

# MONIA

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



DET NATURVIDENSKABELIGE FAKULTET  
KØBENHAVNS UNIVERSITET

2007-1

# MONA

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

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

### **Redaktion**

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

Sebastian Horst, konsulent, Institut for Naturfagernes Didaktik (IND), Københavns Universitet  
Kjeld Bagger Laursen, lektor, IND og Institut for Matematiske Fag, Københavns Universitet

### **Redaktionskomité**

Jens Dolin, lektor, DIG, Syddansk Universitet

Karsten Enggaard, centerleder, Center for Anvendt Naturfagsdidaktik

Nina Troelsgaard Jensen, lektor, Frederiksberg Seminarium

Keld Nielsen, institutleder, Steno Institut, Århus Universitet

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

Jan Sølborg, ph.d.-stipendiat, Institut for Curriculumforskning, Danmarks Pædagogiske Universitet

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

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

### **Manuskripter**

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

### **Abonnement**

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

### **Produktionsplan**

MONA 2007-2 udkommer juni 2007.

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

Deadline for kommentarer, litteraturanmeldelser og nyheder hertil: 3. april 2007.

MONA 2007-3 udkommer september 2007.

Deadline for indsendelse af artikler hertil: 8. maj 2007.

Deadline for kommentarer, litteraturanmeldelser og nyheder hertil: 3. juli 2007.

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

Tryk: narayana press

ISSN: 1604-8628

© MONA 2007. Citat kun med tydelig kildeangivelse.

# Indhold

- 4 Fra redaktionen
- 6 Artikler**
- 7 Opgavediskursen i matematikundervisningen  
*Mogens Niss*
- 18 Når kulturen ekskluderer – piger i fysikfaget  
*Anne Bjerregaard Sinding*
- 32 GIS i gymnasiet – etablering af en fagdidaktisk  
model for anvendelse i naturgeografi  
*Mikkel Wendelboe Toft*
- 50 Udfordringer for det tværfaglige samspil i gymnasiet  
*Stinne Hørup Hansen*
- 66 Kommentarer**
- 67 Problematisk nørdbegreb  
*Lærke Bang Jacobsen*
- 70 Litteratur**
- 71 Ny bog til biofagenes videnskabsteori. Anmeldelse:  
*Videnskabsteori for de biologiske fag*  
*Søren Nors Nielsen*
- 75 Ny antologi om fag og didaktik. Anmeldelse:  
*Fag og didaktikk i læreruddanning. Kunnskap i grenseland*  
*Carl Winsløw*
- 77 Nyheder**

# Fra redaktionen

Marts er jo årets første forårsmåned, og uanset at vejret muligvis opfører sig uforudsigeligt når dette læses, er vi her på MONA-redaktionen i forårshumør.

Det skyldes flere ting. Vi er kommet godt på plads med vores nye placering på Det Naturvidenskabelige Fakultet på Københavns Universitet. Fakultetet giver god støtte til arbejdet med at lave MONA, både økonomisk og i form af andre ressourcer. Og det er nødvendigt da et tidsskrift som dette ikke (endnu i hvert fald) kan løbe rundt ved abonnementsbetaling alene.

Når et naturvidenskabeligt fakultet på et universitet går så aktivt ind i at støtte udgivelsen af et tidsskrift for hele uddannelsessystemet, hænger det sammen med at også universiteterne er begyndt at rette fokus mod andre dele af uddannelsessystemet. Her på redaktionen forventer vi at de kommende år vil bringe langt mere samarbejde mellem universiteter og grundskoleområdet, ungdomsuddannelser og CVU-området, hvordan det nu end ender med at blive organiseret.

Et eksempel på dette er resultatet af den ansøgningsrunde Undervisningsministeriet har haft før jul om udviklingsprojekter i de gymnasiale uddannelser. Her indgår bl.a. en naturvidenskabelig inspirationsordning hvor der i denne omgang gives støtte til opbygning af 11 netværk bestående af forskellige institutioner. Universiteter indgår i mange af netværkene, og Det Naturvidenskabelige Fakultet på Københavns Universitet har fx ansøgt om og fået støtte til fire netværk. Læs mere under Nyheder bagerst i dette nummer af MONA.

Indførelsen af betalingsabonnement har som forventet fået antallet af abonnenter på MONA til at dale kraftigt. Der er jo ikke noget at sige til at mange har sagt ja til det gratis abonnement uden måske at vide om de ville få tilstrækkeligt udbytte af det. Nu skal der betales, og det får åbenbart en del til at vælge MONA fra.

Vi ser det ikke som et mål i sig selv at have et stort oplag. Men det er et mål at være til stede ude på den enkelte skole, det enkelte gymnasium og andre uddannelsesinstitutioner med undervisning inden for matematik og naturfag. Det håber vi fortsat at kunne være, men det ser på nuværende tidspunkt ud til at vi ved at gå over til betalingsabonnement har mistet en række institutioner blandt abonnenterne. Det er vi naturligvis kede af, og vi håber at MONA's læsere vil bidrage til at bringe indholdet af tidsskriftet i spil i de forskellige sammenhænge man indgår i.

Vi modtager også meget gerne input til forbedring af indholdet og kategorierne for dette – skriv blot til [mona@ind.ku.dk](mailto:mona@ind.ku.dk).

Dette nummer indeholder fire spændende artikler. Den første tager afsæt hvor en tidligere slap, nemlig i diskussionen om opgavediskurs i matematikundervisning. Decemernummeret indeholdt en artikel der behandlede dette set fra to lærerstu-

derendes perspektiv, og nu bringer vi en artikel af Mogens Niss der giver en mere generel behandling af problemstillingen.

Den følgende artikel af Anne Bjerregaard Sinding beskæftiger sig med mulige sammenhænge mellem danske pigers manglende interesse og motivation for fysikfaget og tilstedeværelsen af kulturelle opfattelser som ekskluderer piger fra fysik. Med udgangspunkt i et kvalitativt forskningsprojekt i 8.- og 9.-klasser diskuteres det hvad der kan gøres for at øge pigernes motivation.

Den tredje artikel beskriver fire afprøvede undervisningsforløb for gymnasiet hvor der anvendes geografiske informationssystemer (GIS), og giver et bud på en didaktisk model for GIS-undervisning. Artiklens forfatter, Mikkel Toft, har udviklet undervisningsforløbene og har brugt dette arbejde og afprøvningen af dem til at nå frem til mere generelle indsigter omkring anvendelsen af GIS.

Vores sidste artikel i dette nummer handler om udfordringer for det tværfaglige samspil i gymnasiets undervisning. Artiklen af Stinne Hørup Hansen beskriver erfaringer med et tværfagligt forløb mellem biologi, fysik, kemi og matematik. Ved hjælp af en række eksempler, såsom lærernes tværfaglige tolerance, tværfaglig undervisning af enkeltfaglig lærer og elevernes håndtering af tværfagligheden, beskrives de udfordringer der kan opstå når fire fag og ikke mindst fire lærere skal samarbejde om et tværfagligt forløb.

Som altid har vi kommentarer til tidligere artikler, denne gang dog kun én som beskæftiger sig med det nørdbegreb der var emnet i sidste nummers artikel om fysikstuderende. Vi bringer to litteraturomtaler: først en anmeldelse af en ny lærebog inden for området videnskabsteori for de biologiske fag og dernæst en omtale af en norsk antologi om fag og didaktik i læreruddannelse.

God læselyst!



# Artikler

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

Artiklerne ligger inden for følgende kategorier:

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

# Opgavediskursen i matematikundervisningen

Mogens Niss, IMFUFA, Institut for Natur, Systemer og Modeller, RUC

*Artiklen<sup>1</sup> tager sit udgangspunkt i Stieg Mellin-Olsens undersøgelse (1990) af opgavediskursen i matematikundervisningen. På den baggrund søger vi svar på spørgsmålet "Hvorfor indtager problemdiskursen så fremtrædende en rolle i såvel matematikundervisning som i matematikdidaktisk forskning?" Derefter ses der nærmere på væsentlige begrænsninger i opgavediskursen, og der peges på andre diskurser som burde spille en central rolle i undervisning og forskning.*

## Indledning

I Anders Folke Larsens, Mikkel Heins og Tine Wedeges artikel *Undersøgende læringsmiljø i matematik. Kritisk refleksion efter skoleperioden* i det foregående nummer af MONA indgår en omtale af den nu afdøde norske matematikdidaktiker Stieg Mellin-Olsens betragtninger (1990) over hvad han kalder opgavediskursen i matematikundervisningen. Mellin-Olsens betragtninger fortjener at blive mere kendt end tilfældet er, og at blive suppleret med overvejelser over grundlaget for og begrænsningerne ved denne diskurs. Det er hensigten med denne artikel at fremsætte sådanne overvejelser på baggrund af en lidt mere indgående introduktion til (dele af) Mellin-Olsens undersøgelse.

## Introduktion til Mellin-Olsens betragtninger

I juni 1990 holdt det daværende humanistiske forskningsråds såkaldte *Initiativet vedrørende matematikundervisning* én blandt flere konferencer i Gilleleje. Ved denne konference gav Stieg Mellin-Olsen et interessant og tankevækkende oplæg om *opgavediskursen* som findes i den ret uformelle rapport fra konferencen. Jeg lægger ud med en introduktion af de centrale betragtninger i oplægget.

Først en terminologisk forbemærkning. På dansk (og norsk) har ordet "opgave" jo en bred og mangesidet betydning. I sammenhæng med matematikundervisning er det

1 Dette er en oversat (ved forfatteren) og let bearbejdet udgave af artiklen "The problem discourse in mathematics education" i Häggblom, L., Burman, L. & Røj-Lindberg, A.-S. (red.) (2006). *Perspektiv på Kunskapens och lärandets villkor*. Festskrift tillägnad professor Ole Björkqvist. Vasa: Åbo Akademi, Pedagogiska fakulteten. s. 57-64.

dog sjældent at hele betydningsspektret er på færde når ordet bruges. Ordet bruges her i hovedsagen til at angive rene eller blandede former af på den ene side “øvelser” og på den anden side “problemer”. En *øvelse* er et i princippet standardiseret hverv med det formål at indøve rutiner eller at efterprøve og anvende basale begreber eller regler, mens et *problem* er et hverv der på en eller anden vis udfordrer problemløseren hinsides hans eller hendes rutinebestemte kundskaber og færdigheder (Schoenfeld, 1985). Det følger heraf at hverken “øvelse” eller “problem” er absolutte begreber, knyttet alene til det hverv der er tale om, men relative begreber der inddrager baggrund, viden og erfaringer hos den person (elev eller studerende) der forsøger at løse opgaven.

Matematikundervisning omfatter i vid udstrækning elevers og studerendes arbejde med matematikopgaver. Med Mellin-Olsens ord (s. 47) er matematikundervisningen stærkt præget af opgavediskursen, hvilket videre præger læreres, elevers og studerendes forestillingsverden. Vi har at gøre med en *diskurs* fordi sprog, kommunikationspraksis og aktiviteter danner en sammenhæng, og fordi dennes elementer hører hjemme i og skal forstås i forhold til givne historiske og institutionelle rammer og traditioner. Ved at være en bestemmende faktor for arbejdet i klasserummet, og for karakteriseringen af det, er opgavediskursen ifølge Mellin-Olsen så central i matematikundervisningen at enhver forandring eller udvikling af denne må forholde sig til, og måske ligefrem gå til angreb på, denne diskurs (s. 48).

Mellin-Olsen karakteriserer matematikopgaver ved at fokusere på en række særlige træk ved dem. En matematikopgave er en lukket enhed der, når den er løst, leder frem imod den næste opgave eller det næste emne i lærebogen. Hver opgave – eller delopgave – har en begyndelse og en slutning som oftest markeres ved at man er nået frem til et definitivt svar på et stillet spørgsmål. Opgaver er ofte ordnet i en rækkefølge, gerne ved at være nummereret, så lærere og elever/studerende altid ved hvor man befinder sig i opgavelisten. Opgaverne er sædvanligvis ikke formuleret på måder der inviterer eleverne til selv at formulere spørgsmål. Ikke sjældent evalueres elever og studerende efter hvor langt de er nået i en tilfredsstillende besvarelse af rækken af opgaver. Ved afslutningen af et undervisningsforløb er det ikke ualmindeligt at der stilles en række opgaver til skriftlig besvarelse i en test eller ved en eksamen.

Ved at interviewe tyve matematiklærere opdagede Mellin-Olsen at de i udstrakt grad gjorde brug af forskellige rejsemetaforer når de engagerede sig i opgavediskursen (s. 48-53). De “kører” deres undervisning ved hjælp af opgaver. Skønt Mellin-Olsen ikke udtrykkeligt bruger dette ord, udgør opgaver “transportmidlet” på rejsen mens lærebogen udgør “rejseplanen” som beskriver de steder rejsen skal føre igennem, med læreren som “guide”. Visse begivenheder kan få klassen eller nogle af dens medlemmer til at “køre af sporet”, men undervisningen kan blive bragt “tilbage på sporet” ved lærerens eller elevernes vellykkede manøvrering – eller ved rent held. Rejsen har



en "fart" og kan gå "for stærkt" eller "for langsomt". Ofte går nogle elever "hurtigere frem" end andre – de kan "komme foran" deres kammerater – mens andre ikke kan "følge med". Nu og da følges "vejen" omhyggeligt af de rejsende som tager "den lige vej" – især hvis opgaverne er "lige ud ad landevejen". Men det kan hænde at der tages en tilsigtet eller blot tilfældig "omvej", måske for at komme "uden om" en forhindring, som det dog også kan være man skal "springe over" så man kan "komme videre" og "nå frem" til "målet" for rejsen til det fastsatte tidspunkt. Målet kan danne startpunktet for en ny rejse, som fx kan være et nyt skoleår, et nyt semester eller kursus, en ny slags uddannelsesinstitution osv. Det hænder gerne at der på en rejse gøres "holdt" så læreren kan gå nærmere ind på hvor man nu er nået til, måske i forbindelse med et "panorama-vue" over hvordan man er kommet så langt, og et andet over hvor man nu skal hen. På rejsen medbringer hver elev eller studerende noget "bagage", som sædvanligvis forøges "undervejs" så man kan besøge "mindre tilgængelige" steder som det kræver "særligt udstyr" at nå. Imidlertid kan ingen elev tage mere bagage "om bord" end hans eller hendes kapacitet tillader. Det fremgår at rejsemetaforene lægger op til et ikke uvæsentligt islæt af konkurrence mellem deltagerne.

I mange klasser er forskellene mellem eleverne så store at de ikke alle, med tilstrækkeligt udbytte, kan deltage i den samme rejse. De kan så deltage i forskellige rejser som indebærer forskellige transportmidler (opgaver) der svarer til forudsætningerne hos de respektive grupper af deltagere. Det kan tænkes at rejseruten er den samme, men at de forskellige grupper gennemfører den med forskellig fart, eventuelt med forskellige afstigningssteder. Det er også muligt at rejseruterne er forskellige, men bestemmelsesstedet det samme. Endelig kan både rute og mål variere. (Det er alt dette der – uden for verdenen af rejsemetaforer – samles under betegnelsen undervisningsdifferentiering).

De opgaver elever og studerende kan løse, anvendes nu og da til at bestemme hvilken rejse de skal deltage i næste gang. Desuden spiller deres succes med opgaveløsningen sædvanligvis en væsentlig rolle for de karakterer de opnår, enten undervejs eller ved rejsens afslutning.

Mellin-Olsen går derefter over til at se på virkninger af opgavediskursen. Han hæfter sig navnlig ved de negative virkninger og leder efter måder hvorpå disse kan undgås eller mindskes. For Mellin-Olsen er den mest negative virkning den af konkurrence forårsagede inddeling af elever og studerende i forskellige "dygtighedsgrupper", hvorved der etableres en "klassestruktur" (i sociologisk forstand) i (undervisnings)klassen.

Dermed er skitsen af nogle centrale betragtninger i Mellin-Olsens artikel fuldført. Hans bidrag danner grundlag for at antage at opgavediskursen spiller en central, for ikke at sige dominerende, rolle i matematikundervisningen, og at denne diskurs er dybt forankret i praksis og traditioner som udgør rammerne for denne undervisning. Nu er Mellin-Olsens betragtninger jo dels halvandet årti gamle, dels ganske generelle

i deres sigte i forhold til undervisningstrin og -sted og dels fremstillet på basis af norske erfaringer. De har med andre ord en stor flyvehøjde. Har de så relevans i dag i en dansk sammenhæng og på alle undervisningstrin?

Efter min vurdering er svaret "ja!". Naturligvis kan man med rette hævde at der på den ene side i tillæg til et fokus på opgavevirksomhed også ses fokus på andre aktiviteter, og at der i Danmark i dag på den anden side er tale om et langt mindre rigtigt og stereotypt opgavebegreb end det der antydes i Mellin-Olsens oplæg. Ikke desto mindre flourer et omfattende arbejde med opgaver i bedste velgående i dagligdagen i al dansk matematikundervisning, ligesom skriftlige test og eksaminer spiller en nøglerolle i de anvendte evalueringssystemer. Desværre foregår der i Danmark næsten ingen systematisk kortlægning af hvad tiden bruges til i matematikundervisningen (jf. rapporten "Fremtidens matematik i folkeskolen" afgivet af "Udvalget til forberedelse af en handlingsplan for matematik i folkeskolen", januar 2006), så en omfattende, facts-baseret dokumentation af opgavediskursens plads og omfang i matematikundervisningen er ikke til rådighed for de videre overvejelser. Derfor må læserne betjene sig af deres egne erfaringer når de forholder sig til de overvejelser som fremlægges i denne artikel.

Hvor Mellin-Olsens oplæg lagde vægt på selve påpegningen af opgavediskursens tilstedeværelse og rolle og på omtalen af nogle af dens (for Mellin-Olsen uønskede) virkninger, er fokus i denne artikel især et forsøg på at identificere og karakterisere de årsager der ligger bag opgavediskursens dominans både i matematikundervisning og i matematikdidaktisk forskning, først og fremmest i empirisk forskning. Det skal forlods understreges at Mellin-Olsens betragtninger ikke drejer sig om matematikdidaktisk forskning.

Vi skal nærmere bestemt beskæftige os med to spørgsmål: "Hvordan kan det være at opgavediskursen indtager en så fremtrædende plads i matematikundervisningen?" og "Hvilken rolle spiller opgavediskursen i matematikdidaktisk forskning, og hvorfor?" Spørgsmålene vil, bl.a. af pladshensyn, blive behandlet ved hjælp af analytiske overvejelser snarere end ved empiriske undersøgelser, ligesom en egentlig litteraturgennemgang på feltet ville føre alt for vidt.

## **Hvordan kan det være at opgavediskursen indtager en så fremtrædende plads i matematikundervisningen?**

Lad os tage udgangspunkt i den antagelse – som altså ikke vil blive efterprøvet i denne artikel – at Stieg Mellin-Olsen har ret i at opgavediskursen (også i dag) faktisk spiller en fremtrædende rolle i al matematikundervisning. Hvordan kan dette forklares?

Inden jeg forsøger at svare på det, vil det være rimeligt at overveje hvad alternativerne er/kunne være. Det vil sige hvilke andre aktiviteter end opgaveløsning kunne stå i centrum for matematikundervisning og -læring? Traditionel matematikunder-

visning omfatter elevaktiviteter som for eksempel: læsning af lærebogen, mundtlig præsentation af et stykke fagligt stof for klassekammeraterne og læreren, fremstilling – typisk henvendt til læreren – af fagligt stof i skriftlig form, fremlæggelse og forklaring af beviser eller udregninger for klassen samt besvarelse af quiz-spørgsmål stillet af læreren med vægt på facts og fremgangsmåder. I mindre traditionsbunden matematikundervisning finder man yderligere aktiviteter såsom: forskellige typer af projektarbejde, arbejde med modeller(ing) af ekstra-matematiske situationer, konstruktion af opgaver til løsning af kammerater, udarbejdelse af essays om matematiske emner, fremstilling af begrebskort, fremstilling af posters, videosekvenser, teaterstykker eller lignende som præsenterer aspekter af matematik for andre, gennemførelse af matematiske undersøgelser, fx af det eksplicite eller implicite matematikindhold i aviser eller andre medier eller i forskellige erhverv, fremstilling af konkrete fysisk-matematiske objekter af papir, træ, metal, plastic osv. eller computerrepræsenterede objekter, analyse eller opfindelse af matematikorienterede spil etc.

Påstanden om at opgavediskursen indtager en dominerende plads i matematikundervisningen, er selvsagt ikke en påstand om at denne *kun* har opgaveløsning på programmet. Påstanden går i stedet ud på at væsentlige dele af matematikundervisningen centrerer om opgavediskursen, og at denne i høj grad sætter rammerne for de øvrige aktiviteter som sættes på dagsordenen. Den ovenfor nævnte liste af aktiviteter tjener til at vise at løsning af matematikopgaver ikke just er den eneste mulige kerneaktivitet i matematikundervisningen. Opgavediskursens dominans giver derfor ikke sig selv. Den kræver en forklaring.

Der er i hovedsagen to slags argumenter for at tildele opgaveløsning en nøglerolle i matematikundervisningen. I den første slags argumenter betragtes matematisk opgavehåndtering som et mål i sig selv. I den anden slags argumenter ses opgavehåndtering som et nødvendigt eller i det mindste nyttigt middel til opnåelsen af noget andet. Lad os se nærmere på argumenterne.

### **Beskæftigelsen med matematiske problemer er essensen af matematisk virksomhed**

Historisk set har formuleringen og løsningen af rene og anvendte matematikproblemer og brugen af deres løsninger altid været hjørnestene i matematisk virksomhed, hvad enten vi taler om matematik som en ren videnskab, en anvendt videnskab, et system af redskaber for samfundsmæssig praksis eller en disciplin for æstetisk udfoldelse (Niss, 2001).

Dette går helt tilbage til oldtidens matematik i Mesopotamien, Egypten og Grækenland såvel som i Kina og Indien, men var også karakteristisk for matematikken som den blev udøvet i de første århundreder af den videnskabelige revolution når fx italienske, britiske, franske og tyske matematikere konkurrerede om opstillingen

og løsningen af matematiske problemer (se fx Katz, 1998). Også i nyere tid er matematikkens videnskabelige udvikling i betydelig grad blevet drevet af beskæftigelsen med matematiske problemer, hvilket fortsat er tilfældet. Man kan her blot tænke på de tre klassiske græske problemer, cirkelns kvadratur, terningens fordobling og vinklens tredeling, som alle først fandt deres afgørelse i det 19. århundrede (derved at det blev bevist at ingen af de tre opgaver har en løsning med de midler som er accepteret på feltet). Eller man kan tænke på fire-farve-hypotesen, Fermats sidste sætning, kontinuumshypotesen og Poincaré-formodningen som, ud over at være blevet afgjort (sådan da – det er blevet afgjort at kontinuumshypotesen er uafgørlig!) i det 20. og 21. århundrede, har givet anledning til en voldsom udvikling af matematikkens teoridannelser. Det samme er tilfældet med den endnu uafgjorte Riemann-hypotese. Den såkaldte *Clay Foundation* har udskrevet prisopgaver af betragtelig størrelse til personer der løser ét fra en liste af syv berømte matematiske problemer ([www.clay-math.org/millennium](http://www.clay-math.org/millennium)), heriblandt Poincaré-formodningen.

Hvad angår anvendelsen af matematik inden for andre videnskabs- eller praksisområder, er en af matematikkens centrale roller at bidrage til at svare på spørgsmål inden for det pågældende område, netop ved at opstille, præcisere og løse matematiske problemer i tilknytning til de givne spørgsmål. For eksempel har man ad matematisk vej bevist umuligheden af at indrette valg- og afstemningssystemer som på én gang opfylder en række nærliggende og ønskværdige betingelser. Ligeledes har man ad matematisk vej angivet præcise metoder og betingelser for indretningen af selvkorrigerende kodningssystemer som bruges i datatransmission, herunder i cd-brænding og afspejling.

Samlet set er løsningen af matematiske problemer – eller lidt anderledes sagt, besvarelsen af matematiske spørgsmål – at betragte som selve essensen af matematisk virksomhed (se fx Halmos, 1980). Dette gælder både i forhold til matematikken som videnskabsområde og i forhold til udnyttelsen af matematik til ekstra-matematiske formål. Hvis vi ønsker at matematikundervisningen skal indfange denne matematikkens essens, i det mindste i en rimelig grad, følger det mere eller mindre umiddelbart at matematisk problemløsning må indtage en prominent position i matematikundervisningen. Dette afspejles også i det faktum at matematikundervisningsmaterialer i historiens løb altid har haft problemer og opgaver i bredere forstand som en central ingrediens. Der har ligefrem været fremstillet et stort antal "læreboøger" som i realiteten har været rene opgaveboøger.

Nu er det netop anførte argument knyttet til matematiske *problemer*, i den tidligere definerede forstand, mens opgavediskursen jo ikke udelukkende er en *problemdiskurs*, idet størstedelen, om ikke ligefrem alle, de opgaver der indgår i opgavediskursen, i højere grad er øvelsesopgaver, altså færdigheds-, begrebsindøvelses- og rutineopgaver, end problemopgaver. Men det skitserede essensargument går jo netop ikke på den

slags opgaver. Man kan med andre ord sige at essensargumentet for en problemdiskurs på indirekte og glidende vis omdannes – ved hjælp af inklusionen: “problem” er blot et specielt tilfælde af “opgave” – til en opgavediskurs som altså derved henter sin legitimitet i essensargumentet.

I en radikal variant af essensargumentet (i problemdiskursudgaven) er systematisk matematisk teori kommet til veje med henblik på at skabe et sammenhængende netværk af begreber og udsagn (matematiske sætninger) hvorved problemer kan stilles, angribes og løses. Det står i kontrast til et syn der ser frembringelsen og udviklingen af matematisk teori som det egentlige mål for matematisk virksomhed. Antagelig er de fleste matematikere og matematikdidaktikere tilbøjelige til at anskue forholdet mellem teoriopbygning og problembehandling som et komplementært og dialektisk forhold. På den ene side har vi brug for teori for at løse problemer/svare på spørgsmål. På den anden side kan en mængde problemer kun formuleres – for slet ikke at tale om løses – inden for en teoretisk ramme som de er indlejret i. I denne forståelse er det meningsløst at opstille et modsætningsforhold mellem teoriopbygning og problembehandling.

Selv hvis det forholdt sig sådan at matematikundervisningens formål i sidste instans var at udvikle elever og studerendes kompetence i at behandle rene eller anvendte matematiske problemer, var det i princippet muligt at denne kompetence ville opstå mere eller mindre direkte af et solidt kendskab til matematiske begreber, teorier, resultater og metoder, erhvervet ved studiet af velorganiserede lærebogsfremstillinger og demonstration af opgaver/problemer løst af andre. Imidlertid viser erfaring og forskning til al overflod at sådan forholder det sig meget langt fra (se fx Schoenfeld, 1985, Silver, 1985, Ikeda & Stephens, 1998). Hvis vi ønsker at elever og studerende skal blive i stand til at behandle matematiske problemer, er de nødt til at lære det, og vi er nødt til at undervise dem i det.

### **Løsningen af matematikopgaver er et middel til at opnå noget andet, først og fremmest begribelse af matematiske begreber, teorier og resultater**

Antag at matematikundervisningens endemål var at udstyre dens modtagere med viden om og indsigt i matematikkens teoretiske konstruktioner og bygningsværker og disses resultater. Skønt man måske kunne tro at dette kunne opnås ved at studere fremstillinger af disse konstruktioner og bygningsværker og deres resultater, viser erfaring og forskning igen massivt at dette ikke er tilfældet (se fx Schoenfeld, 1985, Silver, 1985, Dossey et al., 1988, Lithner, 2001). Der er da heller ikke megen matematikundervisning i verden der er tilrettelagt som et rent teoristudium, uden ledsagende opgaveløsning. Skal elever og studerende nå frem til at begribe begreber, teorier og resultater, herunder deres rækkevidde og begrænsninger, må de afprøve og undersøge dem med “egne hænder” (og hoveder). Løsningen af forskellige slags opgaver er en

velprøvet og nyttig platform for sådanne egne afprøvninger og undersøgelser. Dertil kommer at matematikkens vigtigste metode til at opnå sine resultater hviler på logiske slutninger (hvortil jeg regner regelbaserede beregninger) som kombinerer det givne med relevante definitioner og tidligere opnåede resultater. Løsningen af opgaver på måder der kræver begrundelse af de påstande der fremsættes, er et fortrinligt middel til at erhverve indsigt i de logisk-systematiske træk ved matematikkens teoretiske bygningsværker.

Det forhold at arbejdet med matematikopgaver er et fortræffeligt middel til at udvikle forståelse af og indsigt i matematiske begreber, teorier og resultater, indebærer at en elevs evne til at løse opgaver kan benyttes som en sonde ind i hans eller hendes forståelse af matematik. En del matematiklærere og matematikdidaktikere vil gå så langt som til at sige at en elevs matematikforståelse simpelthen konstitueres af den pågældendes opgaveløsningsevne. På tilsvarende måde udgør løsningen af anvendelsesopgaver kernen i evnen til at bringe matematikken i spil i ekstra-matematiske sammenhænge, selv om også andre aspekter er involveret heri.

På denne baggrund er det lidet overraskende at opgaveløsning er hovedinstrumentet for bedømmelsen af elevers og studerendes matematikbeherskelse, hvilket på sin side forklarer at opgaveløsning indtager en nøglerolle i test og eksaminer overalt i verden.

Summa summarum er det nærliggende at søge forklaringen på opgavediskursens dominans i matematikundervisningen i de to ovenfor omtalte typer af argumenter, som hver findes i mange varianter.

## Hvilken rolle spiller opgavediskursen i matematikdidaktisk forskning, og hvorfor?

I første tilnærmelse kan svaret på dette spørgsmål ses som en konsekvens af svarene på det foregående spørgsmål. Lad os nemlig forudsætte at matematikundervisere og -didaktikere i stor udstrækning er enige om at problemer, og dermed opgaver, har karakter af en matematisk kernevirkosomhed, og om at arbejdet med opgaver er et fortrinligt middel til begribelse af matematikkens teoretiske aspekter, samt om at opgavebehandling følgelig udgør en fortrinlig sonde ind i elevers og studerendes matematikforståelse og -beherskelse. Så giver det næsten sig selv at en væsentlig del af empirisk matematikdidaktisk forskning enten har de matematiklærendes opgaveløsning som udtrykkeligt forskningsfokus eller benytter opgaveløsning som et middel til at søge svar på andre spørgsmål vedrørende fx begrebsdannelse, bevisforståelse og bevisførelse, klasserumskommunikation, effekten af en given undervisningstiltællægelse mv. Behandlingen af opgaver benyttes ligeledes i forskningen til at undersøge lærerstuderendes og praktiserende matematiklæreres matematikopfattelse og -kompetencer. Desuden er også store internationale, komparative projekter

som PISA (OECD, 2004) og TIMSS (Beaton et al., 1996) baseret på elevers løsning af matematikopgaver af forskellig art.

Selv om det naturligvis ville være forkert at hævde at al empirisk matematikdidaktisk forskning involverer beskæftigelsen med matematikopgaver i en eller anden form, indtager opgaveløsning ikke desto mindre en central rolle i forskningen. Ved siden af de grunde til det som følger af diskussionen ovenfor, er der endnu en vigtig grund at tage i betragtning. Det at basere empirisk forskning på elevers, studerendes eller læreres omgang med matematikopgaver gør det relativt let at opnå objektive resultater i positivistisk forstand og at beskrive, specificere og dokumentere en undersøgelse og at stå til regnskab for dens resultater, hvilket alt sammen gør opgaveløsningsbaseret empirisk forskning til en tiltrækkende mulighed. Overforenklet sagt tilbyder opgaveløsningsbaserede studier en mulighed for at komme til at ligne studier af effekten af medicinpræparater eller behandlingstiltag i farmakologi og medicin.

Som det vil fremgå af det næste og sidste afsnit, indebærer den fremtrædende plads som opgaveløsningsbaseret empirisk forskning indtager, også væsentlige problemer, ved at dette paradigme afstedkommer en potentiel begrænsning af de typer af matematiske kompetencer og matematisk indsigt som tages i betragtning i forskningen.

## Afslutning

I størstedelen af denne artikel har vi betjent os af et bredt begreb om opgaveløsning, rækkende fra – i den ene ende af spektret – de enkleste rutineopgaver fokuseret på genkendelse eller indøvelse af enkeltstående velkendte begreber eller procedurer i en forelagt ramme, øvelsesopgaver som næppe stiller krav om den studerendes begrundelse af fremgangsmåde eller resultat, til – i den anden ende af spektret – avancerede, komplekse, udfordrende problemer som kræver nye, eller opfindsomme kombinationer af etablerede, metoder af den elev eller studerende for hvem problemet ikke er bekendt, og som tillige stiller store krav til ræsonnement og retfærdiggørelse i tilknytning til løsningen. Hvis vi – som det også er strejft i det foregående – skelner mellem forskellige slags opgaver, bliver diskussionen om opgavediskursen mangesidet og kompliceret. Empiriske studier af virkelighedens opgavediskurser peger på at i store dele af matematikundervisningen er diskursen koncentreret i “øvelses-enden” af spektret (Dossey et al., 1988) snarere end i den ende hvor de udfordrende problemer befinder sig. Hvor det er tilfældet bidrager opgavediskursen til en trivialisering af matematikundervisningens praksis, og potentielt også af matematikdidaktisk forskning. I sidste instans stiller det spørgsmålstejn ved værdien og relevansen af begge dele. Med andre ord, der findes udgaver af opgavediskursen som får matematikundervisning og matematikdidaktisk forskning til at visne snarere end at trives.

Men selv hvis vi diskuterede inden for rammerne af en “optimal” opgavediskurs der tog hensyn til en nøje afvejning af forskellige typer af øvelse og udfor-

drende problemer og alle mulige relevante mellemformer med henblik på at forfølge forskellige slags formål, herunder at erhverve forståelse af matematisk teori, og selv hvis ikke kun opgavebesvarelse men også opgavestilling indgik i diskursen, ville der stadig være væsentlige aspekter af matematikbeherskelse som ville blive ladet ude af betragtning i undervisning eller forskning domineret af opgavediskursen.

Der er ikke plads til at gå i detaljer med en diskussion af dette spørgsmål her, men det såkaldte "KOM-projekt" (Niss & Jensen, 2002) er et forsøg på at tilbyde en indgående og sammenfattende karakterisering af matematisk kompetence, dvs. matematikbeherskelse. Ved matematisk kompetence forstås evnen til på basis af indsigt at handle hensigtsmæssigt i *situationer* der aktuelt eller potentielt rummer matematiske udfordringer. Karakteriseringen sker ved udpegningen af otte matematiske kompetencer som tilsammen udspænder matematikkompetence. Det drejer sig om *tankegangskompetence*, *problembehandlingskompetence* (omfattende både formulering og løsning af problemer), *modelleringskompetence*, *ræsonnementskompetence*, *repræsentationskompetence*, *symbol- og formalismekompetence*, *kommunikationskompetence* samt *hjælpemiddelkompetence*. I tilgift til disse kompetencer rummer tilegnelsen af matematik tre former for *overblik og dømmekraft* vedrørende *matematik som fag*, nemlig *matematikens faktiske anvendelse* i andre fag- og praksisområder, *matematikens historiske udvikling* anskuet fra såvel interne som sociokulturelle synsvinkler samt *matematikens karakter som disciplin* set i kontrast til eller i lighed med andre discipliner. I denne forståelse af matematikkens og matematikbeherskelsens essens optræder problembehandling ganske vist som en væsentlig komponent, men altså kun som én blandt (mange) flere komponenter.

Til konklusion på de fremførte betragtninger er det velbegrunderet at tildele opgavediskursen en vigtig rolle i matematikundervisning og matematikdidaktisk forskning, under forudsætning af at der er tale om den "rigtige" slags rige og velafvejede opgavediskurs. Imidlertid, selv hvis denne forudsætning var opfyldt, kan opgavediskursen bestemt ikke være den eneste eller bare den fremherskende diskurs i undervisning og forskning. Den må komplementeres og afbalanceres med andre centrale diskurser af betydning for matematikbeherskelse og for udviklingen af overblik og dømmekraft vedrørende matematikkens natur og rolle i historie, samfund og kultur, sådan som fx KOM-rapporten tilbyder det.

## Referencer

- Beaton, A., Mullis, I., Martin, M.O., Gonzalez, E.J., Kelly, D.L. & Smith, T.A. (1996). *Mathematics Achievement in the Middle School Years. IEA's Third International Mathematics and Science Study*. Chestnut Hill, MA: Boston College.



- Dossey, J., Mullis, I., Lindquist, M. & Chambers, D. (1988). *Mathematics Report Card. Are we measuring up? Trends and achievements based on the 1986 National Assessment*. Princeton, NJ: Educational Testing Service.
- Halmos, P. (1980). The heart of mathematics. *American Mathematical Monthly*, 87, s. 519-524.
- Ikeda, T. & Stephens, M. (1998). The influence of problem format on students' approaches to mathematical modelling. I: P. Galbraith, W. Blum, G. Booker & I.D. Huntley (red.), *Mathematical Modelling. Teaching and Assessment in a Technology-Rich World* (s. 223-232). Chichester: Ellis Horwood.
- Katz, V. (1998). *A History of Mathematics. An Introduction* (2. udgave). Addison-Wesley.
- Lithner, J. (2001). Undergraduate learning difficulties and mathematical reasoning: A literature survey and project overview. *Research reports in mathematics education*. Umeå: Umeå University, Department of Mathematics
- Mellin-Olsen, S. (1990). Opgavediskursen. I: G. Nissen & J. Bjørneboe (red.), *Matematikundervisning og Demokrati* (s. 47-64). Roskilde: IMFUFA, Roskilde Universitetscenter.
- Niss, M. (2001). Indledning. I: M. Niss (red.), *Matematikken og Verden* (s. 7-18). København: Fremad.
- Niss, M. & Jensen, T.H. (2002). *Kompetencer og matematiklæring – Ideer og inspiration til udvikling af matematikundervisning i Danmark*. Uddannelsesstyrelsens temahæfteserie nr. 18. København: Undervisningsministeriet.
- OECD. (2004). *Learning from Tomorrow's World. First Results from PISA 2003*. Paris: OECD.
- Schoenfeld, A. (1985). *Mathematical problem solving*. New York: Academic Press
- Silver, E. (red.) (1985). *Teaching and learning mathematical problem solving: Multiple research perspectives*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Udvalget til forberedelse af en handlingsplan for matematik i folkeskolen. (2006). *Fremtidens matematik i folkeskolen*. København: Undervisningsministeriet. Lokaliseret 28.01.2007 på [www.uvm.dk/06/documents/mat.pdf](http://www.uvm.dk/06/documents/mat.pdf).

# Når kulturen ekskluderer – piger i fysikfaget

Anne Bjerregaard Sinding, Danmarks Pædagogiske Universitet

*Med udgangspunkt i et kvalitativt forskningsprojekt i 8.- og 9.-klasser peges der i artiklen på mulige sammenhænge mellem danske pigers manglende interesse og motivation for fysikfaget og tilstedeværelsen af kulturelle opfattelser som ekskluderer piger fra fysik. Tillige argumenteres der for at anvendelsessigtet med det faglige indhold i fysikundervisningen kan have vital betydning for pigernes motivation. Sluttelig peges der på implikationer for fysikundervisningen hvis man vil imødegå de kulturelle opfattelser og udvikle pigerne i fysikfaget, såvel som der peges på relevansen af yderligere undersøgelser af problemfeltet.*

## Introduktion

Interviewer: “Har du nogen sinde tænkt, at der er forskel på, hvordan drenge og piger bliver behandlet i fysiktimerne?”

Charlotte: “Mmmm, næh ... Jo, Jacob [fysiklæreren] spørger nok drengene lidt mere end pigerne. Og jeg ved ikke lige hvorfor ...”

Interviewer: “Altså hvis Jacob skal have nogle svar fra jer, så henvender han sig mere til drengene?”

Charlotte: “Ja. Men de sidder jo også ved de borde, der er lige oppe ved ham, det gør vi [pigerne] jo ikke. Jeg ved ikke, om det kan være dét.”

Ordvekslingen stammer fra et ud af 13 interviews som jeg foretog med 8.- og 9.-klasseselever i foråret 2006. Mine (interviewerens) spørgsmål ligger i forlængelse af observationer som jeg foretog i Charlottes<sup>1</sup> 9.-klasse i fysik/kemi-undervisningen. Charlotte havde i en fysik/kemi-time leveret en sarkastisk bemærkning gående på den efter hendes mening lange ventetid førend læreren bevægede sig fra drengebordet til pigebordet for at hjælpe hende og hendes makker.

På baggrund af mit igangværende specialeforskningsprojekt i pædagogisk psyko-

1 Alle navne fra det empiriske materiale er pseudonymer.

logi ved Danmarks Pædagogiske Universitet peges der i denne artikel på en mulig tilstedeværelse af *kulturelt indlejrede forståelser som ekskluderer piger fra fysikfaget* samt at disse tillige kan *bremse udviklingen af pigernes nærmeste udviklingszone* (dette begreb udfoldes senere). Desuden argumenteres der for at *anvendelsessigtet med det konkrete indhold i fysikundervisningen kan have vital betydning for pigernes motivation*. Motivationsbegrebet der arbejdes med, er en videreudvikling af 1950'ernes motivationsbegreb (se fx Madsen, 1959) som det kommer til udtryk hos bl.a. Claudia Strauss m.fl. (Strauss, 1992, s. 3). Dataindsamlingen og analysen af et udsnit af data-materialet samt de teoretiske værktøjer som er anvendt hertil, vil blive udfoldet i artiklen.

### Det danske problem

Videnskabsfagene fysik og kemi er i en dansk grundskolekontekst slået sammen til skolefaget "fysik/kemi". I mit forskningsprojekt er der særlig fokus på fysikdelen af fysik/kemi-faget da det i særlig grad er denne del af faget pigerne ikke engagerer sig i, og problemet bliver endnu mere markant i gymnasiet (jf. bl.a. Krogh & Thomsen, 2000). Mit empiriske feltarbejde har således fundet sted i faget fysik/kemi, men interessen samler sig primært om de processer som vedrører fysik.

Et andet væsentligt incitament for at beskæftige sig med piger i relation til fysikfaget kan findes i resultaterne fra PISA 2003 (Mejding, 2004), hvor det konstateres at kun to ud af de 40 deltagende lande har større kønsforskelle end Danmark når det drejer sig om kompetencerne i naturfag.<sup>2</sup> Danske piger klarer sig dårligt i naturfag i forhold til næsten alle øvrige lande men i særdeleshed også i forhold til deres mandlige klassekammerater. Dette skal ses i sammenhæng med at der i OECD-landene i gennemsnit ingen forskel er på drenge og pigers kompetencer på naturfagsområdet, og at piger præsterer *bedre* end drenge i naturfag i både Finland og Island i PISA 2003. Disse forhold sammenholdt med ROSE-undersøgelsens<sup>3</sup> resultater peger på et særligt *dansk problem* i relation til pigerne. ROSE-undersøgelsen påviser store kønsforskelle i forhold til favoritemner i naturfagsundervisningen. Således udtrykker pigerne størst interesse for emner relateret til sygdom og sundhed – fx radioaktiv stråling og cancer, kropskultur m.m. – hvorimod drengene foretrækker emner som atomer og molekyler, eksplosive kemikalier samt diverse teknologiske apparaturers indretning og funktion m.m. (Busch, 2004). Disse resultater er desuden helt i tråd med en undersøgelse foretaget af Zeuner og Linde (1997), hvor en overvægt af kvinder i matematisk gym-

2 Se <http://www.uvm.dk/nyheder/documents/pisaresultater.pdf>. De to lande er Sydkorea og Liechtenstein.

3 ROSE står for *Relevance of Science Education*, som er et internationalt forskningsprojekt omhandlende 15-årige grundskoleelevers forhold til de naturvidenskabelige områder i relation til deres hverdagsliv. Se <http://www.ils.uio.no/english/rose/>. Resultaterne for den første danske del af undersøgelsen kan ses på <http://www.dpu.dk/everest/tmp/051213205037/DFN2004%5B1%5D.pdf>

nasium og htx udtrykker ønske om at arbejde “med mennesker”, mens en overvægt af mænd ønsker at arbejde “med ting”.

Fysik på de højere læreanstalter betragtes i en dansk kontekst som et maskulint rum, som det er påvist i Cathrine Hasses feltarbejde (Hasse, 2002). I Syd- og Østeuropa er kvindelige fysikere derimod intet særsyn. Fx er kvindelige fysikere i et land som Italien en selvfølge (Hasse i Villesen, 2005). Her spørges kvinder ikke om hvordan det er at være *kvindelig* fysiker, men derimod blot fysiker.

Alle disse forhold taler tilsammen for at det er *kulturelle forskelle* der er på spil i elevernes interesse for fysikfaget snarere end biologiske forskelle mellem kønnene.

### Undersøgelsens formål og karakter

Pigernes svigtende interesse for fysikfaget er ingen nyhed, og i en grundskolekontekst er der tidligere foretaget studier af bl.a. Helene Sørensen (1990). For så vidt angår unges generelle forhold til fysikundervisning har problematikken i en gymnasiefaglig kontekst været behandlet af bl.a. Jytte Bang, Karin Beyer m.fl. (Dolin, 2001). Fælles for disse behandlinger af problematikken er et fokus på de fysikfaglige aspekter i undervisningen.

I mit projekt ligger fokus ikke på det faglige indhold i fysik/kemi-faget. Her er det interessante hvad der konkret *foregår* i undervisningssituationen; hvorledes elever og lærere interagerer med hinanden – på kryds og tværs. Det interessante er hvad der er i spil for de enkelte parter, samt at give et bud på en forståelsesramme for processerne.

Jeg mødte ikke eleverne eller lærerne med en hypotese om hvad der kunne være årsagen til pigernes svigtende interesse for fysikfaget. Snarere var der tale om at møde både elever og lærere der hvor de er – i klasserummet – og lade observationer og interviews danne baggrund for generering af hypoteser om mulige årsagssammenhænge. Der er således ikke tale om en be- eller afkræftelse af en eller flere hypoteser, men derimod om en *hypotesegenererende* undersøgelse, som kan danne baggrund for yderligere undersøgelser på området af både kvantitativ og kvalitativ art.

I en kvalitativ undersøgelse som den foreliggende er det særlige at forskningsdata produceres i dialog mellem forskeren og genstandsfeltet i processer hvor forsker og genstandsfelt er i tæt interaktion som fortsætter ind i tolkningsprocesserne (Pedersen & Nielsen, 2004, s. 7). Det er helt ulig rene kvantitative forskningsmetoder hvor afstanden mellem forsker og genstandsfelt oftest vil være stor, og personlig interaktion mellem forsker og genstandsfelt noget nær ikke-eksisterende. De kvantitative og kvalitative forskningsmetoder bidrager således på hver sin måde med forskningsresultater.

Efter beskrivelsen nedenfor af undersøgelsens teoretiske værktøjskasse følger en beskrivelse af datamaterialet og dets tilvejebringelse. Undersøgelsens analytiske

fund præsenteres herefter, og de placerer sig i to hovedgrupper: 1) kulturelt indlejrede forståelser og 2) anvendelsessigtet med undervisningen.

## Undersøgelsens teoretiske værktøjskasse

Det empiriske materiale er analyseret med forskellige værktøjer fra en teoretisk værktøjskasse hvis indhold beskrives nærmere nedenfor. Forbindelsen mellem de teoretiske værktøjer skal findes i den i introduktionen nævnte analytiske pointe om at *kulturelt indlejrede forståelser kan være bremsende for udviklingen af den nærmeste udviklingszone*.

### Zonen for nærmeste udvikling (ZNU)

Den inden for pædagogisk læringsteori så velkendte “Zone of Proximal Development” (se fx Jerlang, 1988) som på dansk oversættes til “zonen for nærmeste udvikling” – herefter forkortet ZNU – er udviklet af den russiske udviklingspsykolog Lev S. Vygotsky (Vygotsky, 1978, s. 86ff.). ZNU er afstanden mellem det aktuelle udviklingsniveau for barnet som kan konstateres ved individuel problemløsning, og niveauet for en potentiel udvikling som kan konstateres ud fra problemløsning med vejledning fra en voksen eller en mere kompetent jævnaldrende. Barnets aktuelle udviklingsniveau kan derfor ses som et resultat af den mentale udvikling som den er forløbet hidtil, mens ZNU angiver den videre udvikling som kan forventes at finde sted ved den rette vejledning. ZNU kan således ses som et opmærksomhedsfelt for læring og udvikling.

I Vygotskys perspektiv er intet statisk; alting undergår en fortløbende udvikling. Al menneskelig udfoldelse kan derfor ses som resultatet af en historisk udviklingsproces. I forlængelse heraf kan alle praksisser i en dansk skolekontekst – her konkret eksemplificeret i fysik/kemi-undervisningen – således ses som et resultat af forskellige tiders menneske-, køns- og opdragelsessyn samt politiske og lovgivningsmæssige holdninger.

### Den relationelle ZNU

Cathrine Hasse (2001) udvider Vygotskys ZNU til også at omfatte *læreren* i en forståelse af ZNU som *relationel*. Lærerens aktuelle udviklingsniveau får betydning i mødet med elevernes udviklingsniveau. Som eksempel herpå beskriver Hasse hvorledes kreativitet i udførelsen af fysikforsøg på Niels Bohr Institutet hyldes af underviserne, hvilket giver studerende som mestrer dette, bedre mulighed for at indgå i en relationel ZNU med underviseren – og herved profitere mere af undervisningen. Og omvendt: hvorledes studerende som ikke magter den kreative tilgang til fysikforsøgene – dvs. som ikke har en ZNU der matcher lærerens aktuelle udviklingszone – ikke har de samme udviklingsmuligheder.

I analysen af mit datamateriale peges der på muligheden for at lignende faktorer gør sig gældende i en fysikfaglig grundskolekontekst, hvilket jeg vil vende tilbage til.

### Kulturelle modeller

Hvis lærernes, pigernes og drengenes kulturelle forestillinger ekskluderer piger fra fysik, vil det kunne blokere for pigernes udvikling af ZNU. Her kan et analyseredskab fra den kognitive antropologi, *kulturelle modeller*, tages i anvendelse for at forstå de processer som er på spil. Den amerikanske antropolog Dorothy C. Holland (1992) repræsenterer en tilgang som anser udvikling som en forudsætning for skabelse af motivation. Tanker og følelser formes løbende gennem individets udvikling. I social interaktion internaliserer individet forskellige kulturelle elementer som fx sprog, symboler og såkaldte *kulturelle modeller* – et begreb som vil blive yderligere behandlet nedenfor – som herved bliver redskaber til at organisere og kontrollere viden i relation til motivation, tanker og følelser (Holland, 1992, s. 63). Internalisering skal forstås som individets overtagelse af normer som gælder for en gruppe, til også at gælde for individet selv.

Kulturelle modeller *skaber* handlinger fordi de har "*directive force*" (Holland, 1992, s. 61); de styrer vores handlinger i en given kontekst. Dette er dog betinget af at individet har *identificeret* sig med den kulturelle model, at den har givet mening og følgelig er blevet *personligt* internaliseret i individet (ibid., s. 83). Holland bruger som eksempel amerikanske collegepigens forholden sig til kærlighedsforhold: Alle pigerne udsættes for den samme kulturelle model om det "naturlige", ideelle parforhold mellem mand og kvinde, men det er kun de piger som aktivt engagerer sig i kærlighedsforhold som en vigtig del af deres collegeliv – og således indgår i den kulturelle model for "american romance" – som betoner det som vigtigt; for hvem det bliver fremtrædende. De opnår hvad Holland betegner som *desire*: et begær eller stærkt ønske.

De kulturelle modeller skaber en relativ stabilitet i individers kulturelle forståelse som så igen skaber en relativ historisk stabilitet, uden at der dog er tale om determinisme (at individer handler forudbestemt uden egen fri vilje). For de individer som har internaliseret de kulturelle modeller, er oplevelsen ikke at de handler efter et skema, men tværtimod at de handler ud fra hvad der giver personlig mening for dem; hvad der så at sige er i overensstemmelse med deres identitet (ibid., s. 81).

Metodologisk kan kulturelle modeller afdækkes via menneskers udsagn samt deres konkrete handlinger og adfærd, således som det også er sket i mit forskningsprojekt.

## Datamaterialet

Empirien er indsamlet på tre folkeskoler på Sjælland i perioden medio marts til primo maj 2006. På disse har jeg fulgt fysik/kemi-undervisningen i tre 8.- og tre 9.-klasser. 13 elever jævnt fordelt på klasserne er desuden interviewet.

## Observationer

Jeg har observeret undervisningen i alle fysik/kemi-timer i alle klasser i den aktuelle periode. 8.-klasserne har alle to sammenhængende fysik/kemi-timer pr. uge, og 9.-klasserne har ligeledes to sammenhængende timer samt en enkelttime. Klasserne undervises alle af linjefagsuddannede fysik/kemi-lærere, nogle er kvinder, andre mænd. Rent fysisk har jeg placeret mig blandt eleverne i det omfang det har været muligt, for at opleve undervisningssituationerne fra elevernes synsvinkel snarere end lærerens. Jeg har taget notater undervejs i timerne; ordvekslinger er noteret så præcist som muligt, og notaterne er derefter skrevet ud i narrativer (sammenhængende tekst) samme aften eller den følgende dag.

## Interviews

De 13 interviewede elever fordeler sig på 10 piger og 3 drenge svarende til samtlige de elever som returnerede et informationsbrev med forældreunderskrift. En temaopdelte interviewguide dannede baggrunden for samtlige interviews, som blev optaget på diktafon og siden transskriberet. Alle interviews var semistrukturerede for at give mulighed for uddybende samt uforberedte spørgsmål i tilknytning til elevernes udsagn (Kvale, 1997). Hovedformålet var at få adgang til så nuancerede betragtninger fra eleverne som muligt.

Interviewguiden blev til efter og på baggrund af de første 2 1/2 uges observationer i klasserne. Herved fik jeg mulighed for at spørge til områder jeg ellers ikke ville have været opmærksom på. Interviewguiden rummede spørgsmål inden for bl.a. følgende temaer: forestillinger og tanker om faget før 7. klasse (hvor eleverne møder faget første gang), opfattelser af og holdninger til faget fra 7. klasse og frem til nu, familiemæssig baggrund, elevernes holdninger til og opfattelser af fysik/kemi-fagområder samt fagets arbejds måder og organisationsformer, forholdet til og opfattelsen af lærerens og klassekammeraternes rolle i undervisningen, forestillinger om den "ideelle" fysik/kemi-undervisning som eleven ser den, og elevens forestillinger om sin fremtidige uddannelse. Dertil kom muligheden for i en del af interviewene at stille spørgsmål til konkrete episoder i undervisningen som jeg havde noteret mig under observationerne. Interviews og observationer spillede herved sammen og tilbød indsigter som jeg ikke ville have fået adgang til ved kun at benytte den ene af metoderne.

Det skal bemærkes at artiklens empiriske eksempler fra interviews såvel som observationer er udvalgt på baggrund af deres eksemplariskhed i relation til tematik og

hyppighed i datamaterialet og således ikke er enestående eksempler på den pågældende problematik.

## Kulturelt indlejrede forståelser ekskluderer

### Drenge – og mænd – som normen

Ved mit indledende møde med en af de mandlige fysiklærere, Henrik, undrer han sig over mit projekt. Han refererer til ROSE-undersøgelsen og siger at “alt hvad du vil vide, er at læse dér”. Og han supplerer: “Piger gider ikke fysik – det véd vi jo”. Under mine observationer har jeg ikke hørt Henrik fremsætte dette udsagn over for eleverne, men det kan vel være en overvejelse værd i hvilken grad en lærer med denne opfattelse vil være i stand til at udvikle pigernes ZNU. Henriks udsagn kan ses som en relationel ZNU (jf. Hasse, 2001) som blokerer for udviklingen af pigernes ZNU. Eller sagt med helt andre, dagligdags ord: Hvis Henriks grundholdning er at piger ikke kan eller ikke gider fysik, vil han i forlængelse af undersøgelsens teoretiske forståelsesramme heller ikke være i stand til at udvikle pigerne fuldt ud i fysikfaget.

Marianne udtaler følgende om det at være kvindelig fysiklærer:

“Jeg troede i sin tid, da jeg tog fysik som linjefag, at det ville være en fordel for mig i forhold til pigerne, men det er slet ikke tilfældet. De synes bare jeg er mærkelig, underlig.”

Mariannes udsagn rummer flere lag: Dels ligger det implicit i udtalelsen at Marianne allerede i sin tid som lærerstuderende var opmærksom på et skisma imellem hendes køn og hendes faglighed. For Marianne personligt har denne kulturelle opfattelse ikke fået indflydelse på hendes valg af linjefag, men i mødet med eleverne konfronteres hun til stadighed med den. Marianne oplever at hun opfattes af pigerne (og måske også drengene?) som en afvigelse fra den mandlige fysiklærernorm. Således udtaler Ida i 8. klasse følgende om sin tidligere fysiklærer på en anden skole:

“Ja, altså der var det jo selvfølgelig en mand, vi havde, ikk’. [På opfordring uddyber Ida at det] jo normalt [er] dem [mænd] der underviser i fysik, ikk’. Ligesom ... det er jo også mest drengene, der interesserer sig for fysik.”

Alle disse udsagn peger i retning af en kulturel forståelse af drenge og mænd som en norm i fysikfaget – en norm som vi finder i en dansk kontekst, men ikke i en italiensk (jf. Hasse, 2002; Lauritsen, 2005; Villesen, 2005).

Cæcilie, en særdeles dygtig 9.-klasser-elev, føler sig tiltrukket af at arbejde med forskning på længere sigt. Hun føler sig overbevist om at det skal være inden for et teknisk/naturvidenskabeligt fagområde, dog sandsynligvis ikke fysik, selvom hun



finder faget “delvis” interessant og udfordrende. Jeg spørger hende om hun tror det ville gøre nogen forskel for hende som pige at studere fysik i forhold til fx engelsk. Cæcilie svarer:

“Det tror jeg ikke ... Hvis jeg gør mit bedste ... og er li’ så god som drengene eller noget ... så tror jeg ikke der er nogen forskel ...”

Cæcilie kan ses som værende bevidst om den position som drengene besidder – tildeles – i fysikfaget; drengene er normen, som hun bliver målt i forhold til. Denne norm kan udfoldes yderligere ved at kaste et blik på usagte mekanismer i voksnes (akademiske) verden: I en svensk undersøgelse (Wennerås & Wold, 1997) ses eksempler på at mænd tildeles en førerstilling alene pga. deres køn – og kvinder en tilsvarende sekundær stilling: Kvinder skal være 2,5 gange så produktive som mænd for at få tildelt forskningsmidler, dvs. publicere 2,5 gange så mange videnskabelige artikler som mændene for at komme i betragtning. Det kan overvejes om lignende forhold får betydning i danske undervisnings- og forskningskontekster.

### Piger og fysik – en anomali

I mit allerførste møde med en af klasserne præsenteres jeg for en opfattelse som siden skal vise sig ikke at være enestående. Efter at jeg har præsenteret mit projekt og er i færd med at uddele informationsark vedrørende interviewdelen til eleverne, udbryder en elev – Nikolaj – højt:

“Piger! De ved slet ikke hvad fysik er!”

Bemærkningen får lov at hænge i luften; hverken den mandlige fysiklærer eller nogen af eleverne reagerer på Nikolajs udsagn. Udsagnet kan tolkes som et klart udtryk for at piger ikke kan identificeres med fysikfaget. Og kan man ikke identificeres med et fag, kan det være vanskeligt at opnå *desire* og dermed motivation for faget. Udsagnet kan ses som udtryk for en kulturel model hvor drenge associeres med fysik og piger bestemt ikke gør det. Modellen giver *directive force* for begge køns vedkommende: Det anses for naturligt at drenge interesserer sig for og beskæftiger sig med fysik. For pigernes vedkommende er der snarere tale om en anomali, altså en afvigelse fra reglen om at det er drenge som interesserer sig for og beskæftiger sig med fysik.

Eleven Katja har tilsyneladende internaliseret denne kulturelle model, som følgende interviewuddrag vil vise:

Katja: “Altså ... det er sådan opfattelse, og drengene ... de tror jeg egentlig ikke har noget imod det, jeg tror faktisk at de synes det er sjovt og spændende og ... det

er også fordi de er go'e til det, øhm ... og at det har noget med at gøre, altså så ka' de jo gå hjem og så ka' de bruge noget af det til deres knallerter, altså ... hvad man så ellers ka' bruge det til, ikk'. Øhm ... Så jeg tror egentlig lidt at det ligger ovre hos pigerne at ... de gider ikk', og de skal jo alligevel ikk' bruge det til noget, og så ka' det være lige meget og ... Man kan også godt se det i timerne, synes jeg, altså halvdelen, de laver jo ikke noget, altså, medmindre de bli'r sat til det, ikk'."

Interviewer: "Jo. Hvorfor mener du at drengene er bedre til det?"

Katja: "Fordi de interesserer sig mere for det."

Piger skal ikke bruge fysik til noget, siger Katja. Katjas selvforståelse – og hendes forståelse af hendes kvindelige klassekammerater – inkluderer ikke fysikfaget. Drengene derimod har en (naturlig) interesse for faget og kan af Katja associeres med faget. Katja er med til at underbygge den kulturelle model at fysik er for drenge og ikke for piger. Katjas udsagn om at drengene simpelthen interesserer sig mere for fysik kan ses som et udtryk for at de har identificeret sig med den kulturelle model om fysikfaget og herigennem udviklet interesse, motivation og måske endda *desire* for faget.

Få øjeblikke senere siger Katja:

"... Jeg har egentlig den opfattelse at fysik i grunden ... at fysik, det er en drengeting."

Katja ekspliciterer så at sige den kulturelle model om piger som en anomali i fysikfaget og kan ikke identificere sig med faget. Modellen har *directive force* for Katja i den forstand at hun skubbes væk fra faget. I dette perspektiv kan Katjas selvforståelse ikke rumme fysikfaget, og det vil kræve meget af hende at sætte sig ud over denne internaliserede kulturelle model.

I denne forbindelse skal Cathrine Jespersen Jensens nylige undersøgelse omhandlede unges til- og fravalg af tekniske og naturvidenskabelige uddannelser fremhæves: For de piger som faktisk vælger at studere fysik ved en højere læreanstalt, konkluderer hun:

... de piger vi her har med at gøre, er nogle som uddannelsessystemet og/eller samfundet ikke har formået at få socialiseret til traditionelle kvinderoller med ringere selvtillid, større forsigtighed og afstandstagen til eksakte fag. (Jensen, 2006, s. 59)

Inden for forståelsesrammerne af mit forskningsprojekt er disse piger sammenfaldende med dem som *ikke* har internaliseret den kulturelle model om at fysik er for drenge og ikke for piger.

Piger som viser særlige færdigheder i undervisningen, applauderes ikke nødven-

digvis af deres mandlige klassekammerater. Snarere ses eksempler på det modsatte som fx nedenstående episode:

Per [lærer]: “Hvad hedder sådan et stof med OH?”

Amalie svarer prompte: “Alkohol!”

Per smiler smørret: “Jaaahhh ...” På dette tidspunkt har Amalie svaret på de sidste tre spørgsmål i træk fra Per til klassen.

Rasmus vender sig om mod Amalies bord og siger til hende: “Får du lige blæret dig?”

Amalie smiler tilbage til Rasmus. Hun besvarer ikke Pers næste spørgsmål.

Vi kan ikke vide hvad der afholdt Amalie fra at besvare flere spørgsmål fra læreren. Jeg har ikke efterfølgende diskuteret den konkrete episode med Amalie. Måske kendte Amalie ikke svaret på det næste spørgsmål? Eller hun valgte at tie for at undgå flere bemærkninger og smørrede smil? At opnå større viden om hvad der rent faktisk *sker* i sådanne situationer i klasserummet, vil være nyttigt i relation til forståelsen af elevernes motivation henholdsvis demotivation.

## Anvendelsessigtet – motivation eller eksklusion

For alle klasser i datamaterialet gælder det at fysik/kemi-undervisningen er særdeles lærebogsbaseret. Undervisningen bevæger sig sjældent ud over indholdet i bøgerne, og deres anvisninger følges slavisk. Forbindelsen til livet uden for fysiklokalet lader dog til at have betydning for pigerne, idet mange af dem efterlyser et anvendelsessigte. Der spørges specifikt til hvad eleverne “skal bruge det til”, “hvorfor de skal vide det” og lignende.

Et eksempel fra observation i 9. klasse:

Klassen arbejder med interferensmønstre:

Sanne kigger i diasrammen, og derefter gør Mia det samme. Thomas [lærer] kommer hen til pigerne og spørger: “Kan I se noget mønster?”

Sanne: “Hvad er det for et mønster?”

Thomas: “I skulle gerne kunne se et mønster.”

Sanne: “Hvad skal vi bruge det til?”

Thomas: “I skal tælle pletterne.”

Sanne løfter brynene og ser uforstående ud. Thomas går.

Sanne efterlyser flere gange formålet med forsøget. Hun efterlyser et anvendelsessigte som læreren ikke giver hende. I instruktionen til forsøgets udførelse har læreren ikke fortalt eleverne *hvorfor* de skal tælle interferenspletter; hvad disse kan bruges til. Sanne og Mia udfører forsøget uden gnist af engagement og sidder ved slutningen

af timen med et par tal som de ikke ved hvad de skal stille op med. Læreren siger til klassen:

“Ja, resultater og forklaring får I på onsdag.”

Timen er slut, og pigerne må vente to dage med at få forklaringen på hvad optælling af interferenspletter kan bruges til. Her kunne det have muligvis have haft stor betydning for Sanne at have fået forklaret anvendelsessigtet inden forsøgets udførelse eller undervejs. Det kunne tænkes at dette var hendes ZNU. Når man ser denne situation udefra, kan man undre sig over den manglende eksplicitering af forsøgets egentlige formål. Og hvis der fra lærerens side var et konkret formål med at tilbageholde dette, må det holdes op imod den frustration som det afstedkommer hos eleverne.

Det kunne her tænkes at læreren ikke vurderer anvendelsessigtet som vigtigt i den konkrete udførelse af forsøget, og at en uddybning derfor kan vente. Og i forlængelse heraf kan det desuden overvejes om han er bærer af en kulturelt indlejret forståelse som ekskluderer pigerne fra fysikfaget, hvilket medfører at han ikke finder det relevant at forklare anvendelsen for Sanne, at udvikle hende.

I dette perspektiv har vi her på den ene side den kulturelle model der ekskluderer piger fra fysik og derved påvirker deres *desire* og motivation i negativ retning. På den anden side har vi pigernes ZNU som kunne udvikles hvis lærerens kulturelle modeller blev brudt, og læreren derved fx lagde større vægt på den konkrete anvendelse af det faglige stof.

## **Implikationer for fysikundervisningen og fremtidig forskning Hvad med Charlotte?**

Charlotte, som vi mødte i artiklens indledning, har en opfattelse af at hendes fysiklærer henvender sig “lidt mere” til drengene end til pigerne når han ønsker svar på fysikfaglige spørgsmål. Under mine observationer i klasserne har jeg både noteret mig lærere hvis adfærd svarer til Charlottes beskrivelse, og lærere hvor jeg ikke iagttag nogen forskel i relation til hvilken elevgruppe han/hun stiller flest fysikfaglige spørgsmål til. Men det er for så vidt betydningsløst, for Charlottes virkelighed er at hendes lærer henvender sig “lidt mere” til drengene. I forlængelse af artiklens teoretiske værktøjer kan det naturligvis overvejes hvilke kulturelle modeller den pågældende lærer har internaliseret, og hvorvidt han som bærer af disse vil være begrænset i at udvikle Charlotte og de øvrige piger i fysikundervisningen.

Charlotte er en dygtig elev som muligvis ville kunne præstere langt bedre i fysik end tilfældet er, hvis hun fik den støtte som hun efterlyser. Under mine observationer springer hun i øjnene som en af de piger der gang på gang stiller spørgsmål til

undervisningens indhold og anvendelse. Hun serverer så at sige sin ZNU for næsen af læreren som dog sjældent forsøger at imødekomme den.

### Hvad kan vi gøre?

Anvendelsessigtet med fysikundervisningen, som i mit datamateriale ofte efterlyses af pigerne, kan ud fra en pragmatisk betragtning synes mest umiddelbar at gå til her og nu. Her ligger en konkret handlemulighed lige for. Vi kan og må som undervisere arbejde specifikt med at *lytte* til pigernes efterlysninger og forsøge at imødekomme dem. Herved kan vi være med til at udvikle flere elevers nærmeste udviklingszone og dermed føre dem dybere ind i fysikfaget. Og så kan vi være et lille skridt på vej i den rigtige retning i forhold til at udligne forskellene mellem kønnenes interesse for og præstationer i fysik/kemi-faget i Danmark.

Som observatør i fysik/kemi-undervisningen på skolerne har jeg naturligvis ikke været i stand til at se alt hvad der foregår i timerne. Dertil kommer at lærere såvel som elever bevidst eller ubevidst kan tilstræbe en bestemt (anden) adfærd under observatørens tilstedeværelse som de anser for “passende”. Man kan naturligvis indvende at ikke alle danske skoler, klasser, lærere og elever er bærere af kulturelle modeller som de kommer til udtryk i denne artikel. Og der findes ganske givet lærere, skoleledere, elever, familiemedlemmer osv. hvor de kulturelle modeller af piger i fysik ikke har og ikke får betydning i samme grad som der kan peges på i de her fremførte eksempler. Men det ændrer ikke ved at vi – lærere, skoleledere, fysikformidlere, forskere, forældre og elever (!) – ved at være *opmærksomme* på en sandsynlig tilstedeværelse af en kulturel model som ekskluderer piger fra fysikfaget, kan tage det første spæde skridt på vejen til at ændre på denne. Det kulturelle kan være særdeles svært at få øje på, idet kultur snarere er noget man ser *med*, end noget man ser (Hastrup, 1992).

Dette skridt, at opøve en opmærksomhed over for eksisterende kulturelle modeller i fysikfaget, synes tillige vigtigere end overvejelser om fx kønsopdelt fysik/kemi-undervisning (fx Lund, 2005), som på sin side vil være med til at understrege og cementere den kulturelle model af piger og fysik. Ved at separere drenge og piger i fysik/kemi-undervisningen henledes opmærksomheden netop på det *biologiske* køn i stedet for de kulturelle forhold. Tillige peger nordiske undersøgelser af kønsopdelt undervisning på en risiko for at børn hvis egenskaber og interesser ikke er kønsstereotype, kan blive anormaliseret eller marginaliseret ved kønsopdelt undervisning (jf. Wernersson i Hägglund, Johnsson, Wernersson & Öhrn, 1997, s. 58). Og så er vi lige vidt.

I stedet mener jeg at have peget på et problemfelt som kan danne baggrund for yderligere undersøgelser. Der kan ganske givet forskes meget mere i problematikken omkring de ekskluderende kulturelle modeller, og et større datamateriale end det her foreliggende vil kunne kvalificere diskussionen yderligere. Sådanne yderligere

undersøgelser vil muligvis også kunne generere flere nye relevante spørgsmål til problemfeltet, som synes præget af stor kompleksitet jf. artiklens pointer.

## Referencer

- Busch, H. (2004). Pige- og drengemner i naturfag. *Aktuel Naturvidenskab*, no. 5, 2004, s. 33-35.
- Dolin, J. (red.) (2001). *At lære fysik. Et studium i gymnasieelevers læreprocesser i fysik*. Uddannelsesstyrelsens temahæfteserie nr. 19. Undervisningsministeriet.
- Hasse, C. (2001). Institutional Creativity: The Relational Zone of Proximal Development. *Culture & Psychology*, 7(2), s. 199-221. London: SAGE Publications.
- Hasse, C. (2002). *Kultur i bevægelse – fra deltagerobservation til kulturanalyse – i det fysiske rum*. Frederiksberg: Samfundslitteratur.
- Hastrup, K. (1992). *Det antropologiske projekt – om forbløffelse*. København: Gyldendal.
- Hägglund, S., Johnsson, L., Wernersson, I. & Öhrn, E. (1997). *Utvärdering av lokala jämställdhetsprojekt inom JÄMSAMs nätverk*. Stockholm: Skolverket.
- Holland, D.C. (1992). How Cultural Systems Become Desire: a Case Study of American Romance. I: R. D'Andrade & C. Strauss (red.), *Human Motives and Cultural Models* (s. 61-89). US: Cambridge University Press.
- Jensen, C.J. (2006). To uforenelige verdener? *MONA*, 2006(1), s. 41-62.
- Jerlang, E. (red.) (1988). *Udviklingspsykologiske teorier*. København: Hans Reitzel.
- Krogh, L.B. & Thomsen, P.V. (2000). *Undervisningsstil og læringsudbytte – en undersøgelse af fysikundervisningen i 1.g*. GFII-rapport nr. 1. Århus: Center for Naturfagernes Didaktik.
- Kvale, S. (1997). *Interview. En introduktion til det kvalitative forskningsinterview*. København: Hans Reitzels Forlag.
- Lauritsen, H. (2005). Kvinder er nørdere – sydpå. Interview med Cathrine Hasse. *Folkeskolen*, 2005(3), s. 10-11.
- Lund, H.H. (2005). Piger og fysik – en umulig kombination? *Uddannelse*, 2005(2).
- Madsen, K.B. (1959). *Theories of Motivation*. København: Munksgaard.
- Mejding, J. (2004). *PISA 2003 – Danske unge i en international sammenligning*. København: Danmarks Pædagogiske Universitets Forlag.
- Pedersen, K.B. & Nielsen, L.D. (red.) (2004). *Kvalitative metoder – fra metateori til markarbejde*. Frederiksberg: Roskilde Universitetsforlag.
- Strauss, C. (1992). Models and motives. I: R. D'Andrade & C. Strauss (red.), *Human Motives and Cultural Models* (s. 1-20). US: Cambridge University Press.
- Sørensen, H. (1990). *Fysik- og kemiundervisningen i folkeskolen – set i pigeperspektiv*. København: Danmarks Lærerhøjskole.
- Villesen, K. (2005, 8. juni). Fysik er da et kvindefag. *Information*, s. 5. (Interview med Cathrine Hasse).

- Vygotsky, L.S. (1978). *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*. M. Cole, V. John-Steiner, S. Scribner, & E. Souberman (red.). Cambridge: Harvard University Press.
- Wennerås, C. & Wold, A. Nepotism and sexism in peer-review. *Nature*, vol. 387/1997, s. 341-343.
- Zeuner, L. & Linde, P.C. (1997). *Livsstrategier og uddannelsesvalg. En kultursociologisk undersøgelse blandt elever i matematisk gymnasium og htx*. København: Socialforskningsinstituttet.

# GIS i gymnasiet – etablering af en fagdidaktisk model for anvendelse i naturgeografi

Mikkel Wendelboe Toft

*Artiklen omhandler fagdidaktiske aspekter vedrørende anvendelse af geografiske informationssystemer (GIS) i gymnasiefaget naturgeografi. I artiklen opbygges en didaktisk model for GIS i gymnasieundervisningen. Modellen har sin didaktiske forankring i praksisfeltet. GIS gennemgås kort som begreb, og der opbygges en definition, som er relevant for gymnasieskolen. Gennem en analyse af de officielle bekendtgørelser for faget udstikkes rammerne for anvendelse af GIS i undervisningen. Artiklen afslutter med opbygningen af en didaktisk model som er niveaudelt og passer til fagets rammer. Modellen baserer sig empirisk på erfaringer og erkendelse fra observationer, en spørgeskemaundersøgelse samt gennemførelse af undervisningsforløb. Der arbejdes løbende på at videreudvikle modellen til anvendelse i folkeskolen.*

## Indledning

Denne artikel er et sammendrag af et specialeprojekt fra Geografisk Institut, februar 2006, omhandlende didaktiske aspekter af GIS i gymnasieundervisningen (Toft, 2006). Den didaktiske model som afslutningsvis præsenteres, baserer sig på en mængde empiri bestående af:

1. observationer i gymnasieklasser som anvendte GIS
2. en landsdækkende spørgeskemaundersøgelse blandt landets geografilærere omhandlende nuværende praksis og barrierer for anvendelse af GIS
3. gennemførelse af GIS-baserede undervisningsforløb i gymnasieklasser

Efter gymnasiereformens vedtagelse er anvendelsen af geografiske informationssystemer (GIS) kommet ind som en del af kernestoffet i faget naturgeografi. Ved et studie af læreplanen og undervisningsvejledningen for naturgeografi viser det sig at henvisningerne til og forklaringerne af anvendelse af GIS i faget er meget begrænsede.



Projektets formål har således været at opbygge en didaktisk model som kan fremme og styrke anvendelsen af GIS i gymnasieskolens geografiundervisning. Modellen er under løbende udvikling og forsøges blandt andet også anvendt i folkeskolen.

Tidligere tiltag med anvendelse af GIS i gymnasieskolen har primært været initieret af geografilærere med en særlig interesse for GIS, men samlet set har resultaterne ikke været tilfredsstillende (Toft, 2005). Selv om over 70 % af den samlede geografilærerstab har deltaget i efteruddannelse omkring GIS, er det mindre end 5 % der har anvendt GIS i relation til undervisningen (ibid.). De GIS-programmer, data og anvendelsestilgange som typisk bruges i uddannelsessystemet, ligger ofte tæt op ad den professionelle anvendelse, hvilket kun sjældent har vist sig hensigtsmæssigt (ibid.).

Det står klart at en meget stor del af de gymnasielærere der har deltaget i et efteruddannelseskursus, ikke umiddelbart begynder at anvende GIS i deres undervisningspraksis. Den gruppe af gymnasielærere der har været drivkraften, betegnes ofte af kolleger som "ildsjæle" der yder en stor personlig indsats inden for feltet. Ildsjælenes anvendelse af GIS er relativt udokumenteret og har karakter af et græsrodsarbejde som jeg mener skal tillægges en høj værdi i forhold til at åbne andres øjne over for mulighederne for GIS i gymnasieundervisningen. Deres pionerarbejde har været til stor inspiration for andre og fungerer som en grundsten for meget af den undervisning med GIS der finder sted i gymnasierne i dag. Der er dog stadig mange undervisere som peger på at de undervisningsforløb med GIS som tilbydes i dag, enten er i en for simpel eller en for svær udgave, hvilket resulterer i en modvilje da klassens sparsomme tid i stedet for foretrækkes anvendt i andre sammenhænge. Man har således ikke haft mulighed for, og lyst til, at adoptere de metoder pionererne inden for feltet har anvendt – dvs. enten det helt frie projektforsøg eller de styrede undervisningsforløb hvor der arbejdes med et afgrænset geografisk emne.

## Problemstilling

I projektet er der arbejdet ud fra følgende problemstilling:

*Hvordan kan GIS anvendes i gymnasieskolens naturgeografiundervisning under hensyntagen til gymnasieskolernes vilkår og fagets didaktiske rammer?*

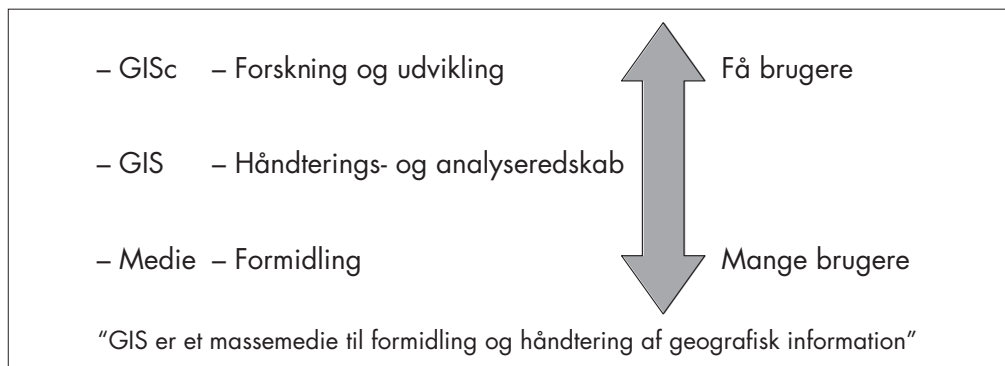
Der er fokus på opbygning af en model til anvendelse af GIS i undervisningen. Psykologiske og kognitive dele af det mikrodidaktiske niveau er elementer der ligger uden for dette projekts emneområde, og fokus er således *ikke* på hvor effektivt GIS er som pædagogisk værktøj i en undervisningssituation.

I projektet er fokus primært på naturgeografi B-niveau, hvor GIS eksplicit er nævnt i læreplanen, om end C-niveau, HF og Naturvidenskabeligt grundforløb (NVG) også inddrages i en diskussion om anvendelse af en niveaudelt definition af GIS.

## En niveaudelt definition af GIS

GIS har været anvendt i planlægning og til registrering af rumlig information inden for den offentlige og den private sektor i en lang årrække, og antallet af brugere og anvendelsesområder stiger støt. I Danmark havde det vi i dag vil kalde GIS, sin begyndelse i uddannelsessammenhæng på Geografisk Institut i 1988. I begyndelsen var GIS kun anvendt på særlige specialkurser på overbygningen, men det er siden da blevet en integreret del af uddannelsen på instituttet (Toft & Balstrøm, 2004). På det første kursus nye studerende på Geografisk Institut deltager i, er GIS defineret som: "... en kombination af edb-værktøjer til at opsamle, redigere, analysere og visualisere rumlig information ..." (Balstrøm, 2005, s. 5). Denne definition ligger ikke langt fra Peter Bourroughs ofte citerede definition der omtaler GIS som "a set of tools for collection, storing, retrieving at will, transforming, and displaying spatial data from the real world for particular purposes" (Borough, 1986, s. 11). Efterhånden som anvendelsen af GIS har bredt sig ud i utallige sektorer, og internettet er blevet en integreret del af arbejds- og fritidslivet, har GIS gennemgået en markant forandring. Fra i begyndelsen af 1990'erne at være isolerede computersystemer som kun professionelle kunne anvende, til i dag hvor GIS anvendes i mange sektorer i et utal af internet-services – ofte uden at brugeren ved (eller er interesseret i at vide) at det netop nu er GIS som anvendes.

Udviklingen i GIS må uvilkårligt pege på en nutidig generel anskuelse af GIS som værende et medie til formidling af geografiske data, dvs. et medie der kan kommunikere et budskab fra en analyse, eller som interaktivt kan servicere en bruger med ønskede informationer. Anskuelsen af GIS som et medie, kombineret med en tvedeling af GIS i en værktøjs- og videnskabsdel, vurderes at give tilpas bredde og dybde til de forskellige anvendelsespotentialer og brugerniveauer som findes i gymnasiet. Åbenlyst må der søges mod en bredere trindelt definition af GIS, idet jeg finder det umuligt at den traditionelle definition kan indeholde nutidens GIS. Figur 1 viser en sådan trindelt definition.



Figur 1. En illustration af den foreslåede trindelte definition af GIS som findes passende på gymnasieniveau.

Den foreslåede definition af GIS som står nederst i figur 1, består af en række komponenter som bliver forklaret i det følgende. *Massemediet* har langt de fleste brugere, og de er alle modtagere af et budskab eller skaber selv et budskab via et simpelt GIS. Et medie er en "overbringer" der altid skal ses i en organisatorisk og/eller politisk sammenhæng – forholdet mellem virkelighed og datarepræsentation er centralt her. Komponenten *håndtering* omhandler elementer som dataopsamling i den "virkelige" verden samt lagring, analyse og kartografi som resulterer i inputmateriale til et bestemt budskab. Endelig afgrænser *geografisk information* GIS til at omhandle fænomener ved/på/i jordoverfladen. Denne grafiske opstilling bygger videre på og indeholder således også begreberne *forskning* og *udvikling* (GISc – Geographic Information Science) således at den hierarkiske inddeling udbygges. Bemærk at definitionen *ikke* indeholder en beskrivelse af computerhardware og -software, men gør GIS fri af traditionelle elementfokuserede definitioner.

## Rammerne for GIS i naturgeografi

Som nævnt tidligere er geografi et af de fag der har undergået de største ændringer i gymnasireformen. "GIS" er et af de nye ord i læreplansteksten, men hvad gemmer der sig bag ordlyden? Og hvordan ønsker reformmagerne GIS anvendt?

I det følgende vil læreplanen og undervisningsvejledningen blive gennemgået for henvisninger til GIS, og efterfølgende vil henvisningerne blive analyseret med henblik på at forstå hvilken form for GIS der ønskes anvendt.

### Læreplanen for naturgeografi (B)

Den fremtidige indflydelse af GIS på naturgeografi kan analyseres ved at studere læreplanen som beskriver fagets identitet og formål, faglige mål og fagligt indhold, tilrettelæggelse og evaluering. Tilknyttet læreplanen findes en undervisningsvejledning som indeholder uddybende og forklarende kommentarer til læreplanens enkelte punkter og en række eksempler på undervisningsforløb.

I læreplanen er GIS nævnt tre steder, og disse vil blive gennemgået i det følgende.

Først og fremmest er GIS nævnt som en del af kernestoffet. "*Kernestoffet er følgende: Analyse og tolkning af kort og andre rumlige mønstre (...) – analyse af fly- og satellitbilleder og anvendelse af GIS (Geografiske Informations Systemer)*" (UVM 1, 2004, punkt 2.2). Heraf fremgår det at GIS skal anvendes til analyse og tolkning af mønstre, og i undervisningsvejledningen fastslås det at "*GIS er på B-niveauet blevet et obligatorisk redskab i undervisningen*" (UVM 2, 2004, punkt 2.2).

Under læreplanens afsnit 3 om tilrettelæggelse af undervisningen er det nævnt at "*Projektarbejdet omfatter casestudier, der normalt indebærer en betydelig anvendelse af it til søgning af data og bearbejdning i GIS mv.*" (UVM 1, 2004, punkt 3.2). Denne

formulering er ikke fulgt op i undervisningsvejledningen, men giver dog et praj om niveau og omfang af anvendelsen af GIS.

Videre i afsnit 3 nævnes det at *“IT skal inddrages i undervisningen til følgende formål: (...) – Visualisering og analyse af data, herunder anvendelse af GIS og billedbehandlingsprogrammel”* (UVM 1, 2004, punkt 3.3). Der findes ikke nogen uddybende forklaring i undervisningsvejledningen på punktet, idet der blot står: *“GIS er et obligatorisk redskab i undervisningen, men det enkelte hold vælger selv hvilket brugerniveau GIS anvendes på”* (UVM 2, 2004, punkt 3.3).

Som det fremgår af de tre passager i læreplanen hvor GIS er nævnt, så er hverken definitionen eller afgrænsningen af GIS beskrevet. Der er med andre ord åbnet op for en “fri” tolkning og definition af GIS og graden af anvendelse. Det står dog klart at anvendelsen af GIS har to formål, nemlig et *metodisk* og et *fagligt*, som tillader at der bruges tid og ressourcer på læring om GIS som metode således at GIS senere kan fungere som et redskab i tilegnelse af geofaglig viden.

I sammenhæng med GIS er der flere steder nævnt *fly- og satellitbilleder* samt *billedbehandlingsprogrammel*<sup>1</sup>, hvilket antyder en tæt sammenhæng mellem disse to discipliner. Denne sammenkobling kan fejlagtigt tolkes sådan at der er et fuldstændigt overlap mellem de to discipliner, og at de er to sider af samme sag. Det forholder sig imidlertid sådan at GIS og remote sensing nødvendigvis er to discipliner som anvender vidt forskellige arbejdsgange, værktøjer og data, samt at analysemulighederne, og dermed resultaterne, er af helt forskellig karakter.

### **Perspektivering af GIS mod læreplanen for naturgeografi-C og HF**

Det er kun i læreplanen for naturgeografi på B-niveau der står nævnt at GIS er obligatorisk; på HF og på C-niveau er det intet krav om anvendelse af GIS. Umiddelbart er der ingen hindring for at GIS, i en vis udstrækning, kan anvendes på disse to niveauer – i mange tilfælde vil GIS nemlig ganske givet kunne bidrage betydeligt til undervisningen i form af korte og afgrænsede undervisningsforløb. Det er næppe realistisk at tro at HF og C-niveau, grundet den begrænsede tid, vil anvende GIS i lange og intensive forløb, men derimod vil anvendelse i kortere forløb sagtens kunne finde sted (Seminar 1, 2004; Seminar 2, 2005; Kursus 1, 2005). Anvendelsen af GIS til informationssøgning, til simpel præsentation af geoviden eller til klassifikation af geodata er umiddelbart meget ukomplicerede funktioner. Her drejer det sig kun om at anvende de mest simple funktioner i GIS-programmet – eventuelt udelukkende anvende Web-GIS, dvs. GIS der kun kræver internetforbindelse og en browser – så lokal datahåndtering helt undgås.

1 Arbejdet med satellitbilleder i billedbehandlingsprogrammel omfatter også digital behandling af geografiske fænomener, men data indhentes via måling af f.eks. reflekteret lys som via algoritmer kan omsættes til eksempelvis vegetationskort.

## Undervisningsforløbene – indhold og erfaringer

I dette afsnit vil undersøgelsens undervisningsforløb blive beskrevet og erfaringerne opsummeret. Undervisningsforløb nummer 1 og 4 vil blive beskrevet mere indgående mens nummer 2 og 3 kun vil blive beskrevet kursorisk, grundet at de forløb er kortere og har et mere begrænset indhold. Afslutningsvis vil der være en sammenfatning af de samlede erfaringer fra undervisningsforløbene.

Det skal her understreges at hovedvægten i det efterfølgende afsnit være på det GIS-tekniske og den konkrete praksis ved anvendelsen af GIS, om end det geofaglige vil blive beskrevet for at skabe en samlet kontekst.

### Undervisningsforløb nr. 1

Dette første undervisningsforløb blev udviklet til og gennemført på Høje Taastrup Amtsgymnasium. Holdet var på B-niveau med kun 7 elever. Holdet havde gennemgået lidt geofagligt pensum inden GIS-forløbet startede, og det var meningen at flere af begreberne skulle diskuteres undervejs. Det blev planlagt at afvikle forløbet i en blokdag, hvilket vil sige en dag hvor eleverne kun har ét fag og således kan fordybe sig i ét emne. Der var således 8 lektioner til rådighed.

Den tekniske GIS-løsning som blev anvendt, var en kombination af data serviceret via internettet og data gemt lokalt på skolens computere. Gymnasiet havde netop indkøbt en skolelicens til det professionelle GIS-program ArcMap 9 hvorfor det blev anvendt i forløbet. Indledningsvis downloadede eleverne en "startpakke" fra undervisningsforløbets hjemmeside som både indeholdt nogle særlige programudvidelser som skulle anvendes, samt de temalag som skulle anvendes i analyseværktøjer der ikke kunne håndtere data serviceret via internettet. Baggrundskort, såsom højdeforhold og topografiske kort, samt arealanvendelsesdata og jordbundtemaer blev serviceret via internettet.

Undervisningsforløbets formål var at præsentere eleverne for et geofagligt område (jordbundslære) ved hjælp af GIS og havde altså ikke til primær hensigt at opbygge elevernes kompetencer inden for GIS. Eleverne blev dog bedt om at dokumentere deres arbejdsproces i form af et diagram eller i stikordsform for at give mulighed for efterfølgende diskussion af processen. De anvendte geodata var tilrettelagt således at de afgrænsede et nedbørsopland i henholdsvis Åmose på Sjælland og omkring Ansager Å i Jylland. Forløbet var inddelt i fire dele som havde en progression mod ét samlet resultat:

1. Arealanvendelse, analyse og diskussion af regionale forskelle
2. Jordressourcer, klassifikation og diskussion
3. Arealnedbør, beregning og diskussion
4. Høstudbytte, beregning og diskussion af regionale forskelle

Første opgave var en simpel analyse og diskussion af arealanvendelsen i henholdsvis et østdansk og et vstdansk eksempel. Eleverne åbnede et vektorkortblad over arealanvendelsen som indeholder op til 29 arealklasser. Som udgangspunkt blev alle arealklasser fremvist i ens farver således at kun afgrænsningerne mellem arealerne trådte frem. Opgaven var efterfølgende af skabe et tematisk kort bestående af kun fem farver efter eget valg som på bedste vis beskrev variationen i arealanvendelsen i området.

Anden opgave bestod i at lave en opgørelse over jordressourcerne inden for oplandet. Det vil sige en klassifikation og forklaring af fordelingen af de dominerende jordbundstyper på henholdsvis leret og sandet underjord.

I den tredje opgave skulle der beregnes arealnedbør for nedbørsoplandet ud fra gennemsnitsdata for perioden 1961-90. Dette udførtes med metoden "Thiessen Polygoner". Samtidig blev der etableret et kort over nedbørsfordelingen i hele Danmark og lavet en sammenligning med det enkelte opland.

Den fjerde og sidste opgave bestod i en beregning af høstudbyttet inden for oplandet på baggrund af de foregående resultater.

Forløbet blev afsluttet med en samlet analyse og diskussion af de regionale forskelle samt en gennemgang af arbejdsprocessen for på den måde at diskutere gyldigheden af resultaterne.

### **Erfaringer fra undervisningsforløb nr. 1**

Forløbets første opgave var rigtig god og ligetil, idet der her var tale om anvendelse af en meget simpel GIS-teknik og arbejde med en meget visuel opgave. Eleverne fik skabt rigtigt flotte kort og fik diskuteret regionale forskelle i arealanvendelse. Samtidig blev kartografisk indhold og den formidlingsmæssige del gennemgået, hvilket skabte en fin diskussion om hvilket budskab et kort sender. I de efterfølgende opgaver blev der ligeledes etableret kort, og de regionale forskelle blev analyseret og diskuteret. Den selvstændige dannelse af tematiske kort var en rigtig god måde at skabe interesse, erkendelse og diskussion omkring et geofagligt emne på. Opgaven indeholdt en del for eleverne avancerede beregninger, og der var ofte behov for en samlet gennemgang af arbejdsprocedurerne på trods af de tilgængelige vejledninger.

Skolens computere havde nogle særlige sikkerhedsindstillinger som gjorde det umuligt at få de planlagte programudvidelser til at fungere. Enkelte dele af opgaven måtte således ændres eller springes over. I den situation var en medbragt backup-cd meget anvendelig, idet der herpå lå færdige eksempler på opgavernes delresultater. De manglende analyseresultater blev således erstattet med data fra backup-cd'en således at undervisningen kunne fortsætte.

Vejledningerne til forløbene fungerede ikke tilfredsstillende. Den skriftlige forklaring på hjemmesiden var for kort, og en dybere introduktion til arbejdsprocessen

havde været nødvendig. Eleverne anvendte kun delvist de små filmklip der var blevet udarbejdet til at guide dem igennem funktionerne i GIS-programmet.

Dataserviceringen via internettet virkede upåklageligt, om end enkelte af de tunge baggrundskort skabte lidt ventetid for eleverne. Skolens computere var derimod problematiske idet mængden af RAM lå i underkanten af det anbefalede til kørsel af GIS-programmet. Der opstod således problemer med at enkelte maskiner lukkede ned hvilket resulterede i at dele af elevernes arbejde blev slettet.

Ved en afsluttende gruppeevaluering udtrykte eleverne stor begejstring over de resultater som de selv havde frembragt. De følte at det havde været motiverende at arbejde meget selvstændigt og skabe sine egne kort. Samtidig havde eleverne fået stor erkendelse for de regionale forskelle der eksisterer inden for arealanvendelse, jordbund, nedbør og dermed også høstudbytte.

Eleverne beklagede sig en del over at forløbet var for avanceret, og at de ikke altid havde tilstrækkelig viden til at forstå den komplette sammenhæng. Samtidig fandt de det problematisk at det GIS-tekniske indhold enkelte gange var så avanceret at jeg som udvikleren måtte træde til for at udrede deres arbejdsproces. Med hensyn til vejledning ved hjælp af filmklip fandt eleverne metoden fin og interessant. Dog afspillede filmene generelt for hurtigt, og muligheden for pause under afspilningen manglede. Således savnede eleverne en tastevejledning der mere grundigt beskrev GIS-funktionerne. Det var tydeligt at eleverne var begejstrede over arbejdet med de selvstændige opgaver, som eksempelvis en visuel klassifikation, hvorimod de avancerede beregninger var knap så motiverende og farverige.

Som udgangspunkt var dette første undervisningsforløb teknisk og fagligt set placeret et stykke over det niveau som kan forventes af en gymnasieklasse. Denne situation satte ekstra høje krav til både elever, læreren og mig, idet elevernes tålmodighed og tillid til forløbet flere gange var lille. Eleverne klarede det dog tilfredsstillende, om end de mistede den røde tråd et par gange undervejs. Dette skal samtidig ses i sammenhæng med mit valg om at lave ret ekstensive undervisningsvejledninger som beskriver de GIS-funktioner der skal anvendes.

## Undervisningsforløb nr. 2

Det andet undervisningsforløb som blev gennemført på Høje Taastrup Amtsgymnasium, var med et hold på C-niveau og skulle illustrere en meget simpel og kortvarig anvendelse. Forløbet blev afviklet over fire lektioner fordelt på to dage. Forløbet var inddelt i to emner:

1. Arealklassifikation i lokalområdet (delvist som i undervisningsforløb nr. 1)
2. Historisk arealanvendelse i lokalområdet, digitalisering

Formålet var at afprøve den visuelle klassifikation i et kort og afgrænset forløb for derigennem at give eleverne et kendskab til GIS som metode og redskab som ville kunne anvendes i undervisningen senere på året.

Data blev serveret via internettet kombineret med download af en "startpakke" som indeholdt et klargjort GIS-projekt med relative stihenvisninger til GIS-filer som var klargjort til digitalisering, samt reference til data som blev hentet via internettet. Der blev igen anvendt det professionelle GIS-program ArcMap 9.

Undervisningsforløbet bestod af to opgaver: først en arealklassifikation af elevernes lokalområde for at skabe diskussion og erkendelse af den nutidige arealanvendelse, dernæst digitalisering af bebyggede arealer og landbrugsområder i fire historiske kort i tidsperioder fra 1880 til 1995 for at illustrere udviklingen i området.

På baggrund af erfaringerne fra det første undervisningsforløb blev vejledningsmaterialet videreudviklet og forbedret på flere områder. Først og fremmest blev undervisningsforløbets hjemmeside suppleret med en mere udførlig tastevejledning således at eleverne havde denne som støtte i arbejdet. Samtidig blev de små filmklip der viste GIS-funktionerne, ændret således at der blev indlagt aktive stop ved hvert trin i filmen. Det var så op til eleverne at klikke på knappen "Fortsæt" når de var klar til at gå videre. Denne nye funktion gav eleverne mulighed for at skifte mellem demonstrationsfilmen og GIS-programmet efterhånden som der var behov for det. I forløbets anden opgave hvor eleverne skulle digitalisere, var det interessant at se hvordan en ellers forholdsvis kompliceret procedure kunne løses ved at have alle data forberedt og klargjort i en "startpakke". Elevernes præcision ved digitaliseringen var af meget svingende karakter, og det krævede tydeligvis lidt tilvænning at styre digitaliseringsværktøjet med musen.

## **Erfaringer fra undervisningsforløb nr. 2**

Som forventet gav forløbets første opgave et godt resultat i form af analyse og diskussion af arealanvendelsen i lokalområdet samt indsigt i kartografi og informationsindholdet i et kort. Forståelsen af lokalområdet blev yderligere styrket med forløbets anden opgave omhandlende digitalisering af den historiske arealanvendelse.

Det forbedrede vejledningsmateriale fungerede godt, og den mere udførlige tastevejledning blev i høj grad anvendt. Demonstrationsvideoerne blev kun anvendt som en førstegangsintroduktion til GIS-programmet.

Skolens computere var meget belastede af at køre GIS-programmet, og flere gange lukkede computere, til alles ærgrelse, ned. En overvejelse som blev gjort i forbindelse med gennemførelsen af dette relativt simple og korte undervisningsforløb, var at det professionelle GIS-program som blev anvendt i mange henseender, virkede for stort og uoverskueligt for eleverne. Samtidig var programmets krav til computerhardware så store at skolens computere (som ellers var helt nye) ikke kunne håndtere det problemfrit.



### Undervisningsforløb nr. 3

Det tredje undervisningsforløb blev gennemført på Espergærde Gymnasium og HF. Forløbet skulle fungere som en optakt til et længere projektforsløb (undervisningsforløb nr. 4) som eleverne senere skulle arbejde med. Formålet med forløbet var således at få skabt fortrolighed med og kendskab til det anvendte GIS-program samtidig med at eleverne blev introduceret til arealanvendelsen i lokalområdet. Forløbet havde således både en faglig hensigt og til formål at introducere eleverne til brugen af det GIS som de ville komme til at anvende i deres senere forløb.

Holdet var på C-niveau, og introduktionsforløbet varede 2 lektioner. Vejledningen blev formidlet via en hjemmeside, og selve instruktionerne til GIS-programmet blev primært vist via demonstrationsfilm. Således lagde forløbet op til at eleverne i høj grad lærte sig selv og hinanden GIS-programmets funktioner.

Data blev udelukkende serviceret via internettet, og der var således ingen data der blev gemt lokalt. I dette forløb blev det besluttet at anvende et gratis GIS-program som er særligt udviklet til undervisningsbrug. De gratis GIS-programmer har en række funktionelle begrænsninger hvorfor datagrundlaget skal være godt bearbejdet inden forløbet kan påbegyndes. Data blev derfor forædlet grundigt, og mange analysemuligheder blev afprøvet inden forløbet blev præsenteret til eleverne.

### Erfaringer fra undervisningsforløb nr. 3

Som ved de foregående forløb hvor der blev arbejdet med visuelle analyser af lokalområdet, var dette forløb en stor succes. Til forskel fra de tidligere forløb blev der her primært arbejdet med data fra Hovedstadens Udviklingsråd, og der blev anvendt et mindre og gratis GIS-program med begrænset funktionalitet. Eleverne tog godt imod programmet, og det skabte kun sjældent problemer for computerne. Grundet en begrænset funktionalitet var det nemt og overskueligt at navigere i programmet, og de enkelte funktioner blev let genkendt. Demonstrationsvideoerne blev kun anvendt som en opstart – herefter var det muligt for eleverne at arbejde på egen hånd. Grunden til at undlade en intensiv tastevejledning var at eleverne senere, i undervisningsforløb nr. 4, skulle arbejde med mange forskellige projekter og store mængder af geodata hvortil det ikke var tidsmæssigt muligt at udarbejde komplette vejledninger. Dette undervisningsforløb fik derved karakter af at have et rent metodisk formål som skulle styrke elevernes senere anvendelse af GIS.

### Undervisningsforløb nr. 4

Det fjerde og sidste undervisningsforløb var en forlængelse af det korte, introducerende forløb som er beskrevet ovenfor. Grundideen var at etablere en række grupper som selvstændigt skulle arbejde med en problemstilling. Formålet var todelt således at eleverne skulle opnå yderligere kompetencer inden for GIS mens de med GIS som

værktøj arbejdede med forskellige komplekse geografiske problemstillinger omhandlende regionplan 2005.

Projektet skulle afvikles over 12 lektioner, afsluttende med en præsentation. Alle data blev serveret via internettet, og eleverne arbejdede med et simpelt og gratis GIS-program.

Der blev udarbejdet seks undervisningsforløb:

1. Ændringer i kulturlandskabet – historisk set
2. Regionplan 2005 – Fingerplanen og grønne områder
3. Industri, infrastruktur, transportkorridor
4. Socioøkonomiske variationer i Helsingør Kommune
5. Socioøkonomiske variationer i Høje Taastrup Kommune
6. Drikkevand, sø og å – arealanvendelse, konflikter ift. landbrug, industri og by

Hvert undervisningsforløb havde sin dedikerede internetservice som kunne levere de geografiske data som var relevante for netop det forløb. Samtidig havde klassen en mindre række fælles internetservicer som indeholdt mere generelle temalag, såsom lande, amts- og kommunegrænse, topografiske kort, overordnet vejnet mv.

Klassen delte sig i grupper som efterfølgende valgte et emne i projektet. Eleverne begyndte derefter at diskutere opgavens indhold og af arbejdsforløbet. Hver gruppe fik tildelt en del af pensum som skulle indgå som en del af opgavebesvarelsen. Resultatet skulle afslutningsvis fremlægges for resten af klassen. En vigtig komponent i projektet var at eleverne selv forstod hvilke geodata de arbejdede med, hvilket vil sige at kende til deres oprindelse, anvendelsesmuligheder og begrænsninger. Derfor blev der etableret en særlig databeskrivelse til hver gruppe således at de nemt kunne få overblik. Løbende gennem forløbet blev de anvendte datas anvendelsesmuligheder diskuteret og vurderet.

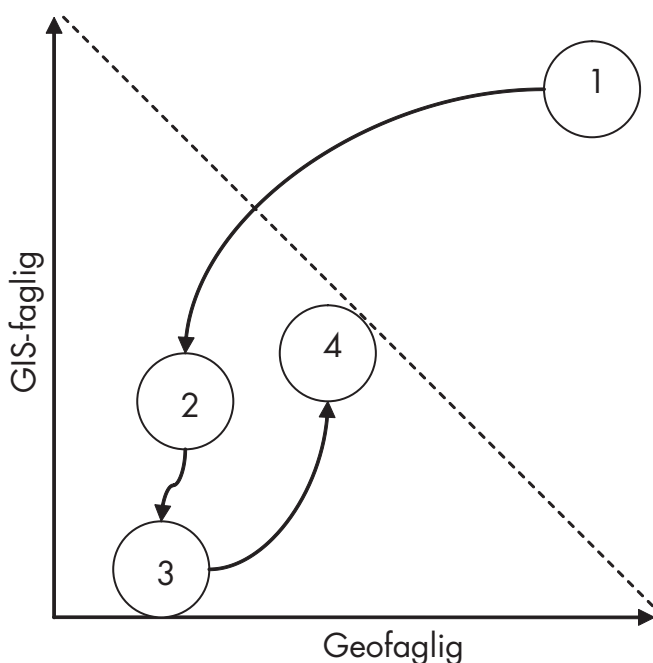
#### **Erfaringer fra undervisningsforløb nr. 4**

Eleverne arbejdede, som det fremgår af ovenstående oversigt, med meget forskellige projekter som hver for sig dækkede et bredt fagligt og GIS-teknisk spektrum. Det var meget arbejdskrævende at tilrettelægge seks forskellige opgaver idet fremskaffelse, konvertering og forædling af data var meget tidskrævende.

Set fra en GIS-teknisk vinkel var de funktioner eleverne anvendte, ikke komplicerede, men da deres anvendelse strakte sig over en længere periode, og da eleverne diskuterede anvendeligheden af deres data, fik de efterhånden en god forståelse for hvordan et GIS arbejder. Det var tydeligt at se at længere tids anvendelse flyttede elevernes fokus fra selve GIS-programmet til de faglige og metodiske diskussioner. Anvendelsen af GIS virkede altså mere og mere naturligt efterhånden som forløbet skred frem.

## Sammenligning af de fire undervisningsforløb

De fire undervisningsforløb kan indplaceres grafisk efter henholdsvis geofagligt og GIS-fagligt indhold, dvs. specifik viden om GIS og kundskaber i forhold til at kunne anvende GIS som et værktøj, som illustrerer de forskellige niveauer som undervisningsforløbene har fungeret på.



*Figur 2. Indplacering af de fire undervisningsforløb i relation til indhold af henholdsvis det geo- og det GIS-faglige indhold. Den stiplede linje indikerer en pragmatisk øvre grænse for det geo- og GIS-faglige indhold i undervisningen. Pileforbindelserne illustrerer den didaktiske udvikling i gennemførelsen af undervisningsforløbene som dels er styret af de didaktiske erfaringer der er erhvervet undervejs i forløbet, og dels af ønsker fra de respektive gymnasieklasser.*

Forskellen kan illustreres med figur 2 hvor undervisningsforløb nr. 2 og 3 er næsten identiske, men hvor nr. 2 indeholder væsentligt mere GIS-faglig viden end nr. 3. Forløbene havde to timer til rådighed hvorfor den geofaglige diskussion skulle fylde mest muligt. Ved anvendelse af et mindre og mere simpelt GIS-program fik eleverne et bedre overblik over relativt få funktioner som skulle anvendes i opgaveløsningen, og populært sagt blev der brugt mindre tid på teknik og mere tid på teori.

Den samme betragtning gør sig gældende for undervisningsforløb nr. 4, som var et længere projektforsløb. Anvendelsen af et lille og simpelt GIS-program gav en udfordring i relation til udvikling af undervisningsforløbene, men under afvik-

lingen stod det klart at elevernes viden om analyserne og de anvendte data var gode. Her skal det nævnes at klassen havde forløb nr. 3 som en introduktion til forløb nr. 4.

Det modsatte var at se ved afviklingen af forløb nr. 1. Her var både det GIS- og geofaglige så avanceret at eleverne kun netop klarede opgaven. Her var det tydeligt at det professionelle GIS-program var meget kompliceret og forvirrende for helt nye brugere, hvorfor der blev anvendt meget undervisningstid på blot at komme i gang samt til problemløsning undervejs. Dette er et eksempel på et brud på den didaktiske kontrakt da det didaktiske miljø ikke fungerede hensigtsmæssigt. Diskussionen om GIS-programmel skal afslutningsvis ses i relation til den økonomiske byrde det er for et fagbudget at anskaffe og vedligeholde et professionelt GIS-program – en barriere som mange respondenter i spørgeskemaundersøgelsen pegede på.

## **En GIS-didaktisk model for GIS i gymnasiet**

I denne del vil der blive fremlagt en samlet, afsluttende syntese som danner handleforskrift – en didaktisk model – for anvendelse af GIS i gymnasieskolen. Afslutningsvis perspektiveres implementeringen af den foreslåede didaktiske model, og der foreslås retninger for fortsat arbejde inden for det GIS-didaktiske felt.

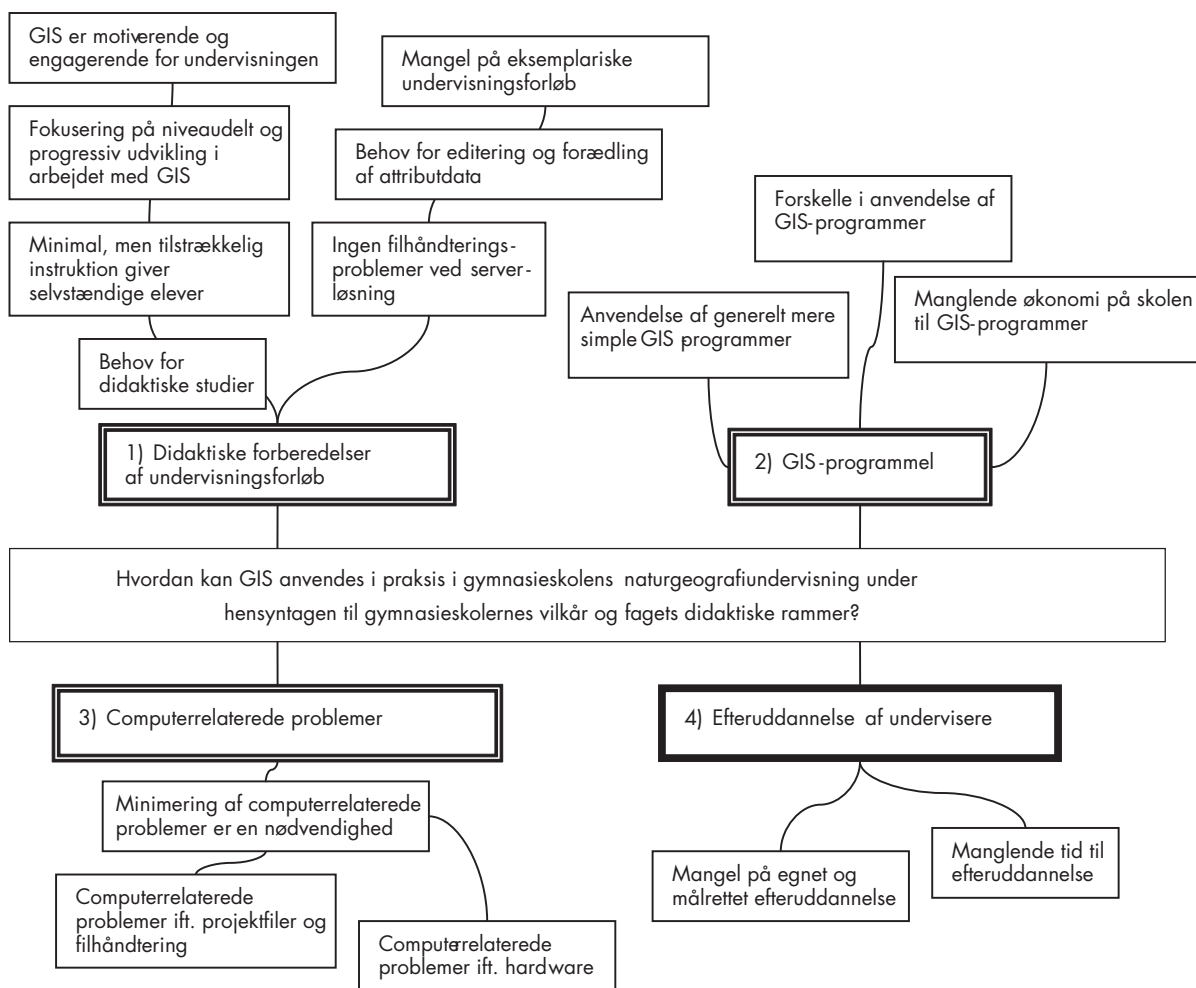
### **Introduktion**

Opbygningen af den didaktiske model tager udgangspunkt i den didaktiske trekant beskrevet i (Winsløw, 2006) og en antagelse om at den beskriver et didaktisk system hvori der findes regelmæssigheder og relationer hvorfra der kan udtrækkes fænomener og almengyldige mekanismer som kan overføres til andre undervisningssituationer.

Modellen skabes ud fra en ikke-argumenteret forudsætning om at anvendelsen af GIS i undervisningen er noget positivt. Det betyder at jeg har en konstruktiv tilgang og søger at finde en løsningsmodel for den problemstilling som er præsenteret i problemformuleringen uden egentlig at undersøge hvilken betydning GIS har for læring i en bredere forstand.

### **Grundelementer i den didaktiske model**

Via det empiriske arbejde er der blevet erkendt en række forhold som findes vigtige i opbygningen af den didaktiske model. Forholdene fungerer som grundelementer og kan inddeles i tre overordnede grupper som hver udgør en direkte del af den didaktiske model, samt i en gruppe som vil udgøre forudsætningen for anvendelse af modellen. Figur 3 viser de fire grupper og deres grundelementer.



Figur 3. De fire grupper og de faktorer som er input i den didaktiske model. Gruppe 1 til 3 indgår direkte i den didaktiske model mens gruppe 4 udgør forudsætningerne for anvendelse af modellen.

### 1) Didaktiske forberedelser af undervisningsforløb

Det er et helt afgørende punkt at undervisningen er engagerende og motiverende for eleverne – ellers kan den didaktiske kontrakt ikke opretholdes, og det didaktiske miljø nedbrydes. En måde at opretholde motivationen og engagementet på er ved at stræbe efter at eleverne møder det væsentlige og centrale – det som eleverne kan begribe og interesserer sig for, og samtidig nøjes med det som er overkommeligt. Her er måske netop kernen i niveaudelingen af GIS. Det overkommelige skal afvejes efter at eleverne kan arbejde i den primære adidaktiske situation som er der hvor eleven selv arbejder

og udvikler sin viden. Det drejer sig om at moderere mængden af vejledning således at det selvstændige elevarbejde opretholdes mens det samtidig er udforskende.

Ved udvikling af nye undervisningsforløb bør opmærksomheden henledes på en række forhold. Flere aktører mener at manglende geodata er en afgørende barriere for den fremtidige implementering af GIS i gymnasieskolen. Jeg mener umiddelbart at det er en fejlagtig opfattelse af situationen for GIS i undervisningen. At have store mængder geodata til sin rådighed er et privilegium, men det er efter min opfattelse ikke mængden men typen af data som er afgørende for anvendelsen. Min vurdering er at man skal være meget varsom med hvilke data man udbyder – og hvordan. Geodata som kommer direkte fra administrative institutioner, finder jeg sjældent direkte anvendelige i undervisningen. Data bør altid gennemgå en redigering således at den relevante anvendelse fremhæves.

## 2) GIS-programmel

Gennem undervisningsforløbene på gymnasierne er det vist at der er forskel på hvordan eleverne håndterer forskellige typer af GIS-programmel. Professionelt GIS-programmel er udviklet af kommercielle foretagender som har fokus på industriel og kommerciel anvendelse af systemerne. Systemerne er designet af og for eksperter, og det professionelle programmel anvender dele af mange forskellige vidensområder, såsom databasedesign, programmering, statistik, geodæsi og geometri. Som en direkte konsekvens af dets design bliver GIS-programmet kompliceret at anvende. Optimal anvendelse af GIS kræver en forståelse af mange af de ovenstående vidensområder, hvilket kan være med til at forklare hvorfor mange traditionelle brugere har deltaget i specialiserede kurser på eksempelvis universitetet. Umiddelbart er det ikke underligt at det er svært for en nybegynder at komme i gang med at anvende GIS.

Når GIS indledningsvis bringes ind i klasserummet, er det således vigtigt at de tekniske forudsætninger for anvendelse er at finde på et lavt niveau. Programmet skal være intuitivt og passende til den opgave som skal løses. Der bør således anvendes et GIS som er skalerbart enten i form af ændring af platform (fra Internet-GIS over et simpelt program til professionelt program) eller i form af nem og overskuelig ændring af brugergrænsefladen, så denne bliver mere simpel, og kun de funktioner som skal anvendes, er synlige.

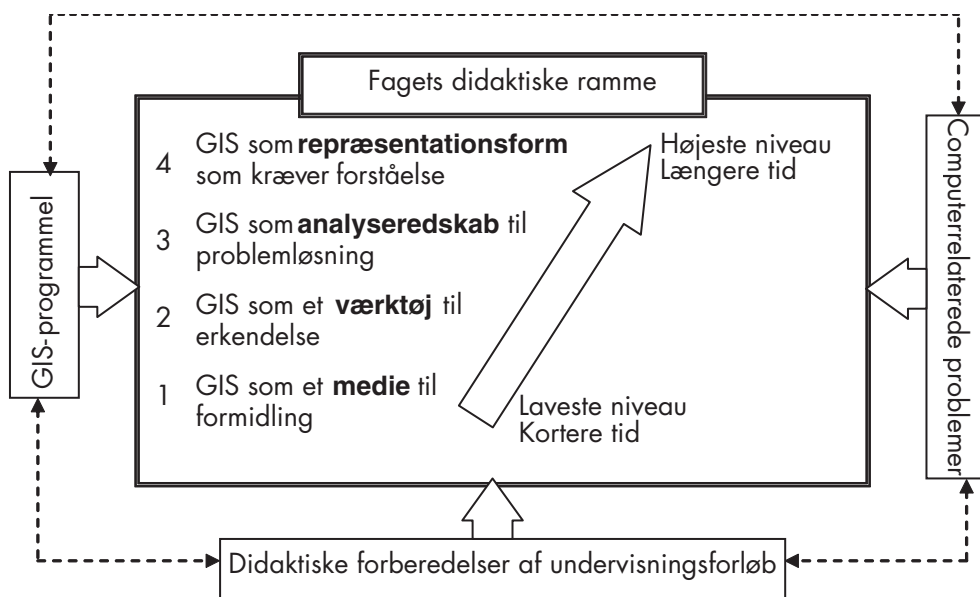
## 3) Computerrelaterede problemer

Gennem undervisningsforløbene er der identificeret computerrelaterede problemer som omhandler problemer med filhåndtering, forståelse af dataformater, computer- og serverkraft og netværksnedbrud. De computerrelaterede problematikker er hæftet til den enkelte brugers generelle it-kompetencer og praksisviden om GIS samt til kvaliteten af den pågældende undervisningsinstitutions computersystemer. Ikke desto

mindre er det vigtigt at søge at få afhjulpet disse problemer ved en didaktisk tilrettelæggelse så der hurtigst muligt nås ind til en anvendelse af GIS i undervisningen som støtter det faglige indhold.

### Konstruktion af den GIS-didaktiske model

Baggrunden for den niveaudelte anvendelse af GIS i undervisningen skal findes i erkendelse af det behov som gymnasieskolen har, og som er fremkommet via erfaringerne fra projektets empiriske dele. Den didaktiske model tager udgangspunkt i den definition af GIS som er beskrevet tidligere. Definitionen er trindelt og passer sammen med de argumenter fra analysen af læreplanen som fremhæver at en fokusering på en niveaudelt instrumentalisering af GIS vil skabe mulighed for anvendelse på flere niveauer. En niveaudeling lægger op til en progressiv anvendelse som leder eleverne (og læreren) gennem en udviklende proces hvori GIS løbende udvider og opbygger de ønskede kompetencer. Disse kompetencer kan være inden for såvel det GIS-faglige som det geografiske område.



Figur 4. Den niveaudelte didaktiske model for GIS i gymnasieskolen. Det laveste niveau kan f.eks. være anvendelse af et Web-GIS. På de mellemliggende niveauer kan gratis eller professionelle GIS-programmer anvendes. På højeste niveau arbejdes der med en teoretisk-metodisk forståelse af GIS.

Modellen opererer på niveauer som spænder fra GIS som et medie, over GIS som et værktøj/redskab til det højeste niveau: GIS som en geografisk repræsentationsform,

og indeholder en indlejret tidsfaktor da man må forvente at jo højere niveau der arbejdes på, desto mere af fagets tid anvendes. Niveaudelingen omkranses af de tre grundelementer som agerer på det mikrodidaktiske niveau, samt fagets didaktiske ramme som er en del af det makrodidaktiske niveau. Fagets didaktiske ramme er en integreret del af modellen mens grundelementerne hver især har indflydelse på henholdsvis den konkrete anvendelse af GIS og hinanden.

Forudsætningen for at den foreslåede GIS-didaktiske model kan anvendes optimalt, er etablering og gennemførelse af efteruddannelse for geografilærerne (det fjerde grundelement). Alle dele af projektets empiriske undersøgelser har vist et stort behov for efteruddannelse inden for GIS.

Det er min opfattelse at en optimal efteruddannelse bør lægge sig parallelt op ad de didaktiske retningslinjer der følges i elevundervisningen, således at lærernes GIS-kompetencer opbygges via det undervisningsmateriale de senere vil præsentere for eleverne. Efteruddannelsen skal have fokus på simple generiske dele af GIS og demonstrere og forklare netop de funktioner som formodes vil blive anvendt i gymnasieundervisningen. Formålet er dels en direkte GIS-teknisk læring som baserer sig på at underviseren selv anvender den tilegnede viden, og dels at der skabes indsigt i didaktiske problemer ved udvikling af undervisningsforløb med GIS. Sidegevinsten ved inkorporering af et projektforsløb vil være opbygningen af en større mængde undervisningsforløb som kan placeres i en "ressourcebank".

## Perspektivering

Retningen for eventuelt fremtidigt arbejde inden for det GIS-didaktiske område kan være todelt. Yderligere udvikling af didaktiske tilgange samt GIS-programmer som er dedikeret til uddannelsessektoren, er en nødvendighed så dynamikken bliver større og GIS mere tiltalende for eleverne.

Samtidig må fremtidige studier naturligt nok være dette projekts parallelle pædagogiske undersøgelse, som bør have fokus på hvilken betydning GIS har for læring i en bredere forstand. Hvor effektivt er GIS som medie i undervisningen? Hvordan og i hvilken form læres geofaglig viden gennem GIS? Netop disse spørgsmål er taget op i relation til det amerikanske skolesystem i en helt ny og yderst interessant udgivelse fra National Research Council (NRC, 2006) med titlen "Learning to think spatially: The incorporation of geographic information science across the k-12 curriculum".

## Referencer

- Balstrøm, T. (2005). *GIS&K-noten for kurset i blok 1 2005*. Geografisk Institut, Københavns Universitet.
- Biilmann, O. (2001). GIS and remote sensing on primary and secondary education – Rationale, strategies and didactics. I: D.R. Green (red.), *GIS: A sourcebook for schools*. Taylor & Francis.



- Borrough, P. (1986). *Principles of Geographical Information Systems for land resource assessment*. Oxford University Press.
- Goodchild, M. (1997). Reply: still hoping to turn that theoretical corner. *Annals of the Association of American Geographers*, 87(2), s. 373.
- Kursus 1 (2005). Efteruddannelseskursus (GIS) for geografilærere. Underviser: M.W. Toft. Efteråret 2005, Geografisk Institut, KU.
- Longley et al. (2001). *Geographic Information Systems and Science*. John Wiley and Sons.
- NRC. (2006). *Learning to think spatially: The incorporation of geographic information science across the k-12 curriculum*. Washington, D.C.: The National Academies Press.
- Seminar 1. (2004). Fagligt pædagogisk kursus i geografi arrangeret af undervisningsministeriets fagkonsulent Glen Volkers. Nørgaards Højskole, 31/8 til 3/9 2004.
- Seminar 2. (2005). Fagligt pædagogisk kursus i geografi arrangeret af undervisningsministeriets fagkonsulent Glen Volkers. Rødding Højskole, 13/9 til 16/9 2005.
- Sui, D.Z. & Goodchild, M. (2001). GIS as a media? *Guest editorial. International Journal of Geographical Information Science*, 15(5), s. 387-390.
- Toft, M.W. (2006). *GIS i gymnasiet – etablering af en fagdidaktisk model for anvendelse af geografiske informationssystemer i naturgeografi*. Specialeprojekt ved Geografisk Institut, Københavns Universitet.
- Toft, M.W. (2005). GIS i gymnasieskolen. *GeoNyt* 61/2005.
- Toft, M.W. & Balstrøm, T. (2004). Designing a Danish GIS-curriculum For University Students – What To Prioritize in a Beginner’s Course? I: *ESRI 2004 User Conference Proceedings. Track: Education, 2004*.
- UVM 1. (2004). *Læreplanen for “Naturgeografi B – Stx”*. Undervisningsministeriet.
- UVM 2. (2004). *Undervisningsvejledningen til Naturgeografi-B*. Undervisningsministeriet.
- Winsløw, C. (2006) *Didaktiske elementer – en indføring i naturfagene og matematikkens didaktik*. Frederiksberg: Biofolia.
- Wright, D. et al. (1997). GIS: Tool or Science? Demystifying the persistent ambiguity of GIS as “Tool” versus “Science”. *Annals of the Association of American Geographers*, 87(2), s. 346-362.

# Udfordringer for det tværfaglige samspil i gymnasiet

*Stinne Hørup Hansen, Center for Naturvidenskabernes og Matematikkens Didaktik, Syddansk Universitet*

*Artiklen beskriver erfaringer fra et tværfagligt forløb mellem fysik, kemi, biologi og matematik i en 1. g-klasse. Baseret på klasserumsobservationer og interviews fremlægges, ved hjælp af en række cases om lærernes tværfaglige tolerance, tværfaglig undervisning af enkeltfaglig lærer og elevernes håndtering af tværfagligheden, de udfordringer der kan opstå når fire fag og ikke mindst fire lærere skal samarbejde om et tværfagligt forløb. Det vurderes at lærerne ikke besidder de tværfaglige kompetencer der kræves for at integrere fagene i et samlet forløb frem for at køre parallelundervisning uden fagoverskridende aspekter. Det faglige samspil blev således overladt til eleverne.*

## Introduktion

Med gymnasiereformen der trådte i kraft i august 2005, stilles der krav til øget samspil mellem de naturvidenskabelige fag. Der lægges således op til et tættere samarbejde mellem fagene, men for at dette kan lade sig gøre, skal både elever og lærere forsynes med de didaktiske redskaber der er nødvendige for at håndtere fagintegrationen.

Nærværende artikel er en fremlæggelse af et undervisningsforløb for fysik, kemi, matematik og biologi i en 1. g-klasse på et dansk bygymnasium. Jeg fik mulighed for at deltage i planlægningen og afviklingen af det tværfaglige projektforsøg i begyndelsen af mit ph.d.-studium. Da der i gymnasiereformen er krav om at gymnasieskolerne sammensætter lærerteam til varetagelse af tre tværfaglige forløb, nemlig Almen sprogforståelse, Naturvidenskabeligt grundforløb og Almen studieforberedelse, havde gymnasiets biologi-, fysik-, matematik- og kemilærere, i en 1. g-klasse fået til opgave at gennemføre et tværfagligt projekt i foråret 2005. Projektet var således en forberedelse til gymnasiereformen og de teamorganiserede tværfaglige projektforsøg. Undervisningsforløbets krav og udfordringer kan i store træk sammenlignes med de problemstillinger lærerne aktuelt møder i afviklingen af Naturvidenskabeligt grundforløb.

I artiklen vil jeg behandle de udfordringer jeg observerede ved at fire fag og ikke mindst fire faglærere skulle arbejde sammen. De relevante problemstillinger fra det tværfaglige forløb vil blive eksemplificeret ved en række cases. Afslutningsvis vil jeg komme med et bud på hvordan man kan forbedre kvaliteten af tværfagligt projektarbejde i praksis.

Jeg er opmærksom på at man i gymnasiale sammenhænge foretrækker at anvende begrebet “samspil mellem fagene” og i andre sammenhænge “fagintegration” eller “interdisciplinaritet” i stedet for tværfaglighed. Betegnelserne dækker alt fra parallelundervisning i flere fag inden for samme emne til total fagintegration. I dette projekt valgte jeg at bruge betegnelsen tværfaglighed da det er et begreb eleverne er fortrolige med. Tværfagligheden i projektet bestod i starten fortrinsvis af parallelundervisning, mens fagene stort set var integreret i slutningen af forløbet. Dette vil blive uddybet senere i artiklen.

## Projektet

### Emne

Stråling blev valgt som det overordnede emne for projektet da det indgår i pensum i fysik og anvender eksponentialfunktionen og halveringskonstanten fra matematik. En afgørende faktor for emnevalget var at alle lærerne kunne se relevansen af at belyse emnet fra netop deres fag.

### Koncept

Projektets formål var at lade eleverne udarbejde en rapport om et emne inden for stråling og dernæst lave en mundtlig fremlægning af rapporten. Rapporten blev udarbejdet i grupper valgt af lærerne ud fra det princip at grupperne skulle bestå af fagligt stærke og svage elever. Eleverne blev introduceret til projektet og emnet stråling ved hjælp af et kompendium jeg udarbejdede efter aftale med lærerne. Kompendiet handler om en 16-årig pige og beskriver kortfattet i hvilke sammenhænge hun kommer i forbindelse med stråling af forskellig art, eksempelvis fra solariebrug og mobiltelefoni – situationer som eleverne kan relatere til (figur 1 viser et uddrag af kompendiet). Kompendiet afsluttes med uddybende information om stråling samt en liste over de emner inden for stråling grupperne kunne vælge at arbejde videre med (se tabel 1).

Sol, solarier, fotosyntese & D-vitaminer	Kræft. Initiering og behandling
Mobiltelefonstråling og hjernens kemi	Fosterdianostik og ultralydskanning
UV-stråling	Røntgenstråling
Radio og tv-bølger	Farver. Farvestoffer. Synligt lys
Mutationer, DNA, planteavl og udvikling af nye arter.	Strålesyge, direkte kropslige reaktioner på stråling
Daglig bestråling (madvarer, radonstråling i huse)	Kosmisk stråling. Gammaglimt fra sorte huller.

Tabel 1. Tværfaglige emner grupperne kunne vælge at arbejde med.

Projektets koncept kan relateres til de kriterier der ifølge Mitchell (1993) skal være opfyldt for at elevernes interesse for et emne stimuleres og fastholdes. Princippet i Mitchells model er at man kan fange elevers interesse ved at stimulere dem følelsesmæssigt og forståelsesmæssigt ved at lade dem arbejde i grupper, anvende computere og udføre små udfordrende opgaver og forsøg der kræver kreativ tænkning. For at fastholde interessen skal eleverne føle at projektet er meningsfuldt, og de skal udstyres med de kundskaber der skal til for at håndtere opgaven. Ved at lade eleverne arbejde selvstændigt i grupper og selv vælge et emne inden for stråling, udarbejde en problemformulering, planlægge projektets forløb og søge information på internettet forventede vi at fange og fastholde elevernes interesse.

Mit fokus i denne artikel er elevernes og lærernes håndtering af tværfagligheden. Derfor vil jeg ikke komme nærmere ind på interessebegrebet og hvilken effekt projektet havde på elevernes interesse for naturvidenskab.



Ursulla kan rigtig godt li' grapefrugter med rødt kød. De er fremavlet ved at bestråle kernerne fra de gule grapefrugter med gamma-stråler. Ursulla synes det lyder lidt uhyggeligt med strålerne og spekulerer over om grapefrugterne indeholder gamma-stråler og om det faktisk er sundt at spise dem.

Hvad sker der med kernerne når de bliver bestrålet?

Hvad er gamma-stråler?

Figur 1. Uddrag fra inspirationsmateriale der introducerer til et tværfagligt projekt om stråling.

## Faglige krav

Alle fire fag har en række obligatoriske afleveringer i løbet af året som omfatter opgaveregning i matematik og rapporter over praktiske forsøg i biologi, fysik og kemi. Dette betød at projektet skulle afsluttes med en rapport hvor alle fagenes krav til afleveringer blev imødekommet. Matematiklæreren var den eneste lærer der udleverede et ark med de krav der blev stillet til matematik. På arket stod blandt andet:

Rapporten skal indeholde følgende:

1. En redegørelse for hvad der forstås ved en eksponentiel udvikling, og hvad det har med radioaktiv stråling at gøre.
2. En redegørelse for, hvad der forstås ved halveringstid.
3. En beskrivelse af hvad enkeltlogaritmisk papir er for noget, og hvordan det bruges i forbindelse med eksponentielle udviklinger.
4. En redegørelse for hvordan vi laver eksponentiel regression på TI-89.

Find selv eksempler, der anskueliggør de enkelte punkter.

Biologilæreren havde skaffet bestrålede frø fra Risø til alle grupperne. Frøene skulle dyrkes, og forholdet mellem strålingsdosis og planternes højde skulle afbildes, og der skulle redegøres for resultaterne. De officielle krav fra kemi- og fysiklærerne var mindre strukturerede end i biologi og matematik. Kravene var at grupperne skulle udføre et forsøg inden for hvert fag, gerne i relation til deres emne, og redegøre for forsøget som en del af rapporten.

## Det praktiske forløb

Elevernes hjemmearbejde som optakt til forløbet var at læse kompendiet om stråling. Den første dag med projektet havde eleverne fysik, og fysiklæreren valgte at bruge timen til at demonstrere forskellige former for stråling for at fange elevernes interesse for emnet. Eleverne oplevede hvordan en sprunget pære kan begynde at lyse ved at sætte den i et glas vand i mikrobølgeovnen. Eleverne så også hvordan lyset spredtes ved at blive sendt igennem et gitter, hvilket førte til en kort gennemgang af bølger og det elektromagnetiske spektrum. Resten af timen blev brugt på at vælge emner i grupperne.

Tre af grupperne valgte at skrive om kosmisk stråling, to af grupperne om stråling og kræft mens den sidste gruppe valgte at skrive om stråling og farvernes verden.

Det praktiske forløb så således ud:

- Introduktion til emnet via kompendium samt tavleundervisning om stråling i fysik og kemi

- Emnevalg i grupper
- Litteratursøgning
- Skrive problemformulering
- Dyrke planter af bestrålede frø i biologi
- Udføre forsøg i fysik og kemi
- Redegøre for eksponentiel udvikling og halveringskonstanten i matematik
- Skrive dagbog på intranettet
- Udarbejde tværfaglig rapport
- Mundtlig fremlæggelse

Ved at afslutte projektet med en mundtlig fremlæggelse blev elevernes mundtlige formidlingsfærdigheder trænet. Denne afslutningsform stillede krav til at alle fire lærere var til stede samtidigt, hvilket på det tidspunkt var en meget usædvanlig situation i gymnasiet.

Projektet blev afviklet i løbet af tre uger.

### **Etnografisk metode**

Mit formål med at forske i forløbet var at undersøge hvorvidt det var muligt at lave et tværfagligt forløb imellem matematik og de naturvidenskabelige fag hvor eleverne oplevede at faggrænserne blev udvisket. Dette krævede således at jeg samarbejdede med lærerne om planlægningen af projektet så nedbrydningen af faggrænserne blev en del af forløbets overordnede struktur. Konkret udarbejdede jeg det korte inspirationskompendium om stråling og var fortaler for at projektet blev afsluttet med en samlet rapport og en mundtlig fremlæggelse. Fordelen ved aktivt at samarbejde med lærerne i planlægningen er at man som forsker får indblik i planlægningsprocessen samtidig med at man kan påvirke den i den retning man ønsker. Fordele og ulemper ved at samarbejde med lærerne er uddybende beskrevet i en artikel af Paul Cobb (Cobb, 2000).

Under selve afviklingen af projektet anvendte jeg en teknik kaldet "deltagende observatør" (Zevenbergen, 1998) som etnografisk metode til at indsamle data. En af fordelene ved som forsker at være deltagende observatør og dermed blive betragtet som en "ekstra lærer" er at der opstår en højere grad af fortrolighed og afslappethed hos lærerne og eleverne end hvis man var en fremmed og tavs observatør af undervisningen.

Jeg var til stede under hele forløbet og observerede elevernes arbejde og deres kontakt med lærerne. Jeg afsluttede projektet med spørgeskemaer og deltog efterfølgende i klassens årsprøve i fysik, hvor eleverne kunne trække spørgsmål om emnet stråling og deres egen rapport. 1 1/2 år efter projektet vendte jeg tilbage til klassen for at interviewe elever fra hver af grupperne. I den forbindelse stillede jeg spørgsmål

til deres oplevelser og minder om strålingsprojektet samt om deres oplevelser med tværfaglige projekter generelt.

Det empiriske materiale er således indsamlet fra flere vinkler:

- Feltnoter. Observationer af elevernes samtaler internt i gruppen samt deres kontakt med lærerne
- Dagbøger fra gymnasiets intranet
- Spørgeskemaer ved projektets afslutning
- Observation af mundtlig årsprøve i fysik
- Interviews med eleverne 1 1/2 år efter projektets afslutning

I denne artikel har jeg valgt at anvende resultater fra observationer og interviews.

## Resultater og observationer

Jeg valgte at fokusere på hvordan eleverne håndterede samspillet mellem fagene, og dermed hvordan de evnede at navigere rundt mellem fagene og integrere alle fagene i en samlet rapport. Under forberedelsen af projektet blev jeg klar over at et andet vigtigt fokusområde var lærerne. Det følgende handler således både om lærernes håndtering af det tværfaglige aspekt samt elevernes måde at håndtere samspillet mellem fagene på.

Jeg præsenterer resultaterne ved hjælp af udvalgte cases der belyser undervisningssituationen og bidrager til evalueringen af forløbet.

### Case 1: Lærernes tværfaglige tolerance

Lærernes største udfordring var at bidrage tværfagligt til forløbet. Særligt matematiklæreren havde svært ved at se mulighederne for fagoverskridende opgaver. Som det fremgår af nedenstående uddrag fra en samtale mellem matematiklæreren og én af grupperne, insisterede matematiklæreren direkte på at eleverne skulle aflevere matematikdelen i en separat rapport da han opdagede at eleverne ikke havde arbejdet med matematikdelen selvom der stod matematik på skemaet.

Følgende er et uddrag af samtalen mellem en gruppe og matematiklæreren (ML):

Magnus: Vi har ikke lavet noget matematik endnu. Vi regnede med at hvis vi gik videre med projektet vil vi støde på noget matematik.”

Karen: “Vi skal bare have nogle stoffer med deres halveringstid og så regne på det. Vi vil gerne have noget der hænger sammen med vores projekt.”

ML: “I skal lave en delrapport der kun handler om matematik.”

Efter denne episode talte jeg med matematiklæreren og opfordrede til at lade matematikken være en del af den samlede rapport og dermed støtte det tværfaglige koncept vi i fællesskab var blevet enige om under et af planlægningsmøderne. Matematiklæreren skrev efterfølgende en mail til lærerne og undertegnede:

Jeg har efter ønske fra flere grupper (og Stinne) besluttet at bede grupperne inddrage matematikken i den fælles rapport, og altså ikke forlange en særskilt matematik-delrapport.

Mange lærere, og dermed også elever, ser faget matematik isoleret fra de naturvidenskabelige fag, og de besidder ikke de tværfaglige kompetencer der kræves for at integrere matematikken i for eksempel fysik (Michelsen, 2006). Michelsen (2001) gennemgår hvorledes elever kan modellere eksponentialfunktionen ved at simulere radioaktivt henfald. Modellering åbner muligheden for samspil mellem matematik og de naturvidenskabelige fag, og det havde været en mulighed at benytte denne metode til at introducere eleverne for eksponentialfunktionen i dette konkrete projekt. I den forbindelse henviser jeg til Undervisningsministeriets faglige rapport om matematik: Kompetencer og matematiklæring (2002), som blandt andet indeholder en række forslag til fornyelse af matematikundervisningen.

På spørgsmålet *“Hvad tror du lærerne synes om tværfaglig undervisning?”* svarede en af drengene følgende:

*“Jeg tror de synes det er besværligt i hvert fald. Men det kan måske gi’ en bedre indsigt og interessere eleverne mere, og det er jo sådan også en motivation for lærerne, kan man sige, at deres elever sådan får en kraftigere interesse for det. Men samtidig så er det også bare meget arbejde, og det er lidt kompliceret at gå ind i (...) Det er måske forskelligt hvor meget læreren kan li’ at man laver noget der måske ikke har noget med deres fag at gøre.”* (forfatterens fremhævning)

Når man arbejder tværfagligt ud fra et givent emne og uden detaljerede krav fra fagene, er det naturligt at der bliver lagt mere vægt på nogle af de involverede fag frem for andre. I de fleste tilfælde er det problematisk at bevare en rød tråd i rapporten hvis alle fag skal have lige meget vægt. En nedbrydning af faggrænserne kræver således at fagene ikke behøver at fylde lige meget, og at lærerne er villige (og kan tillade sig det i forhold til pensum og afleveringskrav) til at træde til side med deres fag og lade eleverne bestemme vægtningen af faget i forhold til deres rapport.

Lærernes manglende tværfaglige tolerance bunder i to ting. For det første var der nogle pensummæssige og afleveringsmæssige krav der skulle opfyldes for at de kunne bruge så forholdsvis mange timer på projektet. For det andet var lærerne usikre på at



træde ind på de andres fagområder. Dette bevirkede at de forsøgte at trække eleverne tilbage til deres egen "faglige hjemmebane" uafhængigt af det emne eleverne havde valgt at arbejde med.

## Case 2: Elevernes håndtering af tværfaglighed

Forløbets opbygning gav eleverne en skiftevis flerfaglig og enkeltfaglig tilgang til emnet. Når de mødtes med faglærerne, blev de bedt om at fokusere på de enkelte fag, mens de selvstændigt i grupperne arbejdede tværfagligt. Eleverne brugte meget tid på at tilgodese alle fagene og imødekomme de forskellige krav der blev stillet fra de fire fag.

Dreng:

"Jeg synes det er noget af det sværeste vi har haft [henviser her til matematikken]. Det er første gang vi har sådan noget rigtig gymnasieagtigt. Jeg havde forventet at det ville være sådan hele tiden. Det er også svært at tænke på alle fagene samtidig. Det første vi gør når vi mødes, er at snakke om hvordan vi kan få alle fagene med."

En af grupperne snakker med kemilæreren (KL).

Tina: "Vi skal lave et forsøg med at måle stråling indenfor og udenfor i eftermiddag."

KL: "Hvordan vil I få noget kemi med ind i det?"

Tina: "Kan vi lave et forsøg med frie radikaler? Bare sådan et lille et? Det er lidt kedeligt hvis vi alle sammen laver det samme."

Pia: "Vi har kun noget kemi med om dna."

KL: "Hvad forstår I ved dna? Et dna-molekyle er jo opbygget kemisk. Det kunne I jo skrive noget om."

Pia: "Hvad med den katastrofe i Tjernoby, kan der ske en evolution ved det? Kunne man ikke kæde det sammen med mutation?"

Astrid: "Har et nordlys ikke noget med kemi at gøre?"

KL: "Jo."

Tom: "γ-stråling, har det ikke noget med kemi at gøre?"

KL: "Jo, det er også meget fysik. Jeg tror at I skal lave forsøg med γ-stråler i fysik."

Astrid: "Kan man lave et forsøg med nordlys?"

KL: "Nordlys er noget med nogle exciterede elektroner."

Astrid: "At de henfalder."

KL: "Nej, at de hopper fra en energitilstand til en anden."

Astrid: "Er det ikke nok kemi?" [eleven håber på at kemilæreren er tilfreds hvis de skriver om nordlys].

I det ovenstående uddrag af en samtale med kemilæreren er det tydeligt at se at eleverne er forvirrede over hvordan de kan få alle fagene med, og usikre på om det er kemi eller fysik de beskæftiger sig med. De forsøger at få hjælp af kemilæreren som selv er lidt usikker på hvilken rolle kemi skal spille inden for det emne de skriver om. Samtalen viser at eleverne efterspørger hjælp, men i sidste ende overlades det til dem selv at få inddraget alle fagene og dermed tænke tværfagligt, hvilket sætter eleverne i en urimelig situation. Som nævnt i den forrige case kan det diskuteres om det overhovedet er rimeligt at forlange at alle fire fag skal være inkluderet i rapporten hvis ikke emnet er relevant at belyse fra eksempelvis en kemisk indgangsvinkel.

Det lykkedes dog flere af grupperne at udarbejde en rapport der på elegant vis binder alle fagene og forsøgene sammen. En af de grupper der valgte at skrive om kræft, stråling og mutationer, indleder 2. afsnit på følgende måde:

Først har vi lavet en biologirapport over et planteforsøg. Dette forsøg viser os, at stråling i høj grad går ind og påvirker cellerne og laver mutationer.

Overgangen til fysikken og de forskellige strålingstyper håndterede de på følgende måde:

Vi har valgt at beskæftige os med kræft, opstået som følge af radioaktiv stråling.

og videre til et afsnit om strålebehandling:

Stråling kan altså forårsage kræft. Men det kan også bruges som behandling.

Kemien fik de inddraget ved at beregne den energi der skal til for at bryde en OH-binding med følgende overgang:

Menneskekroppen består af 60 % vand. Derfor vil vi nu finde ud af hvad der sker når et vandmolekyle udsættes for stråling.

Beregningen førte dem til følgende sammenhæng:

Vi har nu bevist at bl.a. en gammastråle er nødvendig for at bryde en OH-binding. Vi har valgt at skrive nærmere om gammastråling, fordi den har den nødvendige energi, og en rækkevidde som er skadelig på mennesker fra en længere afstand.

Formålet med fysikforsøget blev dermed:

Vi vil se, hvor meget man kan bremse gammakilden, ved forskellige længder af spegepølse, fordi den indeholder meget vand og fedt ligesom menneskekroppen.

Til gengæld lykkedes det ikke gruppen at lave en overgang til matematikdelen, som derfor fremstår som et kapitel uden sammenhæng med resten af rapporten.

### Case 3: Informationssøgning

I projektet tilbragte eleverne megen tid ved computeren for at søge informationer på internettet. Resultatet af en internetsøgning er ikke fagopdelt, hvilket eksemplificeres af en google-søgning på ordet stråling der umiddelbart giver links til informationer fra ordbøger, Sonofon, Kræftens Bekæmpelse, Sundhedsstyrelsen, om Wilhelm Röntgen m.m.

Det var svært for eleverne at havne på et passende fagligt niveau ud fra søgninger på internettet – hvilket rapporterne også flere steder bærer præg af. Til gengæld fik de hjælp til tværfagligheden og blev ofte præsenteret for fascinerende informationer. Eksempelvis læste en gruppe om fantomkroppen Fred som er blevet sendt ud i rummet om bord på den internationale rumstation ISS.

Uddrag af rapport fra gruppe 5:

Han er blevet sendt med rumskibet for at besvare tre vigtige spørgsmål i målet på at finde ud af, hvor meget stråling astronauter egentlig modtager, når de tager ud i rummet. Der er endnu ingen astronauter, som er blevet ramt af strålesyge, men man er sikker på, at astronauterne vil få problemer med helbredet ved gentagende gange at blive udsat for stråling, da det går ind og forstyrrer cellernes funktionsdygtigheder.

Ved at inddrage Fred i deres rapport får gruppen perspektiveret strålingsemnet, og der lægges direkte op til en uddybelse af fænomenerne strålesyge og kosmisk stråling samt funktionen og anvendelsen af dosimetre m.m.

### Case 4: Tværfaglighedens styrke

En gruppe sidder og regner matematikopgaver. De har beregnet halveringstiden for et radioaktivt stof og reflekterer over resultaterne.

Anna: “Går der så mange år? Hvor vildt.”

Sofie: “Ja, prøv at tænke, der går så mange år før der kun er halvdelen tilbage.”

De regner lidt videre:

Sofie: “Hvor er det absurd, efter 3 mio. år, hvis vi har 16 g, har vi kun 1 g.”

Ved at regne på fysikken ved hjælp af den matematik de lige har lært, kommer eleverne til at reflektere over de resultater de får. Faktisk blev eleverne i denne gruppe så overraskede over resultaterne at de besluttede sig for at én skulle tjekke facit ved hjælp af en fysikbog, og en anden ville finde fysiklæreren og diskutere det med ham. Eleverne er opmærksomme på at de er i en tværfaglig kontekst, hvilket inspirerer dem til kritisk at vurdere resultaterne ud fra deres kendskab til fysik. Det er vigtigt at eleverne lærer at de gerne må bryde faggrænserne i andre sammenhænge end under tværfaglige forløb. Claus Michelsen (2001) anvender begrebet domæneudvidelse til at beskrive hvordan matematiske begreber kan overføres til og anvendes i fysik. Elever der danner matematiske begreber i et udvidet fagligt domæne, opnår mere bæredygtige og fleksible begrebsbilleder og er dermed i højere grad end normalt i stand til at identificere nye fagoverskridende situationer og problemstillinger hvor de nytilegnede ideer, modeller og begreber kan være relevante at anvende (Michelsen, 2001).

### Case 5: Flerfaglig undervisning af enkeltfaglig lærer

Ditte: "(...) Jeg har aldrig forstået hvad det er der vælger at henfalde. Hvorfor er det den halvdel og ikke den anden? Det er altid den samme halveringstid."

ML: "Forestil jer at det er ligesom en isterning der smelter."

Ditte: "Aaah, nu forstår jeg det!"

Har man kendskab til fysik, vil man vide at det svar matematiklæreren giver her, grundlæggende er forkert. Desværre er svaret ikke bare forkert, men svaret er også en analogi der umiddelbart er nem at forestille sig, og dermed vil det hænge ved hos eleverne. Jeg har valgt at tage dette eksempel med for at illustrere hvordan eleverne kan modtage fejlagtige informationer når de undervises tværfagligt af en lærer der som i dette tilfælde ikke har læst fysik på universitetet. Læreren var specialiseret inden for matematik og idræt, men er ikke fagligt rustet til tre ud af de fire fag i det tværfaglige projekt. Det samme var tilfældet for biologilæreren, der også underviser i billedkunst. Det er nødvendigt for lærerne at have indsigt i alle involverede fag for at kunne bidrage tilfredsstillende til et tværfagligt projekt. Uden denne indsigt overlades tværfagligheden til eleverne.

En pige svarer på spørgsmålet "Hvis man skulle øge samspillet mellem fagene, hvor skulle man så sætte ind?":

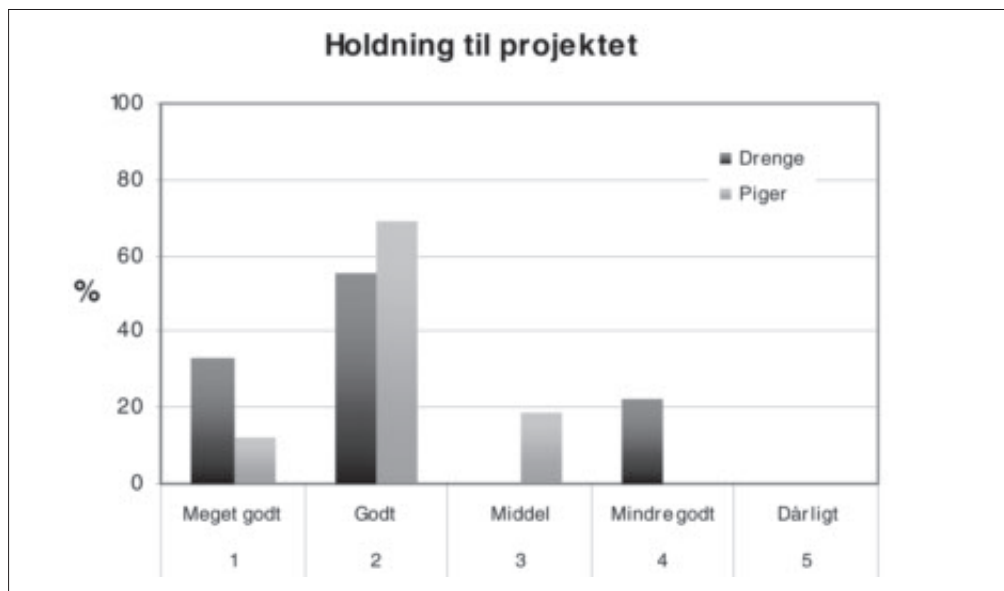
"Det kunne gøre undervisningen mere spændende, men jeg tror det er et problem med lærerne. Jeg tror ikke de gider."

Reformen har imidlertid bevirket at lærerne bliver tvunget til at arbejde sammen, og en evaluering af grundforløbet (Dolin et al., 2006) viser faktisk at der er stor tilfredshed

med samarbejdet mellem lærerne, både blandt lærerne og eleverne. Flertallet giver dog udtryk for at Naturvidenskabeligt grundforløb, som dette projekt kan sammenligne sig med, har været tilrettelagt mere som parallelarbejde end egentlig fagintegration.

## Evaluering

Eleverne var generelt meget positive over for projektets forløb, hvilket blandt andet afspejles i grafen i figur 2 der viser elevernes svar på spørgsmålet om hvad de syntes om projektet generelt. 81 % af pigerne og 89 % af drengene syntes godt eller meget godt om projektet.



Figur 2. Grafisk afbildning af elevernes holdning til det tværfaglige undervisningsprojekt om stråling.

Tilfredsheden kan ligeledes ses i de nedenstående kommentarer fra eleverne:

Pige: “Det har været rigtig godt. Det er noget jeg gerne vil gøre igen da det er nemmere at overskue hvis man kan beskæftige sig med det samme emne i flere fag. Det gør det også sjovere.”

Pige: “Jeg synes det har været godt at prøve at kombinere de forskellige fag, men også lidt forvirrende. Glæder mig nu alligevel til at fagene igen bliver skilt ad.”

Dreng (1½ år efter): “Jeg synes den store valgfrihed var noget af det bedste. Det var da noget af det mest selvstændige jeg har lavet i hele gymnasietiden.”

## Konklusion og perspektivering

Projektet blev iværksat for at forberede lærerne på tværfaglige forløb i forbindelse med gymnasireformen, da lærerne på daværende tidspunkt kun havde ringe erfaring med tværfagligt samspil. Det er mit indtryk at erfaringerne fra dette forløb er aktuelle da de er sammenlignelige med de udfordringer lærerne møder i dagligdagen efter reformen trådte i kraft.

Generelt havde lærerne en positiv tilgang til projektet om end de var usikre på hvordan projektet ville udfolde sig, og tilbageholdende med at lægge en fast struktur ned over projektet – hvilket desuden ville kræve en højere grad af planlægning og dermed flere møder. Indstillingen var således: “Lad os se hvad der sker, og så tager vi den derfra”.

Det havde været nemmere for lærerne at forberede sig til projektet hvis der var en mere fast ramme omkring forløbet. Projektet blev planlagt under to møder der blev afholdt fredag i frokostpausen. Denne mødeform satte en naturlig grænse for mødernes varighed, møderne blev nemt forhastede, og muligheden for fordybelse var begrænset. Ikke overraskende er dette problem forværret efter indføringen af reformen. Langt flertallet af lærerne der indgik i en evaluering af grundforløbet (Dolin et al., 2006), forklarer at det største problem med planlægningen af Naturvidenskabeligt grundforløb er at det er svært at finde mødetidspunkter.

I slutningen af det tværfaglige forløb opfordrede matematiklæreren til et møde hvor vi kunne aftale hvornår eleverne skulle aflevere, hvornår de skulle fremlægge, samt hvordan de skulle evalueres. Dette vidner om den meget løse struktur projektet var bygget op om. Det havde sandsynligvis været en fordel med en “tovholder”/teamkoordinator eller hvis lærerne i højere grad snakkede sammen og koordinerede indsatsen i løbet af projektet. Dette problem kunne for eksempel løses ved at lærerne efter hver time skrev en kort mail om timens forløb og om aftaler indgået med de forskellige grupper.

Strålingsprojektet var meget omfattende da både matematik og de naturvidenskabelige fag var med i det tværfaglige samarbejde. Det var udfordrende for eleverne at forholde sig til fire fag samtidigt, og svært for lærerne at holde sig orienterede om projektets forløb og hjælpe eleverne med faglige problemer der lå uden for deres fagområde. Principielt fjernede lærerne faggrænserne for eleverne og bad dem udføre det tværfaglige arbejde. De blev hjulpet af fagrepræsentanter – ikke af en tværfaglig lærer. Elevernes sværeste opgave var at tænke alle fagene ind i en større sammenhæng mens faglærerne trak i dem fra hver deres side.

Til gengæld gav projektets opbygning en unik mulighed for fordybelse og belysning af et selvvalgt emne fra mange faglige vinkler. Dette aspekt var både tilfredsstillende for eleverne og en afspejling af den moderne forskning hvor der i krydsfelterne mellem flere discipliner foregår en kæmpe udvikling i disse år.

Projektet formåede at interessere og engagere eleverne under hele forløbet, og 1 1/2

år efter projektets afslutning er eleverne stadig i stand til at fortælle indgående om netop deres emne i projektet.

### **Hvad skal der så til for at optimere tværfaglig undervisning i praksis?**

I maj 2006 udgav Undervisningsministeriet (2006) en rapport om teamorganisering og ledelse i gymnasierne. Rapporten præsenterer resultaterne af en undersøgelse af hvordan teamorganisering forløb i det første semester efter reformen trådte i kraft. Gennemførelse af de tværfaglige forløb i organiserede team er en helt ny måde at arbejde på, og de enkelte team har skullet udarbejde nye undervisningsmaterialer til disse forløb. En af hovedkonklusionerne i rapporten er at der har været flest vanskeligheder forbundet med Naturvidenskabeligt grundforløb. En af forklaringerne er at der ikke har været et eksisterende materiale at tage udgangspunkt i, samt at fagene er meget forskellige. Rapporten påpeger således behovet for undervisningsmateriale i form af for eksempel kompendier og tværfaglige bøger der direkte kan benyttes i undervisningsforløbene. I tillæg til konklusionerne i denne rapport foreslår jeg desuden videreuddannelse af lærerne så deres tværfaglige naturvidenskabelige kompetencer forbedres. Dette er nødvendigt hvis man ønsker at samspillet mellem fagene i højere grad skal gennemføres via ægte fagintegration og ikke i form af parallelundervisning, som det fortrinsvist er tilfældet i dag (Dolin et al., 2006).

I publikationen "Bedre Uddannelser" udgivet af Undervisningsministeriet (2002) står der:

Flere studerende gennemfører tværfaglige universitetsuddannelser, som fx nanoteknologi (fysik, kemi, biologi, teknik) og bioinformatik (datalogi, statistik, matematik, molekylærbiologi) frem for de mere traditionelle 2-fagsuddannelser. Det må undersøges, hvordan spørgsmålet om disse kandidaters faglige kompetence til undervisning i gymnasieskolen skal håndteres. Dette skal også ses i lyset af den truende mangel på gymnasielærere inden for naturvidenskab. (Undervisningsministeriet, 2002)

Denne problemstilling blev perspektiveret af én af eleverne da jeg interviewede ham 1 1/2 år efter projektet. I uddraget kommenterer han hvordan lærerne kan blive bedre til tværfaglige projekter:

"Og så tror jeg at hvis man så, ja, det er måske lidt langt ude, men hvis man lavede sådan nogle uddannelser hvor man fik tre-fire forskellige fag [på universitetet], og så det eneste man lavede, det var sådan nogle tværfaglige projekter [på gymnasiet] hele tiden. Jeg tror godt det kunne være godt at have sådan en gruppe lærere der bare ved hvordan man skal arbejde sammen. Så tror jeg at det vil bringe en hel masse mere orden i det."

Man kunne forestille sig en ressourcegruppe bestående af lærere med en tværfaglig universitetsuddannelse hvis primære jobfunktion var at lave tværfaglige projekter enten i samarbejde med klassens egne lærerteam eller separat fra den almindelige undervisning. Denne løsning vil, af økonomiske grunde, ikke blive realiseret da lærerteamet *tilsammen* besidder de faglige kompetencer der kræves for at vejlede eleverne igennem et tværfagligt forløb. Flere gymnasier har dog valgt en sammenlignelig model til afvikling af Naturvidenskabeligt grundforløb, hvor en gruppe lærere har varetaget undervisningen inden for et tværfagligt emne i alle 1. g-klasser på gymnasiet. Denne løsningsmodel sikrer fagligheden, men problemet er til gengæld at lærerne har oplevelsen af at udføre en form for samlebåndsarbejde. Desuden bliver deres kendskab til eleverne og deres kompetencer utilfredsstillende for både lærerne og eleverne (Dolin et al., 2006).

Tværfaglig efteruddannelse af lærerne er derfor en vigtig faktor for at det faglige samspil kan gennemføres på et tilfredsstillende fagligt niveau af alle lærere. En umiddelbar løsning kunne være at opfordre eleverne til at formulere deres spørgsmål til lærerne via intranettet og dermed give lærerne mulighed for at forberede sig før timen og eventuelt opsøge den manglende viden hos deres kollegaer med de rette faglige kompetencer.

Det faglige samspil er kommet i fokus med indførelse af gymnasiereformen i 2005. Nu er udfordringen for underviserne, læremiddeludviklerne og forskerne i fællesskab at løfte opgaven så man ikke overlader det faglige samspil til eleverne. I den forbindelse vil jeg fremhæve at tværfagligt arbejde altid har været et bærende element i htx-uddannelsen. I undervisningsministeriets publikation "De fire tværgående dimensioner på htx" fra 2000 kaldes den ultimative form for tværfagligt samarbejde *tværførløb* og beskrives på følgende måde:

Der vælges et tema/emne, og skemaer brydes op (det vil for det meste være nødvendigt), faggrænser udviskes, lærerrollen ændres til i højere grad at være en konsulentrolle, der arbejdes projektor organiseret, og der er et fælles produktkrav. Denne samarbejdsform vil i langt højere grad end de andre (temaforløb og parallelforløb) fremme elevernes helhedsforståelse, og samtidig vil den være med til at fremme en lang række af elevernes bløde kvalifikationer som f.eks. samarbejdsevner, selvstændighed og ansvar for egen læring.

Publikationen indeholder mange redskabsorienterede anbefalinger til hvordan tværfaglig undervisning kan gennemføres, og behandler desuden de pædagogiske udfordringer og muligheder der ligger i projektor organiseret, tværfaglig undervisning.

Man kunne således med fordel vende blikket mod de tekniske gymnasier og gøre brug af deres mangeårige erfaringer med tværfagligt projektarbejde inden for naturvidenskaberne.




**Min baggrund**

Jeg er ph.d.-stipendiat under Center for Naturvidenskabernes og Matematikkens Didaktik på Syddansk Universitet i Odense. Jeg har en baggrund som civilingeniør i bioteknologi – en meget tværfaglig naturvidenskabelig universitetsuddannelse. Mit ph.d.-projekt er samfinansieret af Institut for Filosofi, Pædagogik og Religionsstudier på SDU og det interdisciplinære forskningscenter BioNET, som er et nydannet nationalt center for biofysisk forskning og undervisning. Med fysikken kan man udvikle modeller, opstille ligninger og anvende naturens love til at beskrive de biologiske systemer i detaljer. Formålet med mit ph.d.-studium er at undersøge hvorledes man kan forbedre elevernes interesse for fysik ved at udvikle og implementere et tværfagligt undervisningsforløb mellem fysik og biologi der tager udgangspunkt i aktuel forskning inden for biofysik.

**Referencer**

- Cobb, P. (2000). Conducting Teaching Experiments in Collaboration With Teachers. I: A.E. Kelly & R.A. Lesh (red.), *Handbook of Research Design in Mathematics and Science Education*. Mahwah, New Jersey, London: Lawrence Erlbaum Association, Publishers, 12, s. 307-333.
- Dolin, J., Hjemsted, K., Jensen, A., Kaspersen, P. & Kristensen, J. (2006). *Evaluering af grundforløbet på stx*. Institut for Filosofi, Pædagogik og Religionsstudier, Syddansk Universitet.
- Michelsen, C. (2002). *Begrebsdannelse ved domæneudvidelse. Elevers tilegnelse af funktionsbegrebet i et integreret undervisningsforløb mellem matematik og fysik*. Syddansk Universitet, Syddansk Universitets Trykkeri.
- Michelsen, C. (2006). Functions: A modelling tool in mathematics and science. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 38, s. 269-280.
- Mitchell, M. (1993). Situational Interest – Its Multifaceted Structure in the Secondary-School Mathematics Classroom. *Journal of Educational Psychology*, 85, s. 424-436.
- Niss, M., Jensen, T.H., Andersen, T.B., Andersen, R.W., Christoffersen, T., Damgaard, S., Gustavsen, T., Jess, K., Lange, J., Lindenskov, L., Meyer, M.B. & Nissen, K. (2002). *Kompetencer og matematiklæring. Ideer og inspiration til udvikling af matematikundervisning i Danmark*. Roskilde: Undervisningsministeriet, Uddannelsesstyrelsen.
- Undervisningsministeriet. (2006). *Teamorganisering og ledelse i gymnasierne. Undersøgelse af de treårige gymnasiale uddannelsers teamorganisering*. s. 1-83. Rambøll Management.
- Undervisningsministeriet. (2002). *Bedre Uddannelser*. Undervisningsministeriet, Uddannelsesstyrelsen.
- Undervisningsministeriet. (2000). *De fire tværgående dimensioner på htx*. Jesper Jans, Undervisningsministeriet, Uddannelsesstyrelsen, Området for gymnasiale uddannelser.
- Zevenbergen, R. (1998). Ethnography in the Classroom. I: J.A. Malone, B. Atweh & J.R. Northfield (red.), *Research and Supervision in Mathematics and Science Education*. Mahwah, New Jersey, London, Lawrence Erlbaum Association, Publishers, 2, s. 19-38.



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

# Kommentarer

# Problematiske nørdbegreb

Lærke Bang Jacobsen, Institut for Natur, Modeller og Systemer, RUC

*Kommentar til artiklen "Skal man være nørd for at blive dygtig fysikstuderende?" i MONA, 2006(4).*

Som uddannet fysiker, og nu ph.d.-studerende i fysikkens didaktik, finder jeg det nærliggende at kommentere Ane Bentzens (AB) artikel "Skal man være nørd for at blive dygtig fysikstuderende?"

I introduktionen pointeres det at formålet med AB's studie og artiklen er at forstå inklusions- og eksklusionsprocesserne i dagligdagen på fysikstudiet kvalitativt. Hurtigt i AB's empiriske arbejde bliver nørdbegrebet centralt.

Jeg vil gerne anfægte to pointer i AB's artikel. Primært vil jeg kommentere begrebet nørd. Derudover stiller jeg mig kritisk over for om AB's undersøgelse kan forklare det store frafald på netop fysikstudiet, da jeg mener at AB's konklusioner kan generaliseres til alle studieretninger.

## Nørdbegrebet

Centralt i AB's artikel er begrebet nørd. AB beskriver at begrebet nørd ikke kan defineres da det er evigt foranderligt. Dermed er hun nødsaget til at benytte en karikeret beskrivelse af nørden som en fagligt stærk person der ikke tillægges køn og sociale kompetencer ("... asociale kendetegn der umiddelbart knytter sig til kategorien nørd ...", "... i form af nørdede kendetegn som ikke-kønnethed og faglighed ..."). Jeg finder det diskutabelt at bygge artiklen op om et ikke-definerbart begreb.

Som fysikstuderende opererede jeg med to nørdbegreber:

1. Den karikerede nørd: den i samfundet gængse definition, den kiksede figur der ikke fungerer socialt og har en manglende forståelse af omverdenen.
2. Den faglige nørd: en person der går meget op i og er dygtig til sit fag.

Begreberne "den karikerede nørd" og "den faglige nørd" er ikke gængse begreber på fysikstudiet, men er opfundet til lejligheden.

Begrebet "den karikerede nørd" benyttedes til at beskrive hvordan samfundet på nedladende vis ser på fysikstuderende, og "den faglige nørd" er det blandt de fysikstuderende identificerende begreb, den slags nørd som vi som fysikstuderende ønsker at identificere os med.

AB's case-personer opererer også med disse to begreber. Leaver Leif beskriver den karikerede nørd: "Når man tænker fysik, så tænker man forskere, så tænker man sådan en der sidder inde på et laboratorium hele dagen og kigger i mikroskop eller et eller andet med forsøg, målinger eller hvad ved jeg, og ikke kommer ud og ser solens lys, helt blege, og når de stirrer så hårdt på deres forsøg, så er de nødt til at have briller på, for de har ødelagt øjnene."

Stayer Sara og leaver Lars beskriver den faglige nørd: "En nørd, det er bare en der ved meget og ligesom formår at sætte sig ind i stof og virkelig kan lære fra sig. Det er virkelig en der brænder for sit emne" og "Men altså man kan sige at nørder i sig selv ... det er jo nogle der er dygtige til sit fag".

AB opererer ikke med to nørdbegreber, og derfor bliver nogle af hendes konklusioner muligvis fejlbehæftede da hun læser sin empiri med karikatur-definitionen in mente, hvor de studerende henviser til den faglige nørd.

De fysikstuderende AB har interviewet, identificerer sig med begrebet nørd "... Du mener hvordan man bliver en nørd? ... Er du kommet for at studere nørder?". Jeg finder det oplagt at de ikke identificerer sig med den karikerede nørd grundet de mange negative ladninger forbundet hermed. Dette ved AB også, og derfor bliver hun nødt til at opfinde betegnelsen "nørd med stil", hvilket er den karikerede nørd, dog med social kapital. Det kunne være interessant at vide hvordan de studerende definerer begrebet nørd. Jeg kan ikke ud fra citaterne vide om interview-personerne opererer med de samme to definitioner af begrebet nørd som jeg selv, men ovenstående udpluk tyder på det.

## Afrundingen

AB skriver "... Med udgangspunkt i kategorien nørd peger nærværende artikel på et ikke-fagligt aspekt i form at sociale kapitalformer også kan have betydning for hvorvidt og hvordan den enkelte studerende bliver en del af den eksisterende kultur på fysikstudiet". Jeg er uforstående for hvorfor nørd-begrebet skal inddrages. For at ovenstående sætning skal give mening, må nørd defineres som en social person, hvilket ikke som udgangspunkt må være den gængse forståelse af begrebet. Da AB ikke vil definere begrebet nørd, bliver det uklart hvorfor nørdbegrebet er centralt i hendes konklusion, og hvordan det skal bidrage til forståelsen af frafaldsprocenten på fysikstudiet.


AB's konklusion er at for at blive en god fysikstuderende er det vigtig at besidde både faglig og social kapital. Jeg vil vove at påstå at dette er gældende for alle studier, og derfor vil denne undersøgelse ikke bidrage væsentligt til forståelsen af det store frafald på netop fysikstudiet i forhold til andre studieretninger.

Jeg er enig i AB's konklusion at de sociale aspekter skal medtænkes når der forskes i frafald fra fysikstudiet, og jeg hilser derfor psykosociale undersøgelser velkommen.

Jeg mener at der er flere undersøgelser der kan klarlægge begrundelserne for frafaldet på netop fysikstudiet frem for andre studieretninger.

F.eks. kunne der foretages en undersøgelse af hvilke karakteristiske vanskeligheder der er forbundet med at tilegne sig fysik. Denne undersøgelse må foretages af personer med baggrund i fysik. AB's tilgang til fysikstudiet kan ikke svare på hvorfor og hvordan fysik er et krævende fag at studere rent fagligt.

En undersøgelse der inddrager psykosociale faktorer kunne være en undersøgelse af de fysikstuderende der har svag social kapital. Der er værd at undersøge om disse socialt svage personer er overrepræsenteret på fysikstudiet, og om de klarer sig gennem studiet, og på hvilken måde.



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

# Ny bog til biofagernes videnskabsteori

Anmeldelse:

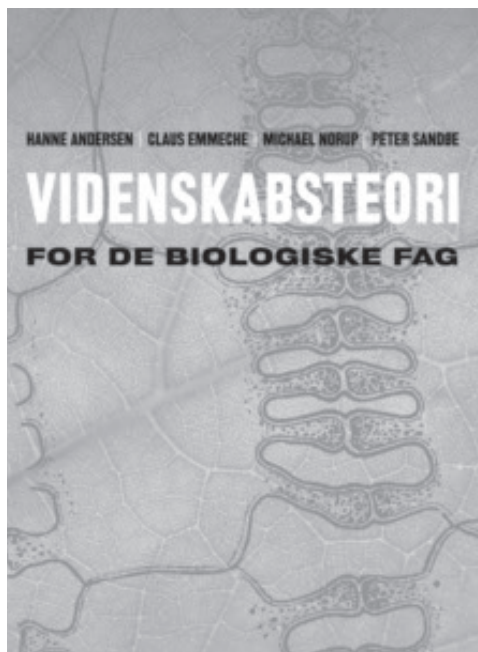
Hanne Andersen, Claus Emmeche, Michael Norup og Peter Sandøe: *Videnskabsteori for de biologiske fag*.

Biofolia, 2006.

287 sider, 298 kr.

*Af Søren Nors Nielsen, Institut for Farmaci og Analytisk Kemi, Det Farmaceutiske Fakultet, Københavns Universitet (tidl. DFU)*

Ved en aftale indgået mellem rektor-kollegiet og undervisningsministeren i 2000 blev det reflektoriske, eftertænksomme element genindført på universitetsstudierne under navnet "fagets videnskabsteori". Det overordnede formål med aftalen var at de studerende ville få "lejlighed til at kvalificere deres faglige specialisering ved at se den i et større, alment perspektiv". De studerende fik altså i langt højere grad end tidligere mulighed for at beskæftige sig med hvorfor de respektive videnskaber ser ud som de gør. Det reflektoriske element har siden nedlæggelsen af filosofikum på mange studier været tæt på ikke-eksisterende og har kun overlevet takket være nogle få ildsjæle. I arbejdet med udmøntningen af aftalens intentioner blev det sikkert klart for mange af de undervisere der blev sat til også at føre undervisningen ud i livet, at der var en eklatant mangel på lære-



bøger inden for området. Samtidig med nedlæggelsen af filosofikum var der taget endeligt afsked med et tvunget studium af kringlede logiske sætninger; men hvad den nye konstruktion "fagets videnskabsteori" helt nøjagtigt skulle dække over, stod nok uklart for de fleste.

Et centralt problem for det udvalg der blev sat til at konkretisere planerne på undertegnede institution, var valget af lærebogsmateriale. Dette skulle gerne danne en fornuftig afgrænsning af det stof vi mente skulle dække over fagets videnskabsteori, i vort tilfælde for farmaceuter. Spørgsmålet om kvalitet, hvad der skulle indlæres, skulle samtidig nøje afvejes over for det kvantitative spørgs-

mål om hvor meget der kunne indlæres set i lyset af det relativt få antal timer vi havde at gøre godt med. Alternativet ville være selv at skrive noget med særlig farmaceutisk relevans. Dette blev i første omgang ikke vurderet muligt, og følgelig gik vi i gang med at finde en lærebog, helst kort, der sammen med nogle udvalgte tekster kunne dække videnskabs-teori for vores fag.

Et overblik over bøger på området viste et broget udvalg. Ganske vist eksisterede der et par bøger på dansk. Heraf var kun den ene endnu til at få (til gengæld i 14. oplag), og den havde humanvidenskab-erne som udgangspunkt. De engelske bøger behandlede ret snævre problemstillinger, ofte med vægt på indlæring af logik. Da rygterne samtidig begyndte at svirre om at en ny dansk lærebog beregnet til de biologiske videnskaber var på vej, valgte vi den "nødvendige" løsning (den bog der nu var, suppleret med noter) og har siden forholdt os spændt afventende.

Bogen udkom så endelig her i efteråret 2006, og jeg må sige at jeg ikke er blevet skuffet. Holdet af forfattere har fuldt ud levet op til mine forventninger. På mange måder har jeg ikke andet end rosende ord tilovers for resultatet af dette initiativ, der så kom til at hedde som ovenfor angivet. Forfatterne afgrænser selv de biologiske fag til "medicin, veterinærmedicin, biologi, biokemi, fødevarervidenskab, farmaci og andre fag, som i overvejende grad bygger på biologisk videnskab". Efter gennemlæsning vil jeg endda mene at den udmærket kan bruges på de fleste

naturvidenskabelige fag, hvor den i alle tilfælde vil være et bedre bud end de humanistisk orienterede bøger.

Bogen bygges op omkring 5 hovedafsnit. Det første, "Hvorfor ser de biologiske fag ud, som de gør?", bør i disse kanontider være obligatorisk dannelseslæsning for ikke alene undervisnings- og forskningsministre, men for den sags skyld for den brede vifte af politikere der generelt gerne vil udtale sig om hvordan vi får vores universiteter til at fungere (bedre), uden reelt at vide ret meget om dette emne. Afsnittene griber langt tilbage i den historiske udvikling af de rationaler der ligger bag hele den universitære verden i dag. Det bidrager til en større forståelse af hvorfor forskning og undervisning hænger uløseligt sammen, og hvorfor forholdene på de højere læreanstalter er som de er. Dermed ikke være sagt at tingene ikke kan være anderledes og bedre; men det kunne jo godt være at der trods alt over de hundreder af år universiteterne har eksisteret, har vist sig nogle principper som det var værd at bevare. Uovervejede ændringer i systemet er ikke nødvendigvis af det gode. At kvantitet og funktionalitet på universiteter ikke er knyttet sammen, vil mange af de forskere der har erfaring fra udlandet, sikkert kunne sige et og andet om.

De to følgende hovedafsnit, om metoder og erkendelse, udgør for mig at se det centrale og traditionelle videnskabs-teoretiske grundlag i bogen. Det er vel nok det der i undervisningsmæssig sammenhæng tit opfattes som "tørt stof" af de studerende. I hvert fald er det ofte her



man som underviser må til at forklare og forsvare hvorfor man nu også lige skal til at beskæftige sig med begreber som årsag, deduktion og induktion eller Poppers og Kuhns syn på den videnskabelige udvikling. Her er det så at forfatternes trick med en stærk integration af cases inde i teksten træder i relief. Lad mig derfor lave en kort afstikker her. Samtlige artikler skifter næsten umærkeligt mellem en behandling af stoffet i en generel, teoretisk sammenhæng samtidig med at der løbende integreres små bidder af eksempler, såkaldte cases i teksten. Disse eksempler tjener til illustration af mere specifikke problemstillinger der er knyttet til stoffet, og styrker dermed formodentlig forståelsen af det generelle. Det er eksemplarisk indlæring i mere end én forstand og gøres næppe bedre. Den stærke sammenknytning mellem teori og cases kan dog være problematisk hvis man kun ønsker at benytte dele af bogen.

Med betoningen af cases øges også læsbarheden og forståelsen, således at udvalgte problemstillinger også sagtens kunne behandles på gymnasialt niveau. At se en case fra en videnskabsteoretisk indfaldsvinkel vil muligvis samtidig virke befordrende for den integrering der er lagt op til med den seneste reform. Skal jeg give et forsigtigt bud ud fra min egen erfaring, er det gennem de studerendes arbejde med egne, gerne aktuelle cases at den egentlige forståelse opnås.

Svagest står de to sidste sektioner der bl.a. beskæftiger sig med spørgsmål af mere normativ karakter, såsom værdis-

begreber og håndtering af risici i forbindelse af videnskab. Her burde man efter min mening nok have undladt at bruge GMO-eksemplet som case. Hertil er denne sag for kompleks. I hvert fald kalder den på en mere dybdeborende analyse end det er tilfældet her.

Bogen er forsynet med en udtømmende og velforklaret, dvs. læsbar, ordliste. Med læsbar menes her en ordforklaring der ikke straks indebærer at man skal slå nye ord op, som det har været tendensen i mange af de ordlister jeg kender. Heroverfor står nogle kunstigt korte referencelister til hvert kapitel, ifølge min vurdering også nok for korte. Det virker bevidst, men dette har jeg ikke kunnet finde dokumenteret. Derudover er det imponerende at forfatterkollegiet på det sprogligt-formuleringsmæssige område har kunnet skrue en så homogen tekst sammen. Kapitlerne glider i et flydende sprog, og det er kun meget sjældent at man lige aner at der måske skiftes pennefører.

Det burde nu stå klart at jeg er grundlæggende positivt, endog meget positivt, indstillet over for denne bog. Derfor må et par efterlysninger også være tilladt. Jeg savner især i afsnittet om risiko noget af Poppers og Elsassers tankegods. Begge var inde på "det usikre" som en fundamental (såkaldt ontisk) egenskab ved den verden der omgiver os. Viden herom og erkendelse heraf er temmelig central for nutidens naturvidenskab og repræsenterer et opgør med skråsikker pseudovidenskab à la Lomborg.

Forfatterne påpeger ligeledes nogle

problematiske tendenser i den nuværende udvikling inden for universitetsverdenen, men lader det pænt ligge uden rigtigt at komme i dybden. Det kunne have været særdeles interessant at høre de fire forfatteres bud på fremtiden.

Nuvel, den redaktionelle proces blev formodentlig afsluttet for et stykke tid siden; men næppe tidligere end at man har kunnet ane mere end "toppen af isbjerget". Det kunne eksempelvis have været interessant at få berørt en række spørgsmål som: Hvordan er det egentlig kommet dertil at det tillidsforhold der nødvendigvis bør være mellem videnskab, befolkning og politikere, er blevet brudt i en sådan grad at vi (som samfund) indimellem virker handlingslammede? Eksempelvis er det jo næsten umuligt at erstatte, endsige forbyde brugen af et kemikalie på trods af at det i videnskabelig sammenhæng anses for bevist at stoffet er særdeles sundhedsskadeligt. Denne problemstilling favner vidt: fra hormonforstyrrende stoffer i børns legetøj til "gamle" pesticider som vi ikke selv vil bruge, men som anses for gode nok til bønder i ulande.

Mistilliden er oven i købet opstået ved at man med liberalistisk afsæt har villet afskaffe et postuleret ekspertvælde. Vi

alle er vores egne eksperter, siger man. Hvorfor sker dette på et tidspunkt hvor videnskaberne har nået en sådan grad af specialisering at det jo netop er indlysende at ingen kan være eksperter i alt? Netop befolkningen bliver her ladt i stikken hvis der ikke eksisterer en objektiv rådgivning på diverse områder. Der er derfor brug for at samfundet besidder eksperter på alle områder. Samtidig er der inden for det videnskabelige område sket så dramatiske ændringer i den politiske, økonomiske og organisatoriske styring at staten og ministerierne på samme tid forekommer at være lovgivende, udøvende og dømmende magt.

Man kan spørge sig selv om vi er ved at skrotte alt det fornuftige der trods alt også ligger i den måde videnskaben fungerer på i dag? Det betyder ikke at man ikke kan optimere resultatet af de seneste 3-400 års udvikling; men visse grundlæggende principper såsom ytringsfrihed, (tilstræbt) objektivitet og værdineutralitet var måske trods alt værd at bevare, og det er disse principper der står for skud i øjeblikket. Om nogle år vil vi forhåbentlig være klogere på resultatet af de igangsatte omstruktureringer, og jeg ser frem til en sådan vurdering i den næste udgave.

# Ny antologi om fag og didaktik

Anmeldelse:

Sigmund Ongstad (red.): *Fag og didaktikk i lærerutdanning. Kunnskap i grenseland*. Universitetsforlaget, Oslo, 2006

Af Carl Winsløw, Institut for Naturfagenes Didaktik, Københavns Universitet

Læreruddannelse er et af uddannelses-systemets vigtigste knudepunkter, og det er derfor også et helt centralt emne i mange uddannelsespolitiske diskussioner. Læreplaner kan som bekendt sætte en officiel og ambitiøs dagsorden for hvad eleverne skal arbejde med i skolen, men lærernes viden og holdninger er i praksis en vigtig forudsætning, og undertiden forhindring, for at gennemføre en sådan dagsorden.

Læreruddannelsen er en afgørende faktor i dannelsen og udviklingen af lærerprofessionens identitet og basis. Samtidig er diskussionen af læreruddannelse ikke længere et rent nationalt anliggende – i hvert fald sammenlignes og udveksles der som aldrig tidligere.

I denne bog anlægges der, som titlen siger, et særligt synspunkt på denne diskussion: forholdet mellem fag og didaktik i læreruddannelsen og specielt de forskellige fagdidaktikers rolle. Dertil kommer de enkelte fagdidaktikers status og identitet som forskningsdiscipliner som også behandles i flere kapitler – til dels



uafhængigt af de spørgsmål der knytter sig til læreruddannelse.

Der er tale om en antologi af tekster skrevet af forskere fra de nordiske lande og med forskellige faglige udgangspunkter – fra almenpædagogik til enkeltfagernes didaktikker. Selv om kapitlerne er meget forskellige i perspektiv og baggrund, er det teoretiske identitets- og afgrænsningsproblem for fagdidaktisk og almenidaktisk forskning dog et dominerende motiv i bogen.

Der er forholdsvis få eksempler fra konkret praksis i læreruddannelse. Der er heller ikke en sammenlignende diskussion af læreruddannelsens indhold og

institutioner i de forskellige lande, om end de norske og svenske bidrag giver et vist indtryk af de seneste årtiers udvikling mod universitets- og højskoleforankring i disse lande.

Til gengæld giver bogen et godt indtryk af nogle væsentlige udviklingstendenser i den didaktiske forskning i de nordiske lande, herunder af fagdidaktikkernes akademiske og institutionelle modning gennem de sidste 30 år.

Kapitlerne med særlig tilknytning til matematik og naturfag er skrevet af Svein Sjøberg (kap. 2), Barbro Grevholm (kap. 8), Björn Andersson (kap. 9) og Jeppe Skott (kap. 10). Også disse er meget forskellige. Selv fandt jeg stor interesse i Sjøbergs retrospektive og personlige beskrivelse af naturfagsdidaktikkens udvikling i Norge såvel som internationalt. Undervejs bliver der naturligvis også anledning til at fremsætte mere generelle synspunkter, såsom "at den faglige, indholdsrelaterede komponent er helt central i fagdidaktikken" (s. 74).


Björn Anderssons kapitel om "indholdsorienterede teorier og design af undervisning" handler om naturfagsdidaktikkens designaspekt og dens særlige forbindelse til såvel skolens praksis som konkrete naturfaglige temaer, her illustreret med eksempler fra biologididaktisk designforskning vedrørende gymnasieniveauet.

Barbro Grevholm diskuterer matematikdidaktikkens mulige og aktuelle bidrag til uddannelsen af matematiklærere og skitserer den historiske udvikling af såvel forskningsfeltet som matematiklæreruddannelsen i Sverige.

Et fællesanliggende i Sjøbergs, Anderssons og Grevholms kapitler synes at være at betone vigtigheden af fagdidaktikkens nære samspil med konkret fagligt indhold som en forudsætning for brugbarhed i praksis.

Jeppe Skotts bidrag udgør en koncis teoretisk analyse af det komplekse forhold mellem matematikdidaktisk forskning og matematikundervisningens praksis. Han mener at man undertiden har overvurderet muligheden for direkte implementering af forskningsresultaterne, og konkluderer at "vi skal besinde os på ambitionsniveauet hvad angår praksispotentialerne" (s. 238).

Bogen vil nok især have interesse for forskere og forskerstuderende i fagdidaktik og almindidaktik samt for alle der beskæftiger sig med undervisning i fagdidaktik ved en læreruddannelse. Den giver, som redaktøren slår fast på første side, ikke et "forslagskatalog" – men den giver en række velunderbyggede bidrag til at afklare didaktikkens identitet og rolle i nordisk sammenhæng.



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

# Nyheder

## Naturvidenskabelig inspirationsordning

Undervisningsministeriet har etableret en naturvidenskabelig inspirationsordning der skal styrke interessen for at tage en videregående uddannelse inden for natur, teknik og sundhed.

Med ordningen etableres der nu 11 netværk bestående af almene gymnasier, tekniske gymnasier, virksomheder, videregående uddannelsesinstitutioner og naturvidenskabsmuseer. Hvert netværk består af mindst 10 institutioner.

De 11 netværker får tilskud i 1-2 år, men det er hensigten at der med projektet skal skabes erfaringer der både kan række ud over den periode netværksarbejdet får støtte fra Undervisningsministeriet, og som kan række ud over de deltagende institutioner.

Erfaringerne fra de forskellige netværk bliver derfor bragt videre til de andre netværk og til alle andre interesserede. Undervisningsministeriet har aftalt med Dansk Naturvidenskabsformidling at de sørger for koordinering, erfaringsdeling og evaluering i forhold til alle 11 netværk.

Aktiviteterne i de 11 netværk dækker et bredt spektrum med blandt andet virksomhedsbesøg, institutionsbesøg, gæstelærerordninger, museumssamarbejde og integrationsambassadører.

Det overordnede tema er at fremme et inspirerende og fagligt funderet møde mellem elever i de gymnasiale uddannelser og personer som er engageret i teknik og naturvidenskab. Unge ingeniører, forskere, studerende mv. skal fungere som

rollemodeller og formidlere af den nyeste forskning og udvikling.

Der forventes næste efterår at blive udmeldt en ny, sidste ansøgningsrunde primært for nye netværk, så også skoler der ikke er med i denne omgang, får lejlighed til kunne deltage.

Læs mere om projekterne på hjemmesiden:

[www.emu.dk/naturvidenskab/nvordning](http://www.emu.dk/naturvidenskab/nvordning).

## Klimalærer 2007

Til marts starter Miljøstyrelsen den landsdækkende kampagne *Et ton mindre* hvor alle i Danmark udfordres til personligt at spare et ton CO<sub>2</sub>. Dansk Naturvidenskabsformidling står for skoledelen af kampagnen. Den henvender sig til elever i grundskolens udskoling og gymnasiet.

Melder du dig som klimalærer, bliver du opdateret med det nyeste inden for alle skolekampagnens elementer. Det månedlige elektroniske nyhedsbrev indeholder hver gang aktuel info om skoleaktiviteterne, ideer til klimaundervisning, sidste nyt om klima samt månedens klimæksperiment – lige til at tage med til klassen! Nyhedsbrevet udkommer første gang i marts. Alle klimalærere modtager en kampagne-T-shirt. Det er uforpligtende at melde sig som klimalærer.

Læs mere om kampagnen og skoleaktiviteterne for grundskolen og gymnasiet på <http://www.formidling.dk/sw8290.asp>. Her åbner også i marts en hjemmeside med oversigt over udvalgt gratis eller næsten gratis undervisningsmateriale om klima.

## Evaluering af Dansk Naturvidenskabsfestival

Evalueringsrapporten for Dansk Naturvidenskabsfestival 2006 er færdiggjort. I 2006 var Dansk Naturvidenskabsfestival for første gang målrettet til grundskoler samt almene og tekniske gymnasier. Festivalen har haft omtrent samme omfang som de tidligere festivaler på trods af at festivalens varighed er indsnævret fra ti til fem dage. Festivalen involverede 27 % af landets grundskoler og 46 % af de almene og tekniske gymnasier. Find evalueringsrapporten mv. her: <http://www.formidling.dk/sw8356.asp>.

## Bliv foredragsholder om naturvidenskab

Vær med til at synliggøre dit fag og din institution. Dansk Naturvidenskabsfestival 2007 arrangerer igen den populære foredragsordning Bestil et Foredrag. Alle som arbejder med naturvidenskab og teknik til daglig, kan blive foredragsholdere. Som foredragsholder besøger du skole- og gymnasieklasser og fortæller de spændende naturvidenskabelige historier. Foredragene gennemføres i festivalugen 24.-28. september 2007. Frist for tilmelding til det trykte foredragskatalog er den 30. marts 2007. Læs mere på <http://www.formidling.dk/sw8124.asp>.

## Udviklings samarbejde om affald mellem erhverv, uddannelsesinstitution og folkeskoler

*Af Susanne Rosenild (formidler), Fælleskommunal affaldsbehandling for Lolland-Falster, I/S REFA*

*Lene Beck Mikkelsen (lektor, projektleder på NOFAN) og Troels Tunbjerg (lektor og projektleder på NOFAN), CVU Syd, læreruddannelsen*

Et skoleprojekt støttet af EU Interreg IIIA-midler er startet på initiativ af det fælleskommunale affaldsselskab I/S REFA, Nykøbing Falster. Projektet handler om at formidle større miljøbevidsthed om affald i skoler. Målgruppen er skoleelever fra 1. klasse til 10. klasse. Elevernes indflydelse på udviklingen af tilbuddet er også inddraget gennem testklasser og løbende evalueringer.

Projektet forløber indtil sommeren 2008. Der er indgået et samarbejde med CVU Syd-læreruddannelsen om udvikling af formidlingstilbuddet gennem praktiske, sanseorienterede aktiviteter og nyeste interaktive undervisningsmedier i besøgscenteret "Affaldsuniverset".

Specielt naturfagene er i fokus, og skolelærerne kan bruge besøget i opfyldelsen af Fælles Mål i undervisningen i fag som natur/teknik, fysik/kemi, biologi, matematik.

I/S REFA har udviklet et tæt samarbejde med projektet NOFAN (Naturfaglig Opkvalificering via Faglig undervisning, Aktivitetscenter og lokal Netværksdan-

nelse) på CVU Syd. NOFAN er et mål 2-projekt under Socialfonden hvor færdiguddannede lærere på Lolland, Falster og Møn følger et naturfagligt linjefag som e-læring med inddragelse af lokalmiljøets natur og virksomhedsstruktur.

Studerende fra CVU Syds projekt NOFAN samt almindelige lærerstuderende på de naturfaglige linjefag anvender I/S REFAs faciliteter som fagligt og fagdidaktisk forum for udvikling af naturfaglige læringsforløb med inddragelse af uformelle læringsmiljøer. I relation til I/S REFAs funktion som kraftvarmeverk samt det tilknyttede besøgscenter "Affaldsuniverset" belyses naturfaglige temaer vedrørende energiproduktion, affaldshåndtering, stofkredsløb og generelle miljøproblemer.

Desuden får de studerende mulighed for at belyse en række fagdidaktiske problemstillinger f.eks. relateret til uformelle læringsmiljøer, integrerede fag, naturfaglig undervisning med udgangspunkt i en praktisk problemstilling samt betydningen af at den naturfaglige undervisning inddrager elevernes egne erfaringer og lokalmiljø.

Som et særligt incitament har lærerne mulighed for at besøge I/S REFAs skoleprojekts tilbud med egne skoleklasser og herigennem evaluere deres egne fagdidaktiske refleksioner og udarbejdede undervisningsforløb.

Samspillet mellem de to projekter har vist sig at kvalificere begge projekter dels i forhold til de oprindelige koncepter men ikke mindst i forhold til en kvalificerende netværksdannelse mellem to virksomheder med en hhv. praktisk og undervisningsorienteret indgangsvinkel til naturfagsområdet. Som eksempel kan nævnes at studerende og undervisere fra CVU Syd har fået en spændende mulighed for at se på traditionelle skoleeksperimenter og kernefaglig viden ud fra en praktisk og anvendelsesorienteret synsvinkel, hvor fagteori og teknik fra de enkelte eksperimenter tænkes ind som delprocesser i virksomhedens teknologi, produktion og affaldshåndtering.

Se mere om projekterne på [www.refa.dk](http://www.refa.dk) og [www.nofan.socialfonden.net/default.asp?id=2](http://www.nofan.socialfonden.net/default.asp?id=2)