser vigtige dimensioner vedrørende naturfagernes relationer til andre fagdomæner og til det omgivende samfund. En gentænkning af naturfagsundervisningen i Danmark bør medtænke disse aspekter. I denne kommentar udfolder jeg dette synspunkt.

1. Af E&H's artikel fremgår det at de amerikanske mål sidestiller naturvidenskab og ingeniørarbejde. Deres tabel 2 overbeviser mig om at der er klare lighedstræk mellem disse to aktiviteter. Hermed flugter de amerikanske mål med flere nyere redegørelser for naturvidenskab og ingeniørarbejde der netop sammentænker disse to praksisser: fx Ravetz og Funtowicz' Post-normal Science (Funtowicz & Ravetz, 1993; Ravetz, 2006), John Zimans post-akademiske videnskab (1996, 2000) og Henry Etzkowitz' Triple Helix-innovationsmodel (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000; Etzkowitz, 2008). Disse videnskabssyn er mere tidssvarende end syn der ser naturvidenskaben og ingeniørarbejde som isolerede størrelser, fordi den type problemløsning som samtiden efterspørger, går på tværs af fag og professioner.¹

¹ I et postnormalt perspektiv ses sondringen mellem ingeniørarbejde og akademisk naturvidenskab ikke som central i dag. Den centrale sondring står mellem hhv. GRAINN [Genomics, Robotics, Artificial Intelligence, Neuro-science, Nano-technology] som er styret af kommercielle interesser, og SHEE [Safety, Health, Environment, Ethics] der ses som reaktion på de store potentielle risici som førstnævnte forskningsområder skaber. Pointen er at både kommerciel produktudvikling og risikohåndtering involverer ingeniørarbejde og naturvidenskab såvel som andre videnskabelige tilgange.

Triple Helix-modellen fordrer tæt samarbejde mellem universiteter, [lokal og regional] industri samt offentlige institutioner idet netop et sådant samarbejde bedst muligt kan balancere kommercielle hensyn med socialt, moralsk og

De amerikanske mål læner sig dog *også* mod videnskabs- og teknologikritiske perspektiver, fx Heidegger (1999), von Wright (1994) og Frankfurterskolen (fx Horkheimer & Adorno, 1996), der påpeger at naturvidenskab og ingeniørarbejde er to sider af samme sag, og at teknisk/naturvidenskabelige praksisfællesskaber derfor må tage en del af ansvaret for de samfundsmæssige konsekvenser af naturvidenskab og teknologi – gode som mindre gode.

Ud af 27 nævnte berører kun et enkelt af de amerikanske mål dette område: “ETS2: forbindelser mellem ingeniørarbejde, teknologi, naturvidenskab og samfund”. Spørgsmålet er om ikke de bredere samfundsmæssige og etiske konsekvenser af naturvidenskab og ingeniørarbejde behandles for perifert i de amerikanske mål, og om ikke netop dette aspekt burde være fokus for en debat om den danske naturfagsundervisning?

2. De amerikanske mål for naturfagsundervisningen understreger samspillet mellem videnskabelige resultater/teknologiske produkter og de processer der førte og fører frem til dem. De amerikanske mål ser derfor modellering, udvikling af forklaringer og argumentation som centrale naturfaglige kompetencer.

At se naturfag som både produkter og processer kan være med til at gøre dem mere anvendelige i dagligdagen. Det perspektiv kan jeg godt lide, og jeg tror at et sådant fokus kan være med til at gøre naturfagene mere populære og meningsgivende.

Problemet med dette praksisperspektiv ligger i synet på “praksis”. Som jeg læser de amerikanske mål, så præsenteres praksisaspektet som en form for naturfagernes interne etik: som ideelle standarder og normer som man bør følge i den naturfaglige praksis. Dette er et problematisk syn på praksis fordi det fordrer at naturvidenskabsfolk og ingeniører faktisk følger idealerne. Netop de talrige og markante forskelle mellem proklamerede idealer og naturvidenskabsfolk og ingeniørers konkrete virke er et veldokumenteret tema inden for de såkaldte Science and Technology Studies (STS).

STS-feltets analyser viser, *on location* [dvs. i konkrete situationer], at praksis i naturvidenskab og ingeniørarbejde både [men i mindre grad] er styret af ideelle standarder og [hovedsageligt] af personlige relationer, politiske kampe og andre ekstravidenskabelige faktorer. En STS-tilgang kunne eksempelvis spørge: Hvorfor tilfaldt æren for opdagelsen af dna’s struktur James Watson og Francis Crick – og ikke fx Rosalind Franklin? Og kan dette forhold forklares af ikkevidenskabelige parametre?

Jeg tror det er vigtigt at adressere relationerne mellem videnskabelige idealer og konkret praksis direkte i naturfagsundervisningen, og det lægger de amerikanske mål ikke op til.

miljømæssigt ansvar. Idéen er m.a.o. at en rigid sondring mellem ingeniørarbejde og naturvidenskab ikke er befordrende for ansvarlig vækst. Den postakademiske optik blander akademisk og industriel forskning hvorved arketyperne postakademisk videnskab og postindustriell forskning fremkommer. Begrundelsen er bl.a. at voksende nytteforventninger kun kan indfries hvis de to praksisser smelter sammen. Tilgangen udfolder de normer og principper som de to praksissers udøvere forventes at følge. Også her er idéen at naturvidenskab og ingeniørarbejde ikke kan skilles ad.

3. E&H understreger at flere af de amerikanske mål er tværgående og skal skabe sammenhæng mellem de naturvidenskabelige fag, matematik, teknologi og ingeniørarbejde og disse fags kerneidéer. Det er en glimrende pointe da virkelighedens problemstillinger sjældent kan indfanges, endsige løses af et enkelt fags begreber, modeller og metoder.

Jeg undrer mig dog over at tværfagligheden ikke overskrider der teknisk/naturfaglige domæne. I såvel den danske folkeskole som i de gymnasiale uddannelser spiller tværfaglighed en stor og vigtig rolle. Hvis den danske naturfagsundervisning skal gentænkes, så er det netop i relationen til andre domæner at der for alvor skal nytænkes.

Jeg vil derfor foreslå at der også opstilles specifikke kompetencemål for de tværgående undervisningsaktiviteter som naturfagene bidrager til i folkeskolen og de gymnasiale uddannelser. Det er vigtigt at få diskuteret naturfagernes samspil med andre fag, og dette aspekt er ikke med i de amerikanske mål.

Inden for det gymnasiale område afholdtes prøve i "Almen sTudieforberedelse" (AT) første gang i 2008, hvor eleven vha. to af gymnasiets fag skal belyse en tværfaglig problemstilling. AT's faglige mål er imidlertid meget generelle og ikke decideret knyttet til de enkelte fags læringsmål. Mit forslag går i denne sammenhæng på at naturfagene 1) afklarer hvordan AT-forløbene kan bidrage til at udvikle elevernes naturfaglige kompetencer, og 2) går sammen med andre fag og fælles formulerer egentlige tværfaglige læringsmål for konkrete AT-forløb der fx inkluderer kemi og dansk. Formålet med disse øvelser er at integrere tværfaglighed som centralt element i naturfagene.

Konklusion

De nye mål for naturfagsundervisningen i Amerika slår en række gode takter an: samspillet mellem naturvidenskab og ingeniørarbejde, mellem produkt og proces samt mellem de enkelte naturfag. En fokuseret diskussion om disse emner udgør et godt afsæt for gentænkning af den danske naturfagsundervisning.

Dog mener jeg at den danske debat om fremtidens naturfagsundervisning bør forholde sig offensivt til de mange tværgående og -faglige aktiviteter der præger det danske undervisningssystem. Hvorfor tager naturfagene og dissers udøvere ikke teten her?

Konkret argumenterer jeg for at to temaer inkluderes i fremtidens naturfagsundervisning i Danmark. Dels foreslår jeg at forskelle mellem de naturfaglige idealer og den faktiske naturfaglige praksis adresseres og forklares, dels at teknologietiske refleksioner inkluderes i den naturfaglige undervisningsportefølje.

Referencer

- Etzkowitz, H. (2008). *The Triple Helix: University, Industry, Government. Innovation in Action*. New York: Routledge.
- Etzkowitz, H. & Leydesdorff, L. (2000). The Dynamics of Innovation: From National Systems and "Mode 2" to a Triple Helix of University–Industry–Government Relations. *Research Policy*, 29, s. 109-123.
- Funtowicz, S.O. & Ravetz, J.R. (1993). Science for the Post-Normal Age. *Futures*, 25(7), s. 739-755.
- Heidegger, M. (1999). *Spørgsmålet om teknikken og andre skrifter*. København: Gyldendal.
- Horkheimer, M. & Adorno, T.W. (1996). *Oplysningens dialektik. Filosofiske fragmenter*. København: Gyldendal.
- Ravetz, J.R. (2006). *No-Nonsense Guide to Science*. New Internationalist.
- von Wright, G.H. (1994). *Myten om fremskridtet*. København: Munksgaard-Rosinante.
- Ziman, J.M. (2000). *Real Science – What It Is and What It Means*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Ziman, J.M. (1996). Is Science Losing Its Objectivity? *Nature*, 382, s. 751-754.

Mere brobygning – tak!



Jette Rygaard Poulsen,
fagkonsulent, MBU



Keld Nørgaard,
fagkonsulent, MBU

I sidste nummer af *MONA* (september 2012(3)) introducerede Robert Evans og Sebastian Horst os for nye mål for naturfagsundervisningen i USA. Rapporten *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts and Core Ideas* (K-12-rapporten) udspringer, som forfatterne skriver, ikke af dårlige resultater fra nationale og internationale test, men derimod af et behov for en naturfagsundervisning der virker og altså både motiverer eleverne og giver dem det ønskede faglige udbytte. Det afspejler en vilje til at gøre en forskel! Rapporten er et spændende arbejde som i høj grad fortjener opmærksomhed. Der er ikke tvivl om at dele af dette arbejde kan give inspiration til udviklingen af dansk naturfagsundervisning.

De tre “nye” pædagogiske principper med *progression gennem hele uddannelsesforløbet, fokusering på nogle få kerneidéer og integration af det at lære naturvidenskabelig viden med det at arbejde undersøgelsesbaseret* er også fokuspunkter i styringen af den danske naturfagsundervisning. Det er derimod forskelligt hvordan og hvor tydeligt de tre principper er udfoldet i styredokumenterne på de enkelte led i uddannelseskæden. Men det er principper som uddannelsessystemet kan bakke op om. Vores viden om og indsigt i hvordan man tilegner sig naturvidenskab, udvikler sig hele tiden – og vi kan kun blive bedre.

I en dansk kontekst behandler de amerikanske tiltag undervisningen fra grundskole til endt ungdomsuddannelse. Det betyder at en sammenligning med danske forhold skal ske i forhold til flere styredokumenter som ikke er ens.

Grundelementerne er på plads i gymnasierne

Med gymnasiereformen der trådte i kraft i 2005, blev fagene i de gymnasiale uddannelser mål- og kompetencestyrede i stedet for pensumstyrede. Kravene til faglige samspil blev skærpede, og det faglige samspil i studieretningen er selve essensen i studieretningsgymnasiet. Samtidig blev nye fag og faglige samspil som almen studieforberedelse, naturvidenskabeligt grundforløb (stx) og studieområdet (htx) indført.

Der blev med andre ord sat fokus på at styrke naturvidenskabelig dannelse og kompetencer i samspil med omverdenen. Den undersøgelsesbaserede undervisning står fremtrædende i styredokumenterne i gymnasierne og inkluderer faktisk både modellering og udvikling af forklaringer og argumentation. Vi kan blive bedre til at udvikle og afprøve elevernes argumenter, men vi har allerede nu et stort fokus på at koble teorier med praksis så de kan forudsige udfaldet af et givent forsøg. Læreplanerne i de gymnasiale uddannelser tilgodeser langt hen ad vejen de otte forskellige praksisser i naturvidenskab og ingeniørarbejde som er listet op i K-12-rapporten.

Der er stadig centrale elementer i gymnasiale bekendtgørelser som endnu ikke er udfoldet. Eksempelvis arbejdes der fortsat med udvikling af en undervisningspraksis som har mere vægt på konkret og handlingsorienteret praksis. En sådan praksis kan ses i direkte sammenhæng med de otte grundlæggende elementer i K-12-rapporten som opdeles i naturvidenskab og ingeniørarbejde. Vi skal have fokus på begge tilgange, og mens htx måske har mest fokus på den sidste, har stx størst tradition for at arbejde med den første. Uden at forplumre de forskellige gymnasiernes profiler skal der arbejdes med begge tilgange begge steder. Det arbejde har fundet sted nogle år og vil fortsat være i fokus fremover.

Endvidere lægges der lige nu en stor indsats i at udfolde arbejdet med udviklingen af elevernes innovative kompetencer. Begrebet innovation skal udfoldes inden for de forskellige gymnasiale uddannelsesprofiler uanset om uddannelsen er videnskabeligt forankret, eller om den er forankret i erhvervslivets behov. Arbejdet hermed er kun i sin begyndelse, men eksempelvis har godt en tredjedel af landets stx-skoler meldt sig til at arbejde innovativt med fagsamarbejdet almen studieforbereelse. Med overskrifterne "Fremtidens by" og "Branding" vil naturvidenskab naturligt indgå i arbejdet, og vi venter spændt på erfaringerne herfra.

Grundskolen er i udvikling

Pensum i folkeskolen blev i 1995 erstattet af *Centrale Kundskabs- og Færdighedsområder* som via overordnede læringsmål i *Klare Mål* i 2002 blev omformuleret til undervisningsmål i *Fælles Mål* i 2004 og videreudviklet til de nugældende *Fælles Mål* 2009.

Udviklingen i disse styringsdokumenter har haft et større og større fokus på området *Arbejds måder og tankegange* og samtidig stillet et større krav til lærernes fagdidaktiske kompetencer idet målene er overordnede og i en række tilfælde kan betegnes som kompetenceorienterede. Tendensen i udviklingen af målene har haft større vægt på elevernes aktive involvering i en undersøgelsesbaseret og anvendelsesorienteret undervisning, hvilket dog stadig kan forbedres – også i praksis.

Med 1993-loven blev der indført et nyt fag, natur/teknik, på 1.-6. klassetrin, hvor naturfagene er forsøgt sammentænkt. Den store stoftrængsel har dog medført at der i faget er formuleret 100 trinmål fordelt efter 2., 4. og 6. klassetrin. På trods af indbygget

progression i mange af målene i forløbet kan antallet virke overvældende på mange af underviserne da et flertal fortsat ikke er uddannet i faget.

Med henblik på at sikre progression og bedre synergi mellem naturfagene biologi, fysik/kemi og geografi blev der i Fælles Mål 2009 indskrevet 13 fælles trinmål. Dette for at sikre et samspil mellem undervisningen i fagene med hensyn til indhold, begreber og arbejdsformer. Denne udfordring er taget op på mange skoler landet over hvor relevante dele af naturfagene periodevis indgår i fælles naturfagsforløb som vekselvirker med undervisningen i de enkelte fag – senest af over 30 klasser som deltog i forsøg med fællesfaglig naturfagsprøve. Et meget aktuelt og for eleverne engagerende emne som blev grebet af mange klasser, var Fukushima-ulykken der helt naturligt inddrog fysik/kemi, geografi og biologi. Andre områder var fx fødevarer og landbrug.

Overgangen mellem natur/teknik og overbygningens naturfag (og disse imellem) indebærer dog stadig mange udfordringer som nok ikke alene kan afhjælpes på skolerne, men som også kan understøttes af en videreudvikling i progressionen af målene.

I 1995 blev til grundskolens ældste klassetrin udformet et nyt valgfag, *teknologi*, som var et godt skridt på vej mod at inddrage ingeniørsynsvinklen med bl.a. designproces, vurdering, argumentation og problemløsning i undervisningen. Desværre er valgfaget kun blevet oprettet få gange på få skoler. Imidlertid vil der være god grund til at videreudvikle og indarbejde de centrale elementer af teknologifaget i naturfagsundervisningen.

Sammenhæng på langs og på tværs

Evans og Horst peger på at rapportens ambition om at skabe sammenhæng i naturfagsundervisningen på langs og på tværs i uddannelsessystemet kan være interessant i en dansk sammenhæng. Det er vi helt enige i. Sammenhængen og den fælles progression i den danske naturfagsundervisning kan fortsat udvikles. Desværre oplever eleverne ofte et brist i kontinuiteten ved overgangen fra grundskolerne til ungdomsuddannelserne.

Heldigvis sker der meget brobygningsarbejde mellem grundskolen og gymnasier. Imidlertid foregår det meget sporadisk rundt om i landet og oftest netop mellem grundskoler og gymnasiale uddannelser, men sjældent (eller aldrig?) i forhold til andre ungdomsuddannelser. Grundskolerne retter sig mod og skal tilgodese behov i flere forskellige ungdomsuddannelser. Så på dette område er der udviklingsmuligheder. Der er her behov for en bred indsats.

Vi vurderer at der fortsat er et stort behov for at forbedre progressionen i uddannelsesforløbet, både inden for de enkelte områder, men især også på langs. Underviserne skal have kendskab til indholdet i det forudgående/efterfølgende forløb og dermed

have hensigtsmæssige forventninger til hinanden. Endvidere skal der være en bedre tilrettelæggelse af indholdsbestemmelserne i de forskellige uddannelser så eleverne kan opleve/genkende det naturfaglige indhold i en stadig større progression i hele uddannelsesforløbet med relevant toning inden for de enkelte uddannelsesretninger. Den ønskede sammenhæng fordrer derfor at brobygning kommer i fokus både lokalt på skolerne og nationalt i den videre udvikling af styredokumenter.

Ny Nordisk Skole

Ny Nordisk Skole (NNS) er et forandringsprojekt med udgangspunkt i arbejdet på skolerne og samarbejdet mellem skoler på langs og på tværs. Det handler ikke bare om ny lovgivning da rigtig meget kan gøres inden for de nuværende rammer.

Et væsentligt element i manifestet for NNS – i forhold til Framework for K-12 Science Education – er at anvendelsesorienteringen og de praktiske dimensioner i undervisningen skal styrkes. Vi kan kun opfordre skolerne til at deltage i dette forandringsprojekt. Og så er det heller ikke tilfældigt at det nu hedder Ministeriet for Børn og Undervisning. Det vil sige at der (også) i Danmark nu tilstræbes etableret en sammenhængende tænkning fra dagtilbud til endt ungdomsuddannelse, begyndende med temaet natur i de pædagogiske læreplaner for dagtilbuddene.

Grundlæggende er det vores opfattelse at der i den danske naturfagsundervisning er mange velfungerende elementer som vi skal værne om. Således indeholder grundskolens Fælles Mål 2009 mange gode tiltag hvoraf flere dog stadig er i implementeringsfasen. Eksempelvis skal eleverne blive i stand til at formulere naturfaglige problemstillinger, designe eksperimenter og undersøgelser til belysning af disse, udvælge udstyr hertil og gennemføre og vurdere resultaterne. Næste skridt bliver for alvor at inddrage de teknologiske aspekter i undervisningen.

Tilsvarende har de gymnasiale ungdomsuddannelsers mål- og kompetencestyring elementer som ligger direkte i tråd med anbefalingerne i K-12-rapporten, og en del skoler har gennem de sidste år arbejdet med at udfolde begrebet anvendelsesorientering i naturvidenskab for at sikre en autentisk undervisning hvor eleverne skal bringe deres viden i spil i sociale sammenhænge.

Som vi ser det, så gøres der meget som passer med K-12-rapportens mindset.

Vi vil dog gerne at en endnu større sammenhæng mellem grundskole og ungdomsuddannelser fremmes – og vi er samtidig opmærksomme på at grundskolerne skal rette sig mod alle ungdomsuddannelserne og ikke kun gymnasierne.

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

Fysikhistorie.dk

– en anmeldelse



Jesper Bruun, Institut for
Naturfagenes Didaktik,
Københavns Universitet

Med et øget krav til kommunikations- og informationsteknologi (IKT) i undervisningen i de matematiske og naturvidenskabelige fag ser flere og flere hjemmesider også dagens lys. Nogle af dem fokuserer på at bruge interaktive animationer til at støtte læringen i for eksempel fysik (Bruun, 2008), på nogle findes quizzer som brugeren kan anvende til at teste sin forståelse eller hukommelse (fx Moodle, <https://moodle.org/?lang=da>, se også <http://da.wikipedia.org/wiki/Moodle>), og en del forskningsartikler rapporterer om hvordan wikiformatet kan bruges i forbindelse med undervisning i naturvidenskabelige fag (Moy et al., 2010; Cole, 2009).

Nogle hjemmesider struktureres fortsat som mere traditionelle lærebøger. De har nogle fordele frem for en lærebog. For eksempel er det let at få udgivet sin viden uden at skulle være afhængig af et forlag, og udgivelsen kan hurtigt redigeres ud fra input fra brugerne. Ved at bruge browserens søgefunktion kan brugeren finde relevant information ved at skrive relevante nøgleord. Endelig er der rigeligt med plads til for eksempel lange tabeller

eller store tegninger. Fysikhistorie.dk er et eksempel på en hjemmeside der gør brug af disse muligheder.

På Fysikhistorie.dk kan brugere finde beskrivelser af “store opdagelser i fysikkens historie” indtil midt i det 18. århundrede. Siden indeholder både beskrivelser af fysikken, af personerne bag fysikken og af den historiske kontekst. I det følgende beskriver jeg kort sidens opbygning hvor jeg mener den kan bruges i gymnasial sammenhæng, og til sidst slutter jeg af med nogle kommentarer.

Opbygning

Sidens hoveddel er tre kronologiske lister som løber fra 3300 f.Kr. til 1599, fra 1600 til 1699 og fra 1700 til 1752 (i skrivende stund). De er tilgængelige direkte fra forsiden. Listerne indeholder årstal, fag, navn og beskrivelse af “store opdagelser i fysikkens historie”. Navnet kan være knyttet til en person, en retning eller en begivenhed, for eksempel *Ptolemæus*, *Babylonsk astronomi* eller *Jern i Danmark*. Ved hvert navn er der en kort beskrivelse og et link til en reference. Mange af nav-

1609	Astr	Kepler	Kepler fandt, ved hjælp af Tycho Brahes observationer og det kopernikanske verdensbillede de tre love, der giver en fuldstændig beskrivelse af planeternes bevægelser - hvis man ser bort fra de uregelmæssigheder, der skyldes påvirkning fra de andre planeter. De tre keplerske love betød et afgørende skridt frem mod et korrekt videnskabeligt verdensbillede. Lovene blev en afgørende forudsætning for Newtons arbejde. Ref Mere
1609	Astr	Galilei	fandt ved hjælp af den nyopfundne kikkert månebjergenes højde, Venus fase og 4 Jupitermåner. Finslet af Jupitermånerne brugte Galilei til sin støtte til Kopernikus' heliocentriske verdensbillede. Galilei forbedrede den astronomiske kikkert; hans kikkert står nu i Firenze. Ref Mere
1611	Lys	Kepler	Kepler konstruerede den astronomiske kikkert. Hvor den hollandske kikkert havde en spredelse som skilår havde Keplers kikkert en samlelinse. Det gav større forørelse, men havde den - astronomisk set lige gyldige - ulempe, at billedet ses omvendt i kikkerten. Ref Mere
1611	Fys	Christoph Scheiner	var en tysk jesuit og matematiker, fysiker og astronom. Han kom i prioritetsstrid med Galilei p. gr. af deres uafhængige opdagelse af solpletter. Han konstruerede også en astronomisk kikkert på basis af Keplers beskrivelse. (Kepler havde ikke selv konstrueret denne kikkert!) Ref Mere
1612	Lys	Kepler	Kepler fandt begrebet totalrefleksion, og han ydede et vigtigt bidrag til forståelse af øjet som optisk instrument. Ref Mere
1614	Mat	John Napier	opfandt logaritmerne. Ved hjælp af dem kan en multiplikation erstattes med en addition og en division med en subtraktion. Det betød en kolossal letelse i regnearbejdet, specielt i astronomi. Napier sendte sine foreløbige resultater til Tycho Brahe, og Kepler fik glæde af logaritmerne til en del af sine beregninger. Ref

nene linker til en uddybende tekst om for eksempel en historisk person eller historiske forhold, og i mange af beskrivelserne af de store opdagelser er der et link til uddybende fagligt indhold. For eksempel kan man på liste 2 finde et opslag der handler om astronomen Johannes Keplers opdagelse af tre love for planetbevægelse. Det historiske link er i dette tilfælde en kort biografi om Kepler mens det faglige indhold er en tekst og en opgave om Keplers tre love. På siden er der også en boks så brugeren kan sende kommentarer eller forslag til en løsning på opgaven.

Forslag til undervisningsbrug

Det interessante ved hjemmesiden er at den kobler fysik med fysikhistorie, hvilket kan gøre den nyttig som udgangspunkt for tværfaglig undervisning, for eksempel et studieretningsprojekt eller AT-forløb. Det kunne for eksempel være interessant at følge hvordan Aristoteles' tanker har domineret tanker om hvordan verden er indrettet, og hvordan senere videnskabsfolk har skullet forholde sig til disse tanker. Her kan siden bruges som et udgangspunkt til at danne sig et

overblik, og referencerne kan bruges til videre studier.

Siden indeholder en del opgaver af konceptuel art. Det vil sige at de ikke handler om at sætte ind i en formel og få det rigtige resultat, men snarere om at finde en forklaring baseret på korrekt brug af fysikfaglige begreber. Opgaverne er løst formulerede, og nogle af dem er autentiske i den forstand at forfatterne giver udtryk for at de ikke kender løsningen. Det er muligt at sende løsningsforslag ind til forfatterne.

Gymnasielærere der vil bruge siden, skal bruge en del tid på at sætte sig ind i den fordi det ikke fremgår hvilket fagligt niveau den henvender sig til. Anmelderen har fundet stof der ligger inden for både fysik A-, B- og C-niveau. I det hele taget skal læreren nok arbejde en del med stoffet for at det kan indgå i gymnasial undervisning, men meget af det kan tjene til inspiration.

Et af de steder anmelderen ville arbejde stoffet, er i de vurderinger af det videnskabelige arbejde som forfatterne giver udtryk for. For eksempel skriver forfatterne at læren om de fire elementer "holdt sig op i middelalderen, selvom det var sludder og vrøvl". Det er selvfølgelig rigtigt at det ikke er naturvidenskabeligt korrekt og måske ikke engang ville kunne kvalificere sig til at være en naturvidenskabelig teori. Men at hævde at det er uden mening, er i anmelderens øjne direkte forkert ud fra en antagelse om at mennesker ikke gør meningsløse ting. I en undervisningssammenhæng kunne det *netop* være interessant at finde ud

af hvad det er for en mening der kunne ligge bag. Det kunne endda måske være med til at belyse og italesætte nogle af de faglige problemer som studerende langt op i universitetsverdenen oplever.

Referencer

- Bruun, J. (2008). *Krop og computer i fysikundervisningen*. København: Institut for Naturfagenes Didaktik. Lokaliseret 23. oktober 2012 på www.ind.ku.dk/publikationer/studenterserien/studenterserie8/studenterserie8jesper_bruun.pdf
- Cole, M. (2009). Using Wiki Technology to Support Student Engagement: Lessons from the Trenches. *Computers & Education 52-1*, s. 141-146.
- Martín-Blas, T. & Serrano-Fernández, A. (2009). The Role of New Technologies in the Learning Process: Moodle as a Teaching Tool in Physics. *Computers & Education 52-1*, s. 35-44.
- Moy, C.M., Locke, J.R., Coppola, B.P. & McNeil, A.J. (2010). Improving Science Education and Understanding through Editing Wikipedia. *Journal of Chemical Education 87 (11)*, s. 1159-1162.

Ph.d.-afhandlinger

Fortællinger i Naturvidenskaben

Stinne Hørup Hansen, forsvaret i 2008 ved Center for Naturvidenskabernes og Matematikkens Didaktik, Syddansk Universitet



Videnskabsteaterforestillingen *Den Magiske Kugle* er en forskningsfortælling, og denne afhandling undersøger hvad der er på færde når et naturvidenskabeligt indhold kommunikeres på denne måde til gymnasieelever. *Den Magiske Kugle* er et biofysisk eventyr fra forskningens virkelige verden. Igennem denne fortælling formidles den aktuelle frontforskning som den bruges i forsøget på at finde en mulig kur mod kræft. Forestillingen anvender en lang række dramaturgiske virkemidler for at holde publikum fanget i et narrativt begær, og i didaktiseringen af det videnskabelige indhold inddrager de tre forskere i forestillingen en lang række metaforer og hverdagsforståelser.

Projektet består af empiribaserede undersøgelser af elevernes påvirkning af og erkendelse gennem det *at blive fortalt*, det der i projektet kaldes *narrativ reception*. Den *narrative receptionsanalyse* viser at der er tre ting der har afgørende betydning for elevernes modtagelse af forestillingen: deres individuelle interesse, som også er tæt forbundet med deres faglige forudsætninger for at modtage forestillingen, samt deres forventninger til videnskabsteatergenren og deres holdning til performernes optræden. I forbindelse med forestillingen blev der designet, afprøvet og undersøgt to forskellige undervisningsprojekter der havde til formål at forankre forestillingen i elevernes egen praksis i gymnasiet. Projektets metodologiske grundlag er design-based research, og til empiriindsamling anvendes en bred vifte af kvalitative metoder.

På grundlag af resultaterne konkluderes det at *Den Magiske Kugle* kan anvendes til gymnasieelever med tre forskellige formål: Det første er som naturfagsindsats, for at øge unge menneskers interesse for naturvidenskab. Det andet er at fortællingen har format til at være omdrejningspunkt i et tværfagligt projekt og hjælpe elever og lærere med at skabe meningsfuld sammenhæng mellem fagene. For det tredje har den format til på en og samme tid at repetere, samle og bygge videre på den viden elever har fra deres gymnasiale fag. Derigennem påvirker og støtter forestillingen naturvidenskabelige elevers selvopfattelse som naturfaglige.

Afhandlingen kan rekvireres på http://static.sdu.dk/mediafiles//Files/Om_SDUCentre/C_NAMADI/Skriftserie/Afhandling_Stinne.pdf

Students' narratives, negotiations, and choices

– Længdesnitsstudie af danske studerendes overgang til universitetstudier med teknisk, naturfagligt eller matematisk indhold

Henriette Tolstrup Holmegaard, forsvaret i 2012 ved Institut for Naturfagenes Didaktik, Københavns Universitet



Afhandlingen baserer sig på et kvalitativt længdesnitsstudie af unges valg af og overgang til en længere videregående uddannelse med et teknisk, naturfagligt og matematisk (teknat) indhold. Forskellige aspekter undersøges med en narrativ psykologisk tilgang:

Valg. Denne analyse viser hvordan uddannelsesvalg er en løbende forhandling. Valghistorien justeres efter den meningssammenhæng den unge her og nu befinder sig i, men også i relation til fremtidsudsigter. Samtidig ændrer valghistorien sig retrospektivt som en løbende efterrationalisering. Valgprocessen fortsætter, også efter at den studerende er startet på en uddannelse.

Fravalg. Kun en del unge med interesse for teknat vælger en længere videregående teknat-uddannelse. Gruppen der fravælger teknat, forventer *ikke* at teknat vil understøtte selvudvikling og selvstyring – elementer de oplever som væsentlige i en uddannelse. Det forventer gruppen der vælger teknat. I mødet med teknat oplever kun få studerende at få deres forventninger indfriet. Dermed kan fravalget af teknat synes velbegrundet.

Frafald. Denne del baserer sig på et litteraturstudie over tendenser i forskningen i frafald på længere videregående teknat-uddannelser. Studiet viser hvordan frafald hidtil er blevet opfattet som et problem *i* de studerende. I litteraturstudiet identificeres studier der benytter identitet som et redskab til at forstå *sammenhængen* mellem den studerende og institutionen som en vej fremad.

Transition. Samtlige af de studerende der påbegynder en teknat-uddannelse, oplever en afgrund mellem deres forventninger til og selve mødet med uddannelsen. Denne afgrund handler primært om det faglige indhold. Alle studerende skal derfor forhandle deres narrativer og forventninger for at opnå et tilhørsforhold på deres uddannelse. I alt identificeres fem forhandlingsstrategier der dels adskiller sig i intervallet af forhandlinger, dels i deres karakter af integration.

Afhandlingen kan rekvireres på http://www.ind.ku.dk/publikationer/inds_skriftserie/2012-26-students-narratives

Fortællingen som stillads

– Undersøgelse af et fortællings-baseret undervisningsforløb på skoler og på det danske science center Experimentarium

Mai Murmann, forsvaret i 2012 ved Institut for Naturfagernes Didaktik, Københavns Universitet. maim@experimentarium.dk



Fortællinger er tidligere blevet etableret som gode undervisningsredskaber i skolen som støtter og motiverer eleverne. I denne afhandling undersøger jeg hvordan elever fra 3. til 6. klasse forholder sig til fortællingens komponenter og iboende egenskaber når den skal fungere som det primære læringsredskab i krydsfeltet mellem naturfagsundervisningen på skoler og sciencecentre. Projektet er designbaseret og beror på et skolemateriale kaldet "Kejseren der troede sine egne øjne". I forløbet skal eleverne redde en flok dyr der har mistet deres sanser til en temperamentsfuld kejser, ved at samle viden om sanserne i skolen og på Experimentarium.

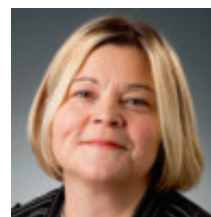
For at placere fortællingen som læringsredskab i en læringsaktivitet anskues designet fra et virksomhedsteoretisk perspektiv hvor læring sker gennem aktivitet hvor fysiske og kognitive redskaber spiller en medierende rolle. Fortællingen positioneres derfor som et redskab i læringsaktiviteter og som et middel til at stilladsere eleverne og mediere deres handlinger. Teorien er at man kan iscenesætte en fortælling som et kognitivt redskab i en læringsaktivitet som følge af dens egenskab som epistemologisk redskab.

I hovedtræk viser afhandlingen elevernes internalisering og eksternalisering af et fortællingsbaseret undervisningsforløb. Min forskning viser at fortællingen har en særlig "natur" i undervisningshenseender hvor de eksisterende strukturer fra undervisningsmiljøet og den naturfaglige kultur i natur/teknik påvirker elevernes opfattelse af den som redskab. Desuden viser mine analyser at læreren fungerer som gatekeeper for fortællingen og er det medie den lever igennem. Derfor har lærerens brug af fortællingen stor indflydelse på elevernes brug af fortællingen som redskab. For eleverne udgør fortællingen en slags "kontrolleret leg" der binder undervisningen sammen og gør den meningsfuld og motiverende og bidrager til indlevelse i undervisningen.

Afhandlingen kan rekvireres på http://www.ind.ku.dk/publikationer/inds_skriftserie/2012-24-supported-by-stories/

Naturfagslæreres konstruktion af forståelse og fortolkning af erfaring fra praksis og fra kooperativ professionel udvikling

Birgitte Lund Nielsen, Center for Scienceuddannelse, CSE, Aarhus Universitet, 2012. bln@cse.au.dk



Ph.d.-afhandlingen præsenterer forskning relateret til danske naturfagslæreres konstruktion af forståelse og fortolkning af erfaring ifm. professionelle udviklingsaktiviteter der følger anbefalinger fra international forskning. I forbindelse med forskningen er en model til at analysere og repræsentere lærerens “meaning-making” blevet udviklet og afprøvet. Data inkluderer en spørgeskemaundersøgelse med deltagelse af en kohorte af dimitterende lærere med naturfaglige linjefag, gentaget i deres andet år i praksis, og desuden indgår to casestudier. Det ene følger lærere fra et lokalt naturfagsteam i et forløb hvor de diskuterer video og andre artefakter fra lokale klasserum. I den anden case indgår en gruppe lærerstuderende med naturfaglige linjefag. De deltog i kooperative videoundersøgelser ifm. deres 4.-års-praktik.

Resultater på tværs af de fire artikler peger på at en aktivitetsbaseret forståelse af naturfagsundervisning er udbredt. Lærerne har som udgangspunkt fokus på elevernes engagement og på “hands-on”-naturfag og ikke så ofte på hvad eleverne skal lære gennem aktiviteterne. Desuden udtrykker en del af de deltagende lærere relativt lav tiltro til egen naturfaglige kompetence og til egen håndtering af opgaven som naturfagslærer, og næsten 1/3 af kohortelærerne underviser ikke i naturfag på andet år i praksis. Her er der signifikante variationer mellem lærere med de forskellige linjefag.

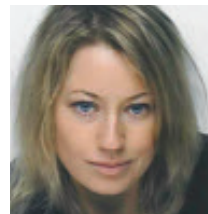
De to cases eksemplificerer hvordan kooperative artefaktmedierede interaktioner med fælles granskning af konkrete episoder kan skærpe lærernes fokus på elevernes begrebsudvikling gennem “hands-on”- og “minds-on”-naturfag og medvirke til at de erkender et behov for udvikling af egen undervisning. Der er også eksempler hvor deltagelse i de kooperative undersøgelser understøtter læreres tiltro til egen kompetence. Fortsat forandring fremadrettet ser desuden ud til at understøttes af nye værktøjer og forskningsbaserede tilgange præsenteret via udviklingsaktiviteterne.

Afhandlingen kan rekvireres på <http://cse.au.dk/blnphd/>

Exhibit Engineering: A new research perspective

(Udstillingsudvikling: et nyt forskningsperspektiv)

Marianne Achiam, tidl. Mortensen, Københavns Universitet, 2010.
Achiam@ind.ku.dk



Mange naturvidenskabelige museer definerer formålet for deres udstillinger i forhold til de besøgendes læringsudbytter. Men generelt set mangler udstillingsdesignere teoretisk og empirisk baserede retningslinjer for hvordan virkningsfulde læringsmiljøer kan designes. I denne afhandling tager jeg et skridt til at adressere denne mangel ved at udvikle værktøjer og processer som kan guide udstillingsudviklingsprocessen. Det overordnede paradigme for mit arbejde er designbaseret forskning som er kendetegnet ved en iterativ cyklus af design, implementering og analyse. I designfasen planlægges en pædagogisk aktivitet (fx en lektion eller en udstilling) på grundlag af en formodet læreproces og de nødvendige midler til at understøtte den. I implementeringsfasen bliver den pædagogiske aktivitet gennemført (dvs. den planlagte lektion undervises, eller udstillingen åbnes for offentligheden). I analysefasen etableres der en årsags-sammenhæng mellem læringsudbyttet og designet. Analyseprocessen kan bidrage med to typer af resultater: forslag til forbedringer af det pågældende konkrete design og "ydmyg" teori, som er teori der kan guide designet af ikke blot den pågældende aktivitet, men en mere overordnet klasse af aktiviteter og forudsige de læringsudbytter disse aktiviteter kan medføre.

Her anvendes den designbaserede forskningsmetode på en case: biologiopstillingen *Grotteekspedition*. Didaktisk teori bruges som et redskab til at etablere forholdet mellem indhold, medie og den lærende. Arbejdet udføres i tre trin: 1) en analyse af udformningen af opstillingen *Grotteekspedition* ved hjælp af begrebet *didaktisk transposition* som teoretisk ramme, 2) en analyse af implementeringen af *Grotteekspedition* ved hjælp af begrebet *prakseologi* som et værktøj til at sammenligne det intenderede og det observerede læringsudbytte blandt besøgende og endelig 3) en syntese af resultaterne fra de to første studier med resultater fra litteraturen idet der genereres to typer af resultater: en række forslag til et redesign af den undersøgte opstilling samt en mere generel normativ model for udstillingsudvikling. Endelig undersøges et andet perspektiv på udviklingen af teoretiske idéer til udstillingsdesign, nemlig anvendelsen af begrebet *cultural border crossing* i en hypotetisk case.

Afhandlingen kan rekvireres på http://www.ind.ku.dk/publikationer/inds_skriftserie/2010-19-exhibit-engineering/

Science in Discussions:

An Investigation of the Argumentative Role of Science in Students' Socio- Scientific Discussions

Jan Alexis Nielsen, forsvaret i 2011 ved Syddansk Universitet,
janielsen@ind.ku.dk



Denne afhandling består af fire artikler¹ som hver især tematiserer hvad det vil sige at elever skal træffe en beslutning om en sociovidenskabelig problemstilling (der omhandler human genterapi), og hvad det vil sige at bruge naturvidenskabelig viden i sådanne situationer.

Den første artikel er et kritisk review af hvordan internationale naturvidenskabsdidaktikere hidtil har analyseret elevens dialogiske argumentation. Den model man typisk har brugt – Toulmin-modellen – kan ikke begrebsliggøre dialektiske aspekter af argumentation (dvs. de aspekter der er på færde når personer argumenterer “frem og tilbage” med udgangspunkt i hinandens argumenter). Dette indikerer at nye analysetilgange er tiltrængt.

I de sidste tre artikler redegøres der for det empiriske studie. Her blev normativ pragmatik anvendt til at analysere otte grupper af gymnasieelever fra biologi B. Hver gruppe bestod af fire til fem elever (i alderen 16-19 år), og de diskuterede i omkring 35-60 minutter hvorvidt human genterapi skal tillades.

På baggrund af analysen stod det klart at selvom naturvidenskab blev brugt informativt, valgte eleverne ofte at bruge naturvidenskab i et forsøg på at hytte deres eget argumentative skind. I denne type strategi blev naturvidenskab brugt på måder der tildækkede at det kunne være relevant at diskutere ud fra hvilke kriterier en beslutning skulle træffes. Endvidere blev det klart at elevernes sociovidenskabelige argumentation er yderst kompleks. For eksempel kunne naturvidenskab indgå på en informativ måde i en udveksling, men denne udveksling kunne en af de deltagende elever senere i forløbet inddrage på en strategisk måde til sit eget formål.

Afhandlingen kan rekvireres på http://curis.ku.dk/ws/files/41810544/Nielsen_Afhandling_v2.pdf

-
- 1 Nielsen, J.A. (2011). Dialectical Features of Students' Argumentation: A Critical Review of Argumentation Studies in Science Education. *Research in Science Education*, online publication ahead of print.
Nielsen, J.A. (2011). Co-Opting Science: A Preliminary Study of How Students Invoke Science in Value-Laden Discussions. *International Journal of Science Education*, 34(2), s. 275-299.
Nielsen, J.A. (2012). Science in Discussions: An Analysis of the Use of Science Content in Socio-Scientific Discussions. *Science Education*, 96(3), s. 369-571.
Nielsen, J.A. (2012). Arguing from Nature: The Role of “Nature” in Students' Argumentations on a Socio-Scientific Issue. *International Journal of Science Education*, 34(5), s. 723-744.

Point-driven mathematics teaching

Studying and intervening in Danish classrooms.¹

Arne Mogensen, armo@viauc.dk, forsvaret i 2011 ved IMFUFA, Roskilde Universitet



I afhandlingen undersøges i hvilket omfang, hvordan og hvorfor danske matematiklærere fremhæver matematiske pointer? En matematisk pointe defineres som *en præsentation af et klart, afgrænset og betydende matematisk indhold eller resultat*. Og en didaktisk pointe som *en matematisk pointe, læreren har vurderet særlig betydningsfuld for eleven(s) indsigt og forståelse*.

50 repræsentativt valgte matematiklærere blev videofilmnet i en lektion på 8. klassetrin suppleret med spørgeskema, forsker-memos og anvendt undervisningsmateriale. Der blev identificeret fire slags matematiske pointer knyttet til begreber, metoder, resultater eller fortolkninger. Forskningen viste, at mange pointer *ikke* forekommer planlagte eller styrende for lektionen, og at næsten halvdelen af de 50 lektioner var helt *uden* pointer formuleret af læreren.

To interventionsstudier blev gennemført for at undersøge, hvordan man kan styrke forekomsten af og den rolle pointer har i matematikundervisning:

Et studie med 5 enkeltlærere fra forskellige skoler viste, at lærere værdsætter en målrettet individuel kollegial sparring, og effekten kan være betydelig på lærernes kommunikation i klassen.

Et *lesson study* forløb viste, at matematiklærerne på samme skole kan støttes i betydelige ændringer mod en pointe-orienteret matematikundervisning. Her vægtede lærerne den fælles planlægning af studiektioner, og de anså den kollegiale sparring efter hver af disse lektioner for værdifuld.

Derfor anbefales det, at alle skoler udnævner og understøtter en *matematik-vejleder* med ansvar for bl.a. at tilbyde eller arrangere kollegial sparring og vejledning, herunder at matematiklærere i *fagteam* sætter kollegial sparring i system som *lesson study*.

I matematiklæreruddannelsen anbefales ligeledes, at praktikforberedelse, praktikundervisning og evaluering tilrettelægges som *lesson study* med fokus på matematiske pointer.

¹ Afhandlingen kan downloades på http://kommat.dk/uploads/download/dansk_fd/Arne%20Mogensen%20Ph%20D.pdf

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.

Nyheder

Vil du med til BIG BANG?

BIG BANG – Danmarks nye nationale naturfagskonference og messe – afholdes første gang torsdag den 21. til fredag den 22. marts 2013 i København. Programmet ligger nu på hjemmesiden www.bigbangkonferencen.dk, og der er åbent for tilmelding. Det bliver et brag af en konference – intens, intelligent og inspirerende for alle der arbejder med naturfagsundervisning.

Vi regner med at blive 4-500 lærere, formidlere og forskere der mødes til to udviklende og overraskende konferencedage med internationale talere, summende messestemning og konkret inspiration til at forny naturfagsundervisning.

Programmet består af syv spor som du som konferencedeltager vil kunne krydse ud og ind af, for at sammensætte dit personlige program. Oplev disse spor på BIG BANG – naturfag for fremtiden:

- **Forskningssporet** – her præsenteres og diskuteres ny forskning i didaktik, pædagogik og uddannelse med relevans for naturfaglig undervisning.
- **Naturvidenskabsfestival 2013 kickoff** med temaet "Energi til livet" – få inspiration til at lave festival hjemme på skoler og uddannelsesinstitutioner.
- **MONA-sporet** – hvordan får vi bedre læring gennem brug af ny teknologi som fx smartphones, iPads, GPS og andet elektronisk udstyr?
- **Talent og innovation** – hvordan motivere dygtige og innovative elever til at holde fast i naturvidenskab og teknologi?

- **Samarbejde på kryds og tværs** – møde de mange eksempler på øget samarbejde på naturfagsområdet.
- **Niels Bohr-sporet** – hør om Niels Bohrs liv og kvantefysikkens udvikling, som Bohrs atommodel for 100 år siden satte gang i.
- **Messe** – få inspiration fra kommercielle udstillere, skoler, kommuner og organisationers mange tilbud

BIG BANG arrangeres i samarbejde mellem NTS-centeret, Dansk Naturvidenskabsformidling, CFU, Institut for Naturfagernes Didaktik (Københavns Universitet), Danfoss Universe, Naturvidenskabernes Hus, ScienceTalenter, Økolariet og Niels Bohr arbejdsgruppen.

Københavns Universitet afholder Inspirationsdag om "Energi til livet" 1. februar 2013

Det Natur- og Biovidenskabelige Fakultet og Det Sundhedsvidenskabelige Fakultet ved KU inviterer igen til Gymnasielærerdag for matematik- og naturfagslærerne. Her bliver der lejlighed til at blive opdateret inden for den nyeste natur-, sundheds- og biovidenskabelige forskning, denne gang inden for temaet "Energi til livet". Temaet er fælles med Naturvidenskabsfestivalen 2013.

Arrangementet kører fredag den 1. februar 2013. Det begynder kl. 9:30 i Bio-center, Ole Maaløes Vej 5, 2200 Kbh. N. Se mere om program og tilmelding på <http://inspirationsdag.ku.dk/>

Årets sidste INDSigt-seminar

Afholdes 18. december 2012 kl. 14:15-16:00 på Institut for Naturfagernes Didaktik, Øster Voldgade 3, 1350 Kbh K. Oplægsholderne er Ulrik Vestergaard, Rødkilde Gymnasium og Bo Dreyer, Haderslev Gymnasium og emnet iPads i anvendelsesorienteret naturfagsundervisning. Seminaret fokuserer på app's, som gør det muligt at optage og dele egen undervisning. Der findes et bredt udvalg af app's der understøtter læring på nye og væsentligt forbedrede måder. Dermed får eleverne mulighed for at anvende tablets i undervisningen til både at lytte, se, skrive og tale, fx gennem produktion af små læringsvideoer som deles. Denne grundtanke kombineres med projekt-

orienteret undervisning med et klart, anvendelsesorienteret formål og med mange løsningsmuligheder (eks. energiafgrøders produktion og udnyttelse). På denne måde skabes der ejerskab og eleverne bliver motiveret til at deltage i egen læring da de "oplever" en medindflydelse på egne og medstuderende vegne.

Deltagelse i seminaret er gratis, men IND beder om en tilmelding. Send en mail til indsigt@ind.ku.dk. I foråret 2013 kommer fire nye seminarer i rækken med fokus på naturfag og læring i hhv. henholdsvis folkeskolen, gymnasiet, universitetet og på museer. Der er mere om datoer og indhold på: <http://www.ind.ku.dk/INDsigt/>

