

MONIA

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

DTU



AARHUS
UNIVERSITET



AALBORG
UNIVERSITET



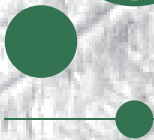
SYDDANSK
UNIVERSITET



DET BIOVIDENSKABELIGE FAKULTET
FOR FØDEVARER, VETERINÆRMEDICIN OG NATURRESSOURCER
KØBENHAVNS UNIVERSITET



DET FARMACEUTISKE FAKULTET
KØBENHAVNS UNIVERSITET



DET NATURVIDENSKABELIGE FAKULTET
KØBENHAVNS UNIVERSITET

2010-3

MONA

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

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

Redaktion

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

Ole Goldbech, lektor, Professionshøjskolen UCC

Sebastian Horst, specialkonsulent, IND, Københavns Universitet

Kjeld Bagger Laursen, redaktionssekretær, IND, Københavns Universitet

Redaktionskomité

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

Mette Andresen, centerleder, Nationalt videnscenter for matematikdidaktik

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

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

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

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

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

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

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

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

Manuskripter

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

Abonnement

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

Produktionsplan

MONA 2010-4 udkommer december 2010. Deadline for indsendelse af artikler hertil: 18. august 2010.

Deadline for kommentarer, litteraturanmeldelser og nyheder hertil: 2. oktober 2010

MONA 2011-1 udkommer marts 2011. Deadline for indsendelse af artikler hertil: 17. november 2010. Deadline for kommentarer, litteraturanmeldelser og nyheder hertil: 13. december 2010

Omslagsgrafik: Lars Allan Haugaard/PitneyBowes Management Services-DPU

Layout og tryk: Narayana Press

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

Indhold

- 4 Fra redaktionen
- 6 Artikler**
- 7 Kompetencemål i praksis – foranalysen bag projektet KOMPIS
Tomas Højgaard, Jeppe Bundsgaard, Jan Sølberg, Steffen Elmose
- 30 Undervisning der motiverer – en undersøgelse af tværfaglig kemi- og
biervisning på htx
Hanne Møller Andersen
- 49 Autentiske spørgsmål kan skabe ægte engageret dialog på naturhistoriske
museer
Nana Quistgaard
- 77 Aktuel analyse**
- 78 Gymnasiereformen – 5 år efter
Carsten Claussen
- 86 Kommentarer**
- 87 Det drilske kulturbegreb – og dets metodologiske konsekvenser
Lilli Zeuner
- 90 Fysik for alle
Brian Krog Christensen
- 95 Super pædagogiske projekter – ikke for sjov
Linda Madsen
- 98 Undervisningen må ikke nedprioriteres
Charlotte Sahl-Madsen
- 102 Basismidler til forskning er også afgørende for undervisningen
Jens Oddershede
- 105 Litteratur**
- 106 Når matematikken slår rødder
Mikkel Willum Johansen
- 109 Lærebog i eksperimentel matematik for gymnasiet
H.C. Thomsen
- 111 Nyheder**

Fra redaktionen

Velkommen til et nyt uddannelsesår. Sidste gang var *MONA*-redaktionen spændt på hvordan optagelsestallene til de videregående uddannelser ville falde ud. Nu er sommeren næsten gået, og vi ved at selv meget positive forventninger er blevet indfriet, næsten alle rammer er ved at blive sprængt, og alle uddannelser er startet på året med rigtig store hold. Det gælder ikke mindst på det naturvidenskabelige og matematiske uddannelsesområde. En glædelig udvikling, men også én med spændende udfordringer. Hvordan klarer denne store årgang studiestarten – og hvordan klarer institutionerne undervisningen af disse mange, store hold?

I sommer kom også Rejseholdets anbefalinger til styrkelse af den danske folkeskole. Rejseholdet fastslår hvad vi vel alle sammen godt 'ved', nemlig at den vigtigste faktor i enhver uddannelse er læreren. Så hvis man vil forbedre folkeskolen (eller et hvilket som helst uddannelsessystem), skal man først og fremmest sætte ind med forbedringer af lærernes kompetencer. *MONA*'s redaktion noterer sig med interesse at Rejseholdet siger at "[m]ens de bedste udenlandske læreruddannelser er forskningsbaserede, så gør dette sig ikke gældende for den danske læreruddannelse. Det betyder, at uddannelsen i for ringe grad bygger på dokumenteret viden. Det betyder også, at danske lærerstuderende undervises alt for lidt i, hvordan man undersøger undervisningens betydning for forskellige børns læring". *MONA*'s mission er jo netop, inden for de fagområder vi koncentrerer os om, at sprede viden om læring og om undervisning. Dette nummer giver nogle interessante illustrationer af dette – også som debatindlæg.

Først lidt om de tre artikler vi har valgt at bringe denne gang. I "Kompetencemål i praksis" fortæller Tomas Højgaard, Jeppe Bundsgaard, Jan Sølberg og Steffen Elmose om KOMPIS-projektet der kombinerer forskning og udvikling i et ganske stort anlagt eksperiment i Slagelse med en eksplicit og forpligtende kompetenceorientering af matematik-, dansk- og naturfagsundervisningen i grundskolens ældste klasser. Artiklen giver historien bag projektet såvel som analyser af hvordan kompetencemål konstruktivt kan blive en central del af rammerne for forsøgsundervisningen. Også projektets forskningsmæssige perspektiver oprulles: De består dels i at anlægge et lærer- såvel som et elev- og et evalueringsperspektiv på de deltagende læreres og elevers arbejde, dels i at undersøge muligheder og vanskeligheder ved opbygningen af kompetenceorienterede fagkulturer.

I "Undervisning der motiverer" beskriver Hanne Møller Andersen en undersøgelse af tværfaglig kemi- og biologiundervisning på htx som gik ud på at finde ud af hvordan forskellige forhold i undervisningen, fx valgfrihed og autonomi, påvirker elevernes motivation. Undersøgelsen viste at de fleste elever motiveres af valgfrihed, men der er forskel på elevers behov for valgfrihed og selvstyring. Samarbejde og tilhørsforhold

har også betydning for de unges motivation; et velfungerende gruppearbejde og et godt forhold til læreren ligeså. Der var i øvrigt indikationer på at elevernes faglige interesse kan stimuleres af en undervisning der tilgodeser elevernes behov for autonomi og relationer/tilhørsforhold.

I "Autentiske spørgsmål kan skabe ægte engageret dialog på naturhistoriske museer" beskriver Nana Quistgaard en undersøgelse af indvirkningen på gymnasieelever af brugen af "autentiske" spørgsmål under et museumsbesøg. Denne slags spørgsmål indledes typisk med: "Hvad tror du er årsagen til ...?" eller "Tror du det er sandsynligt at ...?". Det afgørende her er at spørgeren (læreren) ikke har svaret, og at det er elevernes fortolkninger og refleksioner der er svaret. Et eksempel er: "Hvad tror I der foregik i hovedet på hærchefen da de allierede angreb på D-dag?". Resultaterne viste at autentiske spørgsmål har et stort potentiale, især hvis de fremmer undren og nysgerrighed, har høje kognitive niveauer og er orienteret mod elevernes forhåndsinteresser.

MONA's aktuelle analyse er denne gang en status over gymnasiereformen – 5 år efter og med hovedvægten lagt på matematik, fysik og kemi i det almene gymnasium (stx). Carsten Claussen, der er rektor på Tornbjerg Gymnasium, giver sin vurdering. Han konstaterer at fagene gennemgående har klaret sig godt i forandringerne, men der er på en lang række områder plads til og behov for forbedringer. Og så advarer han om at endnu større udfordringer venter hele uddannelsessystemet, nemlig lærermangel!

Kommentarsektionen indeholder hele fem indlæg. Både videnskabsministeren, Charlotte Sahl-Madsen, og formanden for Rektorkollegiet, Jens Oddershede, har reageret på Frederik Voetmann Christiansens "Er forskningsfinansieringen blevet uddannelsernes værste fjende?" fra sidste nummer af *MONA*. Også de tre fagartikler i det nummer får nogle ord med på vejen nu: artiklen om betingelser for udvikling af læreres fagkultur af Lilli Zeuner, Syddansk Universitet, den om det almindelige aspekt af gymnasiets fysikundervisning af Brian Krog Christensen, Silkeborg Gymnasium, og endelig den om gruppearbejde på tværs af uddannelser ("Robotteknologi og leg") af Linda Madsen fra Ingeniørhøjskolen i København.

Til sidst er der to anmeldelser af matematikbøger beregnet på gymnasiet, den ene anmeldelse fra Mikkel Willum Johansen, den anden fra H. C. Thomsen.

Og så vil vi gerne endnu en gang minde alle vores læsere om *MONA*-konferencen den 27. oktober i Fredericia. Temaet er Test og evaluering. Program kan findes, og tilmelding ske på www.ind.ku.dk/mona/konference2010. Vi håber at se rigtig mange af jer den dag.

Artikler

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

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

Kompetencemål i praksis – foranalysen bag projektet KOMPIS



Tomas Højgaard,
Danmarks Pædagogiske
Universitetsskole



Jan Sølberg,
Københavns Universitet



Jeppe Bundsgaard,
Danmarks Pædagogiske
Universitetsskole



Steffen Elmoose, UC
Nordjylland

Abstract. *KOMPIS er et igangværende kombineret forsknings- og udviklingsprojekt hvis kerne er at eksperimentere med en meget eksplicit og forpligtende kompetenceorientering af matematik-, dansk- og naturfagsundervisningen i grundskolens ældste klasser. I artiklen her formidles den konkrete historie bag projektet, vores analyser af måden hvorpå kompetencemål på konstruktiv vis kan blive en central del af rammesætningen af forsøgsundervisningen, samt de forskningsmæssige perspektiver vi har valgt at lægge på sagen. Disse perspektiver består dels i at anlægge et lærer-, et elev- og et evalueringsperspektiv på de deltagende læreres og elevers arbejde, dels i at undersøge muligheder og vanskeligheder ved opbygningen af kompetenceorienterede fagkulturer.*

Indledning: KOMPIS-projektet og denne artikel

Artiklen her handler om projektet KOMPIS – KOMPetencemål i PraksIS (se www.kompis.dk). Det er et kombineret forsknings- og udviklingsprojekt hvis afsæt er at Slagelse Kommune på vores initiativ har valgt at arbejde med en meget eksplicit og forpligtende kompetenceorientering af matematik-, dansk- og naturfagsundervisningen i de ældste klasser på fire af kommunens folkeskoler i årene 2009-2012.

Projektet blev startet i foråret 2008 af Tomas Højgaard, Jan Sølberg og Jeppe Bundsgaard, og der etableredes kort derefter et samarbejde med en underviser i hver af fagene dansk, matematik og naturfag fra læreruddannelsen under UC Sjælland og siden med Slagelse Kommune. Steffen Elmoose blev knyttet til forskergruppen i efter-

året 2009. Den forsøgsundervisning som udgør projektets omdrejningspunkt, havde sin pilotfase i skoleåret 2009/2010, hvor 16 lærere fra fire udvalgte slagelseskoler blev delt op i tre faggrupper (dansk, matematik og naturfag) og sammen med hver deres 7.-klasse eksperimenterede med kompetencetænkning under sparring med repræsentanterne fra DPU og UC Sjælland. Nu har vi så netop taget hul på forsøgsundervisningens hovedforløb i skoleårene 2010/2011 og 2011/2012, hvor de deltagende klasser gennemfører henholdsvis 8. og 9. klassetrin.

I denne tekst, som senere følges op af endnu en artikel eller to med tilbageblik på projektet, koncentrerer vi os af gode grunde om projektets første del, med fokus på at formidle tre aspekter af sagen. Det første er den konkrete historie bag KOMPIS-projektet. Det andet er vores analyser af måden hvorpå kompetencemål på konstruktiv vis kan blive en central del af rammesætningen af forsøgsundervisningen – med den pointe at formidle det mens ingen kan være i tvivl om at det vitterlig er for- og ikke efterrationaliseringer. Det tredje aspekt er de forskningsmæssige vinkler vi har valgt at lægge på den igangværende forsøgsundervisning. Fællesnævneren er at undersøge potentialer og barrierer ved brug af kompetencemål som ramme om fagligt organiseret undervisning, hvilket med hver af os fire som ankerperson spalter sig op i beskrivelsen af fire forskellige perspektiver.

Baggrund

Kompetencebegrebet bliver anvendt i stadig højere grad i den danske uddannelsesdebat. Det er der en lang række både nationale og internationale grunde til.

Bologna-processen og DeSeCo-analyserne

På den internationale scene skyldes kompetencebegrebets hastige udbredelse ikke mindst en bevægelse der blev sat i gang med et møde mellem de europæiske uddannelsesministre i Bologna i 1999 (European Ministers of Education, 1999). På mødet vedtog man igangsættelsen af det der siden er blevet kaldt Bologna-processen som går ud på at gøre det lettere at tage dele af sin uddannelse i et andet land. Hertil var der bl.a. brug for en ensartet beskrivelse af uddannelsesmål – og til det valgte man at målsætningerne skulle beskrives i kompetencetermer.

Sideløbende med denne politiske proces har der på internationalt plan været en teoretisk og praktisk udvikling af kompetence som et uddannelsesmæssigt begreb. Som noget af det mest markante i den forbindelse nedsatte OECD i slutningen af 1990'erne en arbejdsgruppe kaldet Description and Selection of Competencies (DeSeCo). DeSeCo arbejdede grundigt med en udredning af kompetencebegrebet ved både at kritisere det, undersøge det historisk og diskutere dets potentialer og slagsider, og på baggrund heraf formulerede de i deres endelige rapport en velgennemtænkt,

holistisk definition af begrebet samt gav et bud på “key competencies for the good life and the well-functioning society” (Rychen & Salganik, 2003).

Danske analyser og udviklingsprocesser

Sideløbende med den internationale udvikling, delvis uafhængigt af, delvis i opposition til, delvis som konkret udfoldelse af Bologna-processen, har der i Danmark været en diskussion og faglig udvikling af hvordan undervisningen kunne målsættes i mere hensigtsmæssige termer end dem der blev anvendt omkring årtusindskiftet. En udredning af relationer mellem OECD's kompetenceprojekt og introduktion eller re-introduktion af kompetencebegrebet i det danske uddannelsessystem kan ses i Elmose (2007a).

I et for kompetencetilgangen afgørende nummer af Undervisningsministeriets hedengangne tidsskrift *Uddannelse*, nr. 9, 1999, lagde bl.a. Per Schultz Jørgensen (1999) og Mogens Niss (1999) grunden for de følgende års diskussioner om kompetenceorienterede målbeskrivelser. De repræsenterede samtidig to lidt forskellige tilgange til brugen af kompetencebegrebet. Jørgensen tog udgangspunkt i de udfordringer eleverne møder og kan forventes at møde i deres liv, og bestemte på baggrund heraf kompetence som det at være i stand til at håndtere disse udfordringer, mens Niss fokuserede på faglig kompetence som evnen til at agere i, om og med et fag, for Niss' vedkommende faget matematik.

I løbet af det forgangne årti sætter orienteringen mod faglige kompetencebeskrivelser sig stadig kraftigere spor i udviklingen af læreplanerne for matematikundervisningen på forskellige uddannelsestrin i Danmark. Afsættet for denne udvikling er rapporten *Kompetencer og matematiklæring* (Niss & Jensen, 2002, herefter KOM-rapporten). Analyserne og anbefalingerne i denne rapport er baggrunden for at man med Mogens Niss som hovedarkitekt vælger at ændre indholdsbeskrivelsen for faget matematik i grundskolen så matematikfaglige kompetencebeskrivelser nu har en meget fremskudt placering i læreplanen, *Fælles Mål 2009 – Matematik* (Undervisningsministeriet, 2009b).

I slipstrømmen af KOM-rapporten har kompetencetilgangen bredt sig til flere fag og fagområder, interessant nok uden at det har sat sig nær så markante spor i udviklingen af de øvrige fags læreplaner for grundskolen, de såkaldte faghæfter. Naturfagene som helhed blev forsøgt kompetencebeskrevet i rapporten *Fremtidens naturfaglige uddannelser* (Andersen et al., 2003, herefter FNU-rapporten) og i den ledsagende antologi, *Inspiration til fremtidens naturfaglige uddannelser* (Busch, Horst & Troelsen, 2003). I MONA-artiklen “Naturfaglige kompetencer – til gavn for hvem?” beskriver Elmose (2007b) didaktiske og uddannelsespolitiske baggrunde og begrundelser for at indføre kompetencebegrebet som målkategori i naturfagsundervisningen og nogle dertilhørende forbehold.

KOM- og FNU-rapporterne er to ud af fire ministerielt initierede såkaldte kerne-faglighedsrapporter fra første del af 2000'erne. I arbejdet med de to øvrige rapporter med fokus på henholdsvis fremmedsprogsfagene (Harder et al., 2003) og danskfaget (Gregersen et al., 2003) var det ikke en styrende ambition at beskrive et sæt faglige kompetencer, men i de fire faggruppeformænds samlede udmelding til det politiske system (Busch et al., 2004) er brugen af faglige kompetencemål den mest markante anbefaling. Der var med andre ord tilslutning på tværs af faggrænser til at indtænke kompetencemål i de følgende års uddannelsesreformer, og det blev da også et ministerielt diktat i forbindelse med udarbejdelsen af alle gymnasiale fags læreplaner som led i reformen anno 2005.

I de seneste år har to af forfatterne til denne artikel været involveret i to projekter med fokus på at identificere og karakterisere uddannelsesmæssige kompetencemål. Det ene resulterede i bogen *Kompetencer i dansk*, hvor Bundsgaard et al. (2009) har udviklet en sammenhængende tænkning om danskfaget som et kompetenceudviklende fag set fra et mere alment situationsorienteret perspektiv i forlængelse af Per Schultz Jørgensens ovennævnte kompetencetilgang og Bundsgaards (2006) analyse af kompetencer der kan udvikles inden for de humanistiske fagområder. Det andet projekt drejede sig om at gennemføre en analyse parallelt med den i KOM-rapporten, men med fokus på økonomi som undervisningsfag (se rapporten Achilles et al., 2007, eller syntesen heraf i Højgaard, 2009). Projektet blev initieret af og gennemført sammen med erhvervsgymnasiets (hhx) fagkonsulenter for de økonomiske fag, som siden har brugt de identificerede kompetencemål som omdrejningspunkt for en gennemgribende revision af læreplanerne for deres respektive fag på hhx. De nye læreplaner der som alle andre danske fagbeskrivelser kan findes på Undervisningsministeriets hjemmeside, www.uvm.dk, er netop trådt i kraft med starten på skoleåret 2010/2011.

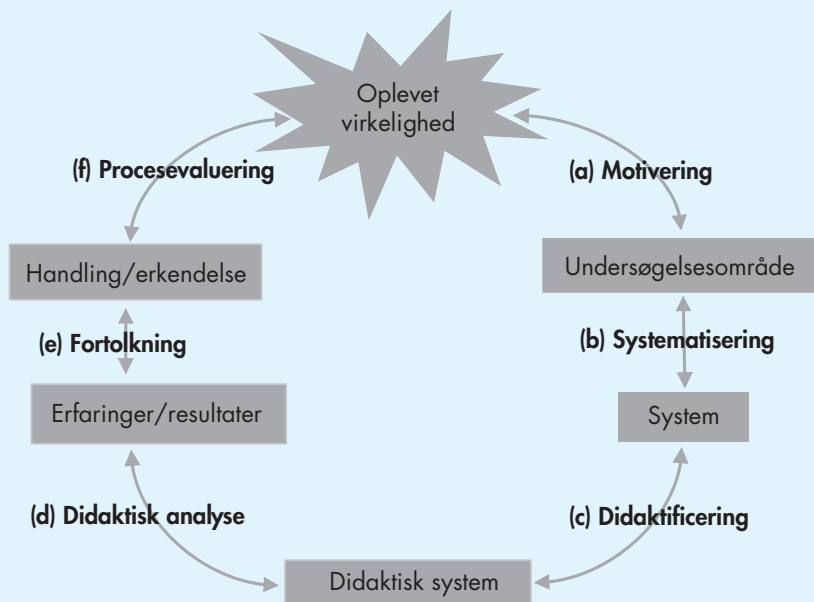
Hvorfor et KOMPIS-projekt?

Mens det teoretiske arbejde med at beskrive fagligheder ud fra et kompetenceperspektiv er nået langt internationalt og nationalt og har været i gang i mere end 10 år, har der kun været få forskningsprojekter der har fokuseret på kompetenceorienteret undervisning (se Blomhøj & Jensen, 2007, Elmose, 2007a og b, Elmose, 2010 og Jensen, 2007a, for beskrivelse af nogle eksempler vi selv har været kraftigt involveret i). Meningen med KOMPIS-projektet er at komme med et både tids-, omfangs- og analyse-mæssigt ambitiøst bidrag til det deraf følgende udtalte behov for erkendelser og erfaringer på klasserumsniveau, gennem at afprøve forskellige måder at kompetenceorientere undervisningen i matematik, dansk og naturfagene på. Projektet er designet med udgangspunkt i principper for opbygning af professionelle lærende fællesskaber (Stoll et al., 2006) og har udviklingsmæssigt det mål at understøtte læring organisatorisk fra klasserummet til den overordnede rammesætning i kommunalt regi.

Som tidligere nævnt er vi i skrivende stund – sommeren 2010 – i overgangen fra forsøgsundervisningens pilotår i 2009/2010 til det toårige hovedforløb i 2010-2012. Pilotåret er bl.a. gået med at få og udveksle erfaringer med enkeltstående kompetenceorienterede forløb. I forlængelse heraf består en central udfordring i at udarbejde årsplaner der forpligter undervisningen i hovedforløbet på en mere langsigtet og sammenhængende tænkt kompetenceorienteret undervisning. På de næste sider vil vi beskrive de analyser og deraf følgende principper vi har lagt til grund for dette arbejde.

Didaktisk modellering som metode

Det har som nævnt været en del af udgangspunktet at etablere KOMPIS som et kombineret forsknings- og udviklingsprojekt. Dette dobbelte fokus gør det relevant metodisk at arbejde med didaktisk modellering, som er en betegnelse for en systematisk, forskningsbaseret og reflekteret tilgang til udvikling af en undervisningspraksis (jf. Blomhøj & Jensen, 2007).



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

Ofte ligger fokus i udviklingsprojekter på at udvikle og afprøve nye undervisnings-elementer uden at tiltagene er eksplicit motiveret i en oplevelse af problemer i den eksisterende praksis. Faserne motivering (a) og systematisering (b) handler netop om at etablere en sådan sammenhæng. Systematiseringen indebærer endvidere en afgrænsning af og fokusering på en didaktisk problemstilling. Det er også ofte vanskeligt at skelne mellem de bærende faglige og didaktiske idéer og den konkrete implementering i en forsøgsundervisning, og følgelig bliver det vanskeligt at analysere denne undervisning. Det er pointen med didaktificering (c) at gøre den lange række af didaktiske valg der ligger forud for en forsøgsundervisning eksplicite med henblik på at muliggøre efterfølgende kritik og justering. En hovedpointe i didaktisk modellering er at det er det didaktiske system der er genstand for analyse, og ikke den konkrete forsøgsundervisning. Det er de didaktiske og faglige idéers bærekraft vi i forskningssammenhæng ønsker at bliver klogere på, ikke de særlige vilkår der hersker i en given forsøgsundervisning. Forsøgsundervisning kan imidlertid være et glimrende middel til didaktisk analyse (d), men erfaring og resultater herfra skal altså fortolkes (e) i forhold til det didaktiske system. Endelig må det baseres på en samlet evaluering af processen (f) i hele det didaktiske modelleringsforløb om resultaterne skal give anledning til ændringer i en bestemt undervisningspraksis eller i fortolkningen af praksis, som så igen kan motivere nye udviklingsprojekter.

Denne tilgang vil vi både bruge som konkret metodisk værktøj og som noget der i sig selv påkalder sig nysgerrighed: Hvilke potentialer og vanskeligheder giver didaktisk modellering som metode til at begribe, strukturere og undersøge kompleksiteten i det kombinerede forsknings- og udviklingsprojekt KOMPIS?

Flerdimensionelle indholdsbeskrivelser

Traditionen

Undervisningsplanlægning sker i grundskolen bl.a. på baggrund af fagenes målbeskrivelser, og disse placerer sig i Danmark traditionelt imellem to modsatrettede hensyn: dels hensynet til lærernes metodefrihed, som resulterer i brede og løst formulerede målformuleringer, dels hensynet til indholdskonkretisering, som resulterer i relativt detaljerede anvisninger af begreber og metoder som skal i spil. Disse to hensyn får faghæfterne til at virke inkonsistente, og målbeskrivelserne bliver omfattende og uoverskuelige. Sådan så grundskolens faghæfter Fælles Mål for matematik, dansk og naturfag ud indtil den seneste revision, og sådan ser en del fags Fælles Mål stadig ud (jf. www.uvm.dk hvor alle Fælles Mål-teksterne findes).

Målbeskrivelserne angiver bl.a. at man som elev skal opnå forskellige grader af fortrolighed med en række faglige begreber og metoder. I den konkrete tilrettelæggelse og udførelse af undervisningen antager disse mål ofte status som det centrale, mens formålet med undervisningen står tilbage som et utopisk ideal der ikke tematiseres i det daglige. Relationen mellem formålet og de udpegede begreber og metoder er ofte også uartikuleret og uklar. Evalueringen af undervisningen består som konsekvens heraf ofte udelukkende i at undersøge elevernes grad af beherskelse af de faglige begreber og metoder.

Problemet herved er at der i rammesætningen af undervisningen ikke sættes ord på det mest afgørende, nemlig hvad det er man som lærer skal *sigte mod* i sin tilrettelæggelse, gennemførelse og evaluering: Hvad er det eleverne gerne skal blive bedre til? Det overordnede formål kan man som oftest hurtigt erklære sig enig i, men det er for langt fra undervisningen til at man kan tilrettelægge efter det. Detaljerede og indholdspræcise trinmål kan nemt få karakter af et centralt fastlagt pensum som det er relativt nemt at tilrettelægge efter, men ingen lærer vil sige at ambitionen med undervisningen udtrykkes ved alene at opremse et pensum. Det afgørende er hvad eleverne får ud af at arbejde med forskellige begreber, ikke begreberne i sig selv.

En ny model for indholdsbeskrivelse

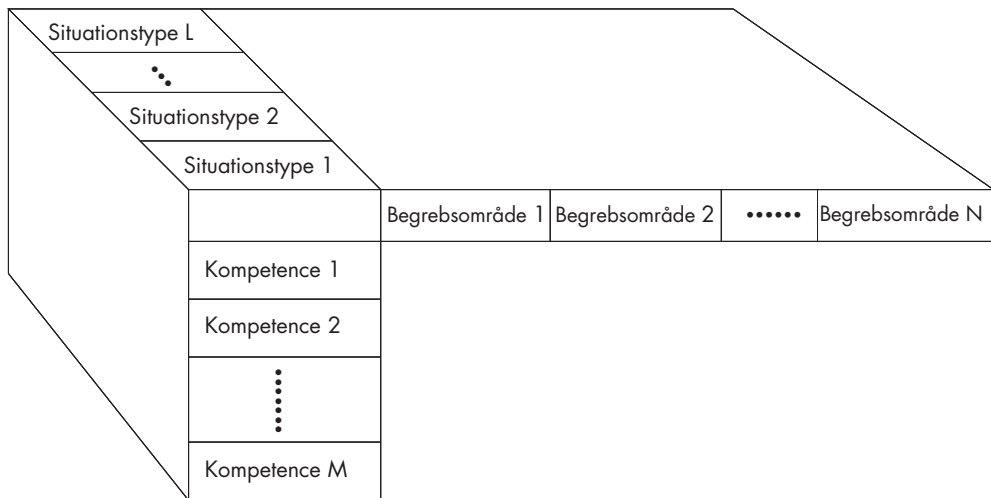
Udfordringen er således at etablere en tydeligere forbindelse mellem det der er målet med undervisningen, og det der skal foregå i undervisningen. I kompetencetermer betyder det at fokus skal rettes mod at eleverne gennem arbejde med et fags kundskabs- og færdighedsområder (begrebs-fortrolighed) bliver mere *kompetente* til at håndtere udfordringer i de *situationer* de står i og kommer til at stå i. Der kan således identificeres tre dimensioner i en karakteristik af et undervisningsindhold, jf. visualiseringen i figur 2: *situationer*, *kompetencer* og *begreber*. Begreberne arbejdes der med som et nødvendigt element i at eleverne udvikler kompetencer (mål) der sætter dem bedre i stand til at møde udfordringer i situationer som kan udpeges som særlig relevante og meningsfulde (formål).

I et læreplansperspektiv er det afgørende ved en sådan tredimensionel struktur at de faglige kompetencemål kan fungere som “missing link” mellem de overordnede – og dybest set ikke undervisningsrettede – formål med en uddannelse og et konkret – og dybest set ikke formålsorienteret – pensum ved at pege på hvad det er for typer udfordringer eleverne skal kunne *handle* i forhold til. Et sådant tilrettelæggelsesmæssigt perspektiv kan og bør være retningsgivende for måden man formulerer kompetencerne på, og for fastholdelsen af kompetencer og begrebsområder som to ikke-sammenfaldende indholdsdimensioner (Højgaard, 2009).

Forberedelse af undervisning handler således ideelt set om at iscenesætte en forbindelse mellem de tre dimensioner så man kan begrunde og motivere arbejdet med

de givne begreber med udviklingen af kompetencer som sætter eleverne i stand til at håndtere nye typer af situationer (aktionsradius, jf. Niss & Jensen, 2002, Jensen, 2007a og 2007b) eller kendte typer situationer på en mere kompetent måde (dækningsgrad, *ibid.*). Modellen er derfor bl.a. tænkt som en planlægnings- og refleksionsmodel for lærere og som en model som lærere kan anvende når de sammen med eleverne diskuterer hvad formålet og målet med det konkrete undervisningsarbejde er (jf. Jensen, 2009). En sådan model for struktureringen af undervisningens indhold er udtryk for en internationalt set unik måde at forpligte de involverede lærere til at navigere efter de opstillede kompetencemål på, og det vil derfor forskningsmæssigt være uhyre interessant – og noget der vil påkalde sig international opmærksomhed – at undersøge og beskrive hvordan undervisning styret af en sådan indholdsstruktur spænder af.

I KOMPIS-projektet har vi fokus på forskellige dele af denne model, idet vi arbejder ud fra forskellige hypoteser om hvad der kan fungere som hensigtsmæssigt fokusområde i både planlægning og undervisning. I det følgende præsenterer vi hvordan disse fokusområder omsættes til valg af indhold i hver faggruppe, og herefter præsenterer vi modellerne for årsplansarbejdet som det er i gang netop nu. Af hensyn til omfanget af artiklen her er beskrivelserne relativt kortfattede, mens mere udfoldede analyser og eksempler kan findes på www.kompis.dk.



Figur 2. *Situationer, kompetencer og begreber.*

Valg af undervisningsindhold foregår i spændingsfeltet mellem prototypiske situationer og undervisningsfagets kompetencer og begrebsområder.

Matematikgruppens indholdsbeskrivelse

I matematikfaggruppen har vi valgt at koncentrere os om samspillet mellem faglige kompetencer og begrebsområder, jf. indholds-matricen vist i figur 3.

Analysen bag denne modeldannelse kan sammenfattes således: Udgangspunktet er en forestilling om at matematikundervisning pr. tradition har en stor del af opmærksomheden rettet mod de faglige begreber med dertil knyttede færdigheder. I grelle tilfælde, som nok desværre oftere er reglen end undtagelsen, udvikler det sig til det Jens Højgaard Jensen (1995) har navngivet *pensumitis*. Det betegner den sygdom der består i at faglighed forveksles med pensumbeherskelse, og undervisning forveksles med tilegnelse. Arbejdet med faglige kompetencebeskrivelser i matematikundervisningen er ikke mindst bragt i spil med bekæmpelsen af pensumitis som begrundelse (Niss & Jensen, 2002, kap. 3), og i det perspektiv er det vigtigt at stille skarpt på samspillet mellem faglige kompetencer og faglige begreber.

For ikke blot at ende i en slags "pensumbeskrivelse – nu kommenteret med frække kompetenceord" tyder de hidtidige erfaringer på at det som nævnt ovenfor er afgørende at fastholde faglige kompetencer og begrebsområder som to ikke-sammenfaldende indholdsdimensioner (jf. Jensen, 2007a). Det har man modigt og klogt gjort i det nyligt reviderede faghæfte for matematik i grundskolen (Undervisningsministeriet, 2009b) – som den i kompetencesammenhæng hidtil mest konsekvente læreplan vi kender til. Så langt så – rigtig – godt.

Begrebsområde Kompetence	Tal og algebra	Geometri	Statistik og sandsynlighed
Mat. tankegangskompetence			
Mat. problembehandlingskomp.			
Mat. modelleringskompetence			
Mat. ræsonnementskompetence			
Mat. repræsentationskompetence			
Mat. symbolbehandlingskomp.			
Mat. kommunikationskomp.			
Mat. hjælpemiddelkompetence			

Figur 3. Matrix-model for beskrivelse af indholdet i grundskolens matematikundervisning.

På minussiden er beskrivelsen af begrebsområderne delvis udtryk for en sammenblanding. Det egentlige strukturelle problem ved det nye faghæfte for matematik – og ved alle de andre faghæfter som endnu ikke har grebet kompetenceorienteringen forpligtende an – er dog at de to indholdsdimensioner “Matematik i anvendelse” og “Matematiske arbejdsmåder” gør beskrivelsen uoverskuelig og svær at arbejde med (det vidste de godt i læseplansudvalget, men de var tvunget til at fastholde brugen af fire centrale kundskabs- og færdighedsområder).

Samlet set er det nye faghæfte for matematik muligt, men svært at bruge som perspektivskabende tænkeværktøj, og den ellers så modige nyskabelse med eksplicit kompetenceorientering risikerer derfor i stedet at blive brugt som tjekliste for om “alt er nået”. Målstyret (års)planlægning støttes af en læreplan der er overskuelig og åben i sin struktur så den byder sig til som tænkeværktøj for lærerne. Modellen i figur 3 er et bud på en sådan “kogen sovsen ind-fremstilling” af kernen i *Fælles Mål 2009 – Matematik*.

Naturfagsgruppens indholdsbeskrivelse

I forbindelse med den sidste revision (2009) af faghæfterne for naturfagene er der sket en del ændringer. Det understreges fx både i formålene for fagene og i de enkelte fags trinmål at der skal ske et øget samarbejde mellem naturfagene i overbygningen. Endvidere er trinmålene formuleret i markant større detaljeringsgrad og med flere præciseringer end i foregående faghæfte. Således hedder det i det gamle (2004) faghæfte for fysik/kemi at eleverne efter 8. klasse skal blive i stand til at “anvende enkle fysiske og kemiske begreber til at beskrive hverdagens fænomener *som* regnbuen, elektricitet i hjemmet og korrosion” (Undervisningsministeriet, 2004, vores fremhævelse). I det nye og gældende faghæfte er det formuleret som at man skal kunne “anvende enkle fysiske eller kemiske begreber til at beskrive hverdagens fænomener, *herunder* magnetisme, korrosion og tyngdekraft” (Undervisningsministeriet, 2009c, vores fremhævelse). Eksemplet viser at læreren førhen kunne opfatte regnbuen, hjemmets elektricitet og korrosion som forslag til hverdagsfænomener der kunne inddrages i undervisningen. Nu er fysik/kemi-læreren mere eller mindre bundet til at undervise i magnetismen, korrosion og tyngdekraft.

Det udvalgte eksempel er ikke undtagelsen, men reglen i forbindelse med revisionen, og det kunne tyde på at Undervisningsministeriet har ønsket en sådan præcisering og dermed forventeligt en øget detailstyring. Spørgsmålet er om de mange detaljerede målformuleringer indfanger det væsentligste i naturfagsundervisningen, eller om de snarere har haft til hensigt at fungere som bekvemme kategorier i forbindelse med et evalueringsparadigme hvor test er det foretrukne værktøj.

En kompetencemålsat naturfagsundervisning kan med nogen ret siges at være i modstrid med et testparadigme. Her og nu kan kompetenceformuleringer imidlertid

Begrebsområde Kompetence	Kende til grundvandsdannelse i Danmark og forhold der har indflydelse på vores muligheder for at indvinde rent drikkevand	Vurdere anvendelse af naturgrundlaget i perspektivet for bæredygtig udvikling og de interesse modsætninger der knytter sig hertil	Anvende it-teknologi til informations-søgning, dataopsamling, kommunikation og formidling
Nat. empirikompetence			
Nat. modelleringskompetence			
Nat. repræsentationskompetence			
Nat. perspektiveringskompetence			

Figur 4. Matrix-model for beskrivelse af indholdet i grundskolens naturfagsundervisning.

ikke uden videre erstatte faghæftemålene som er fastlagt som nationale krav til undervisningen, og grundskolelærerne er dermed forpligtet på at tilstræbe at nå dem i undervisningen. Derfor må nedenstående beskrivelse omfatte begge målkategorier og en sammenligning mellem dem med henblik på at pege på muligheder for at tilgodese faghæftets mål med en kompetencemålsat undervisning.

Matricen i figur 4 har som den ene dimension de fire naturfaglige kompetencer fremlagt i FNU-rapporten (Andersen et al., 2003). Som den anden dimension har matricen tre søjler som illustrerer almindeligt forekommende naturfaglige begrebsområder, som endvidere forekommer som trinmål i de tre naturfags faghæfter. De er udvalgt fordi det i faghæfterne er angivet at disse mål blandt flere er fælles for alle tre naturfag, hvilket kan lægge op til fler- eller tværfaglige undervisningsforløb. Derudover findes trinmål der er fælles for to af fagene, samt mål som er reserveret ét af fagene.

Danskgruppens indholdsbeskrivelse

I danskfaggruppen har vi valgt at tage eksplicit udgangspunkt i en beskrivelse af de prototypiske situationer som vi står i når vi med identiteter som borgere, personer, arbejdere, æstetikere og forbrugere færdes i det senmoderne samfund. På baggrund af

en sådan beskrivelse kan vi beskrive hvilke typiske handleformer vi må kunne udfolde. Fx vil vi som borgere der deltager i det offentlige rum, skulle kunne argumentere for og forholde os til en holdning i offentlige rum. Vi skal således kunne udfolde en kommunikativ kompetence. På et endnu mere specifikt niveau kan man dernæst beskrive hvilke træk ved denne kommunikative kompetence deltagelse i det offentlige rum fordrer. I dette tilfælde vil det være at kunne analysere hhv. formulere et udsagn med argumentets grundstruktur (påstand, belæg, hjemmel osv.), kunne vælge genre og medie osv. Det bliver derigennem muligt at deducere sig fra en prototypisk situation til et danskfagligt indhold.

Danskfaggruppens hypotese er at lærerne gennem sådanne analyser får et stærkt værktøj til 1) at beskrive formålet med undervisningen både over for sig selv og over for elever, forældre og kolleger og til 2) at tilrettelægge en undervisning der sætter danskfagets vidensområder og tilgange ind i realistiske sammenhænge.

Fra indholdsbeskrivelse til årsplanlægning

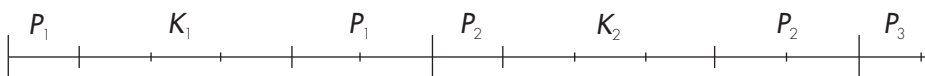
Men opgaven er ikke løst med en indholdsbeskrivelse. For lærerne skal tilrettelægge undervisning der fremmer elevernes kompetencer. Tilrettelæggelse af undervisning foregår både i KOMPIS-projektet og i mange andre sammenhænge i tre tempi. Før året går i gang, udarbejder lærerne en overordnet årsplan, ofte indrettet med en række forløb. Ved indgangen til et sådant forløb lægger læreren (eller flere lærere i fællesskab) mere detaljerede planer, skaffer undervisningsmaterialer, bestiller lokaler osv. Og endelig finder den sidste tilrettelæggelse sted lige op til undervisningen, fx dagen inden.

Med en gennemført pensumorienteret tilgang til undervisning kan årsplanlægningen være ganske enkel at gennemføre fordi opgaven består i at tage udgangspunkt i en endimensionel progressionsforståelse af begrebsindholdet og tilrettelægge året i overensstemmelse med denne progression. Med vores tredimensionelle tilgang til en kompetenceorienteret indholdsbeskrivelse er der ikke en tilsvarende simpel metode til afbildning af denne struktur ned på en tidslinje.

Som ved indholdsbeskrivelserne eksperimenterer vi med tre forskellige tilgange.

Matematikgruppens tilgang til årsplanlægning

En af matematiklærerne i KOMPIS-gruppen, Lene Sørensen, har modigt sagt ja til sammen med sin KOMPIS-forsøgsklasse at få sat særlig intensivt forskningsmæssigt fokus på sit og klassens arbejde med kompetenceorienteret matematikundervisning. Forskningsprojektet er beskrevet senere i artiklen her (klasserums-problemstilling A). I forhold til årsplanlægning er vi – Lene og Tomas Højgaard – blevet enige om at bruge modellen vist i figur 5 som skabelon, og de øvrige medlemmer af matematikgruppen har valgt samme udgangspunkt.



Figur 5. Model for hvordan projektarbejde (P) kan bruges til at "indramme" kursusforløb (K) (Jensen, 2007a, s. 194)

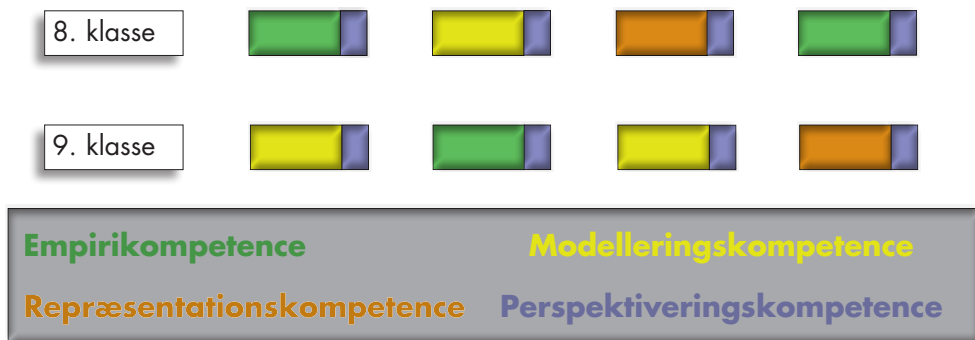
Intentionerne med modellen kan sammenfattes således (jf. Jensen, 2007a, s. 191-195):

- *Modulisering:* Undervisningen består af moduler med ligeligt vægtet projekt- og kursusarbejde som omdrejningspunkt, baseret på en analyse af hvilke arbejdsformer der er mest relevante for de forskellige matematikfaglige kompetencer.
- *Elevstyring:* I forlængelse af disse analyser skal eleverne være så medstyrende som muligt ved tilrettelæggelsen af projektarbejderne.
- *Uafhængige projekt- og kursusforløb:* Den ønskede høje grad af elevstyring i projektarbejderne bliver vanskeliggjort hvis eleverne blev udsat for et "krydspres" af pensumdækning og kompetenceorientering og således ikke alene kan fokusere på at fastholde orienteringen mod udvikling af en eller flere faglige kompetencer som mål for hvert projektarbejde.

Pointen er at faglige kompetencebeskrivelser har et potentiale som "sparringspartner" for læreren (eller lærerne) i arbejdet med at skabe sammenhæng mellem formålet og de langsigtede mål med undervisningen (læreplanens og ens egne), årsplanlægningen, tilrettelæggelsen af de enkelte forløb og udfordringen af eleverne i den konkrete situation (se fx Jensen, 2009 og 2007a, kap. 12). Den samlede analyse fra matrix-struktureret indholdsbeskrivelse til modul-opdelt, eksplicit målorienteret årsplanlægning har været styret af et ønske om at understøtte udlevelsen af dette potentiale.

Naturfagsgruppens tilgang til årsplanlægning

Naturfagsgruppen vil følge matematikgruppens opdeling i flere moduler årligt. I forhold til matematikgruppen vil der dog blive færre moduler hvert år fordi der er færre timer allokeret til naturfagene i overbygningen. Det betyder også at lærere og forskere har måttet diskutere prioriteringen af hvordan de fire udvalgte naturfaglige kompetencer nævnt ovenfor skulle indgå over projektets to skoleår. Det blev relativt hurtigt klart for gruppen at man med fordel kunne dele hvert enkelt modul op så man havde et hovedforløb fokuseret omkring empiri-, repræsentations- eller modelleringskompetence og så afrundede modulet med et kortere forløb hvor man arbejdede med perspektiveringskompetence. Således kommer den kompetenceorienterede årsplan for naturfagene til at være organiseret som vist i figur 6.



Figur 6. Model af en årsplan med fire moduler om året.

Hvert modul fokuserer på en skiftende naturfaglig kompetence efterfulgt af et kortere forløb omkring perspektivering.

Krumtappen i årsplansmodellen angivet i figur 6 er valget af et eksplicit kompetenceorienteret hovedforløb i hvert modul. Analysen har på dette punkt været den samme for matematik- og naturfagsgruppen: Ved at tillade sig at fokusere på en udvalgt kompetence giver man som lærer sig selv et godt udgangspunkt for en målfokuseret tilrettelæggelse og gennemførelse af undervisningen og for at kunne opstille en realistisk evalueringsplan. Når man har valgt kompetencemål, kan man så afpasse planen i forhold til et eventuelt tema, elevernes mål og forventninger samt rammer og sammenhænge som temaet skal indgå i. Og først dernæst vælger man så begrebsområder (trinmål) som kan tilgodeses gennem forløbet.

Danskgruppens tilgang til årsplanlægning

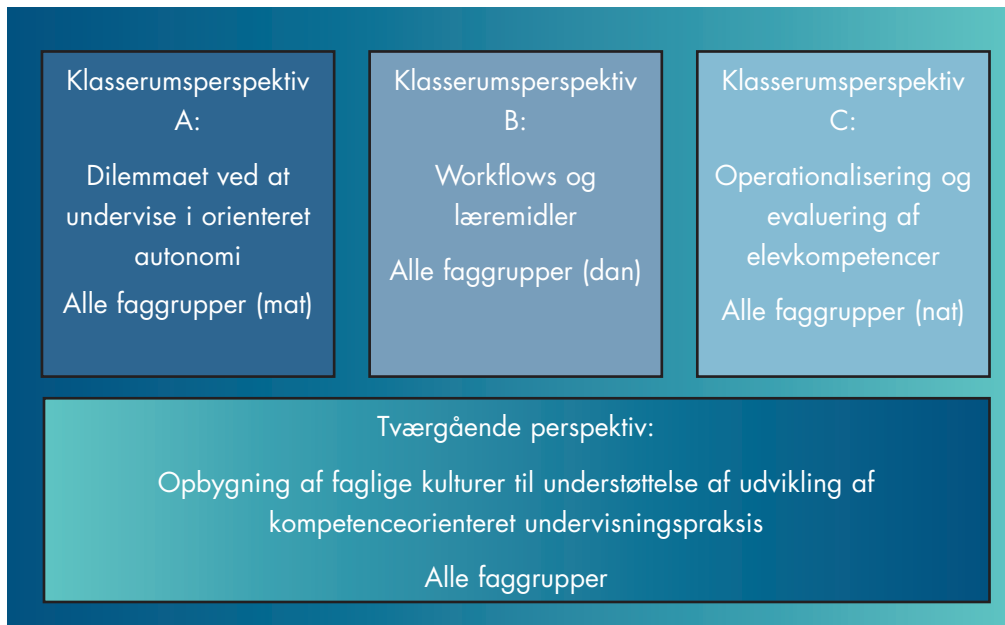
I danskgruppen har vi valgt en pragmatisk tilgang til årsplanlægningen, i og med at vi har haft fokus på hvordan de årsplaner som lærerne har været vant til at lave, kunne transformeres til mere kompetenceorienterede årsplaner. Lærerne har fx taget udgangspunkt i romaner de gerne ville læse, temauger og undervisningsmateriale, og på den baggrund har vi diskuteret hvordan disse udgangspunkter kunne integreres i en kompetenceorienteret årsplan. Generelt har det vist sig at mange tidligere enkeltstående forløb kunne integreres og fokuseres mod samme mål.

Det næste skridt har bestået i at begrunde hvorfor givne forløb giver mening. Her skal man naturligvis på den ene side tage udgangspunkt i de gældende Fælles Mål (Undervisningsministeriet, 2009a), men i denne tilgang til kompetenceorienteret undervisning må begrundelsen have et større perspektiv med fokus på hvordan eleverne bliver bedre i stand til at håndtere flere udfordringer i prototypiske situationer gennem undervisningsforløbet.

Forskningsdelen af KOMPIS

KOMPIS-projektet er en oplagt mulighed for at forske i kompetenceorienteret undervisning på en måde som er usædvanlig både i tid og omfang. Forsøgsundervisningen kan forskningsmæssigt betragtes som et didaktisk eksperimentarium som forskergruppen og forhåbentlig også både ph.d.-, master- og specialestuderende fra de deltagende uddannelsesinstitutioner vil bruge til at belyse forskellige aspekter af projektet.

Formålet med forskningen er at tegne et multi-facetteret billede af processerne involveret i at udvikle og implementere kompetenceorienteret undervisning på en kvalificeret og bæredygtig måde. Det vil vi gøre ved at følge udviklingen ud fra forskellige perspektiver på forskellige niveauer. På klasserumsniveauet følges undervisningen i dansk, matematik og naturfag med fokus på et mindre antal klasser og lærere ud fra et lærer-, et elev- og et evalueringscentreret perspektiv. På et systemisk niveau orienterer vi os mod de organisatoriske udfordringer der ligger i at sikre forankring i praksis. De enkelte delelementer af det samlede forskningsprojekt er vist i figur 7 og udfoldes efterfølgende.



Figur 7. Forskningsperspektiverne i KOMPIS-projektet.

Helfarvning indikerer perspektiver med særligt fokus på enkelte fagområder – graderet farvning indikerer det tværgående perspektiv hvor alle fagområderne inddrages på samme tid.

Klasserumsproblemstilling A: Matematisk modelleringskompetence og dilemmaet ved at undervise i orienteret autonomi

Grundskolens matematikundervisning er på mange områder meget orienteret mod matematik i anvendelse: Den faglige forståelse og kunnen som eleverne udvikler, skal de meget gerne kunne bringe meningsfuldt i spil uden for fagets egne rammer.

Anvendelsesorienteringen findes i *Fælles mål 2009 – Matematik* (Undervisningsministeriet, 2009b) hvor “Matematik i anvendelse” som tidligere nævnt er overskriften på et af de fire centrale kundskabs- og færdighedsområder. Den findes også i den summative evaluering hvor problemløsningsdelen af den skriftlige afgangsprøve er bygget op omkring et ikke-matematisk tema. Sidst men ikke mindst findes anvendelsesorienteringen som en central del af mange grundskolelæreres professionelle selvforståelse – de vil gerne undervise i matematik “så det kan bruges til noget”.

Et problem i forbindelse med ønsket om anvendelsesorienteret matematikundervisning er at det på trods af de gode hensigter let degenererer til en fin indpakning om en undervisning som i realiteten kun udfordrer eleverne på begrebs-interne forhold som aritmetik og ligningsløsning. Det skyldes ikke mindst at matematikundervisning som reelt inddrager eleverne i anvendelsen af faget – med alt hvad det indebærer af usikkerhed, afgrænsningsbehov og relevansvurderinger – rummer en række vanskeligheder og deraf følgende udfordringer til læreren som mere pensumfikseret undervisning ikke gør.

Et middel til at analysere og på anden vis arbejde med disse udfordringer er at fokusere på *udvikling af elevernes matematiske modelleringskompetence*, som er en af de faglige kompetencer som har fået en fremskudt placering i faghæftet for matematik i grundskolen. Ønsket om matematik i anvendelse kan operationaliseres ved at lægge særligt tryk på modelleringskompetencen som et centralt mål for grundskolens matematikundervisning, jf. fremhævelsen med fed skrift i indholdsmatricen for KOMPIS-matematikundervisningen (figur 3).

Delprojektet her består i sammen med KOMPIS-matematiklæreren Lene Sørensen at gennemføre en didaktisk modelleringsproces pegende frem mod at tilrettelægge, iværksætte, gennemføre, observere og evaluere en længerevarende forsøgsundervisning med ambitionen om udvikling af denne kompetence som omdrejningspunkt. Idéen er at forsøge at skabe så ideelle betingelser som muligt for udvikling af elevers matematiske modelleringskompetence og så analysere de hindringer som viser sig ved gennemførelse af en konkret undervisning. Et sådant forsknings- og udviklingsprojekt er tidligere gennemført med udgangspunkt i det almene gymnasiums obligatoriske matematikundervisning (Jensen, 2007a), og det bliver interessant at bruge erfaringerne herfra til at gennemføre et lignende projekt med fokus på grundskolens 8. og 9. klasse.

Nysgerrigheden kan sammenfattes med følgende forskningsspørgsmål: *Hvad er*

karakteren af de hindringer som i et konkret tilfælde stiller sig i vejen for utopien om en fuldstændig realisering af “den gode praksis” i forhold til udvikling af elevernes matematiske modelleringskompetence?

Synergi med de andre delprojekter vil bl.a. blive etableret ved at fokusere på potentialer og vanskeligheder ved elevstyrede læreprocesser. I delprojektet her vil temaet stå centralt i forbindelse med analyser af et modsætningsforhold som er betegnet dilemmaet ved at undervise i orienteret autonomi (Jensen, 2007a): Hvis man (som det er tilfældet med udvikling af en lang række faglige kompetencer, bl.a. matematisk modelleringskompetence) i uddannelsessammenhæng ønsker at udvikle orienteret autonomi – gøre deltagerne “selvstændige på en bestemt måde” – er man på den ene side nødt til at lægge op til elevstyring af arbejdsprocessen og på den anden side nødt til at sikre at den pejling der finder sted, giver processen den ønskede orientering, dvs. får den til at bevæge sig i en retning som er i overensstemmelse med de uddannelsesmæssige mål.

Her kan nysgerrigheden sammenfattes således: Hvilken rolle spiller dilemmaet ved at undervise i orienteret autonomi for læreres arbejde med at udvikle elevernes faglige kompetencer?

Klasserumsproblemstilling B: Workflows og læremidler

Klasserumsproblemstilling B handler om de komplekse processer som udspiller sig i et klasserum. I traditionel undervisning vil en typisk model – en art didaktisk kontrakt lærer og elever imellem (Blomhøj, 1995) – for workflow være: 1) *Læreroplæg*, 2) lærer stiller *forståelsesspørgsmål* til elever, 3) elever løser *opgaver* i lærebog, efterfulgt af 4) *plenumopsamling* på klassen (workflowet kan kaldes LFOP, jf. Bundsgaard, 2010). Ud over at indebære en struktur på processerne indebærer et givent workflow også særlige lærer- og elevroller, autoritetsstrukturer og relationer. Et workflow som det nævnte er let at organisere og let for alle parter at indgå i, idet roller og relationer er veldefinerede, men det vil ofte være utilstrækkeligt i en kompetenceorienteret undervisning hvor målet er at udvikle kompetencer til at håndtere udfordringer i situationer hvor et af målene netop er udvikling af en bred vifte af roller og tilgangsmåder.

Læremidler understøtter workflow-processer på forskellig vis. Traditionelle lærebøger fungerer godt i LFOP-workflowet idet de støtter lærerens oplæg og stiller opgaver til rådighed for eleverne. I denne del af projektet udvikles der derfor for det andet en teoretisk ramme til beskrivelse af typer af workflows og de tilhørende roller, autoritetsstrukturer og relationer, og det undersøges hvordan såvel traditionelle læremidler som it-baserede læremidler understøtter kompetenceorienterede workflows (jf. Bundsgaard, 2009). Undersøgelsen vil ikke kunne udpege “hvad der virker” til alle tider og steder, men den vil gennem analytisk eller analogisk generalisering

(Smaling, 2003) udpege fænomener og relationer som samvirker om at understøtte og modvirke givne workflows udfoldelse.

Det sammenfattende forskningsspørgsmål lyder her således: *Hvilke workflow-modeller udvikler en kompetenceorienteret undervisning, hvilke udfordringer er der for udfoldelsen af sådanne workflows, og hvilke lærer- og elevroller, autoritetsstrukturer og relationer udvikler sig?*

Klasserums-problemstilling C: Operationalisering og evaluering af elevkompetencer

Med baggrund i beskrivelsen af det naturfaglige kompetencebegreb i afsnittet "Naturfagsgruppens indholdsbeskrivelse" undersøges det hvorvidt begreberne er operationaliserbare som målkategorier i grundskolens naturfagsundervisning. Det vil være interessant at vurdere om lærerne finder kompetencemål anvendelige i forbindelse med både planlægning, gennemførelse og evaluering af undervisningen – altså et fokus på underviserens anvendelse af kompetencemål. Og det vil være interessant at undersøge om deltagerne i undervisningen – med støtte af forskerne – er i stand til at konstatere en udvikling af de naturfaglige kompetencer igennem et undervisningsforløb – altså et fokus på elevernes naturfaglige kompetencer.

Den teoretiske baggrund kan henføres til forskellige udredninger af det naturfaglige kompetencebegreb, herunder i en analyse i forbindelse med det tidligere omtalte FNU-projekt (Dolin, Krogh & Troelsen, 2003) og MONA, 2007-4 (Elmose, 2007b). Den teoretiske udredning har i ringe grad været efterfulgt af systematisk afprøvning af kompetencebegrebernes værdi som planlægnings- og evalueringskategorier i praksisfelter. I 2008 har der dog været gennemført et forløb i Nordjylland hvor lærerne har anvendt modelleringskompetencen, og deres erfaringer og undersøgelsen af elevernes færdigheder, kundskaber og meninger tyder på at kompetencebegrebet har en praktisk implementeringsværdi (Elmose, 2010). Hensigten med dette delprojekt er at udbrede undersøgelsen til at gælde alle fire naturfaglige kompetencer og desuden øge mulighederne for at tilstræbe en høj validitet og reliabilitet.

Metodisk etableres der et samarbejde med et eller to lærerteam om udvikling af planlægnings- og evalueringsmetoder hvori kompetencebegreberne indgår som målkategorier. Dette indebærer en før/efter-registrering hvor lærernes planlægnings- og evalueringsprocedure kortlægges gennem interview og spørgeskema. Der gennemføres desuden observation af læreres undervisning og elevers læring samt interviews af lærere og elever med henblik på at konstatere hvorvidt eleverne har udviklet deres naturfaglige kompetencer. Dette indebærer ligeledes en før/efter-registrering, men nu af elevernes kompetencer samt registrering af sammenhænge mellem læreres undervisning og elevers læring. Undersøgelsesresultaterne vil blive søgt bekræftet gennem såkaldt pragmatisk validering (Kvale, 1997) hvor projektet valideres i forhold

til værdien i praksisfeltet, og reliabilitet og validitet i øvrigt dokumenteres gennem flere undersøgelsesvinkler (triangulering) og nærhed til undersøgelsesfeltet (Kruuse, 1989).

Nysgerrigheden kan her kondenseres i disse to forskningsspørgsmål: *Kan der i forbindelse med et givent undervisningsforløb konstateres en udvikling af lærerens anvendelse af kompetencemål således at målformuleringerne kan anvendes som evalueringskategorier? Kan kompetencemålene og afledte tegn anvendes som kriterier for at vurdere hvorvidt eleverne har udviklet deres faglige kompetencer i et givent undervisningsforløb?*

Tværgående problemstilling: Opbygning af fagkulturer

Talrige studier peger på at vedvarende udvikling af undervisningspraksis opnås hvis og kun hvis den kan forankres i kulturen der omgiver lærerne (fx Hargreaves & Fink, 2006, Fullan, 1999). Kultur kan i denne sammenhæng forstås som de holdninger, værdier, normer, vaner, traditioner m.m. der opstår når mennesker interagerer jævnligt med hinanden og derved påvirker hinanden over tid (Phelan et al., 1991). Kulturen påvirkes dog af en lang række praktiske og organisatoriske forhold som derfor også bør indgå i en undersøgelse af kulturer (Sølberg, 2007). Fagkulturer kan betragtes som subkulturer indlejret i skolekulturen på den enkelte skole (Dragsted, 1998), og skolekulturerne indgår samtidig i en bredere og mere kompleks kultur der kendetegner et større område såsom kommunen. Hvert kulturniveau (fra kommune til lærer) rummer muligheder og barrierer for udvikling af kompetenceorienteret undervisning.

Især lærer- og skolekultur har fået megen opmærksomhed gennem tiden (se fx Hargreaves, 1997, Evans, 1996), men erfaringer fra bl.a. Science Team K-projektet (se Busch & Sølberg, 2006) peger på at det kommunale aspekt også spiller en afgørende rolle for at sikre nye tiltag på tværs af skoler og på længere sigt. Science Kommune-modellen (Hansen & Randers, 2006), som nu er udbredt til 25 af landets kommuner, har vist sig særdeles nyttig som en løftestang til udvikling af naturfagene i de kommuner som allerede var i gang med at udvikle naturfagsområdet eller brugte det som en anledning til at komme i gang med en sådan udvikling (se Sølberg, 2009).

KOMPIS-projektet er som modellen for Science Kommuner designet som et kommunalt anliggende. Det gør det relevant at undersøge udviklingsprocesserne på alle kulturniveauerne undervejs i projektet. Formålet er at udvikle didaktiske modeller for hvordan fagkulturer med fokus på kompetenceorienteret undervisning kan opdyrkes under hensyntagen til de mange faktorer som påvirker udviklingen af dem. Det bliver i særdeleshed interessant at sammenligne udviklingen på tværs af fagene og se i hvilken udstrækning fagenes egenart udgør særlige muligheder eller barrierer for at udvikle en kompetenceorienteret undervisningspraksis.

Forskningsspørgsmålet her lyder: *Hvordan udvikles fagkulturer med fokus på kom-*

petenceorienteret undervisning set ud fra et systemisk perspektiv? Og herunder: Hvilke forskelle og ligheder ses på tværs af fagene, og i hvilken udstrækning udgør fagenes egenart særlige muligheder eller barrierer for at udvikle kompetenceorienterede fagkulturer?

Afrunding

Vi har i ovenstående argumenteret for en mere kompetenceorienteret undervisning i almindelighed og i grundskolens største fag i særdeleshed. Desuden har vi fremlagt eksempler på hvordan en tredimensionel model som forbinder faglige kompetencer, begrebsområder og prototypiske situationer, kan bruges i organiseringen af årsplanlægningen. Ved at iscenesætte forsknings- og udviklingsprojektet KOMPIS har vi skabt muligheden for at udforske muligheder og barrierer forbundet med at tilrettelægge undervisning ud fra faglige kompetencemål. Som vi har fremlagt, vil der blive genereret viden om tre forskellige klasserums-problemstillinger – undervisning, workflows og evalueringer – og én problemstilling som handler om udviklingsprocessen i sig selv set fra et kulturperspektiv.

Nu kører udviklingen på de fire skoler videre de kommende to år. På den anden side af det forløb vender vi så tilbage med en opfølgende artikel eller to, hvor udgangspunktet vil være at vi frem for som nu at være midt i noget uudforsket og udfordrende har et spændende projekt at se tilbage på og reflektere over.

Referencer

- Achilles, M., Hansen, J.D., Lind, A. & Jensen, T.H. (2007). *Kompetencer i økonomi som undervisningsfag – med opgaveeksempler fra hhx*. København: Danmarks Pædagogiske Universitetsskole. Se www.dpu.dk/om/thje.
- Andersen, N.O., Busch, H., Troelsen, R. og Horst, S. (2003). *Fremtidens naturfaglige uddannelser*. Uddannelsesstyrelsens temahæfteserie, nr. 7, 2003. København: Undervisningsministeriet.
- Blomhøj, M. (1995). Den didaktiske kontrakt i matematikundervisningen. *Kognition og pædagogik*, 3, s. 16-25.
- Blomhøj, M. & Jensen, T.H. (2007). SOS-projektet – didaktisk modellering af et sammenhængsproblem. *MONA*, 3, s. 25-53.
- Bundsgaard, J. (2006). Nøglekompetencer med bud til de humanistiske fagområder. *Cursiv*, 2006(1), s. 21-52.
- Bundsgaard, J. (2009). A practice scaffolding interactive platform. I: *Proceedings of the 9th international conference on Computer supported collaborative learning – Volume 1* (s. 522-526). Rhodos, Grækenland: International Society of the Learning Sciences. <http://portal.acm.org/citation.cfm?id=1600053.1600129>.
- Bundsgaard, J. et al. (2009). *Kompetencer i dansk*. København: Gyldendal.

- Bundsgaard, J. (2010). *Processer i undervisningen*. Rapport fra delprojekt i projektet Brugerdreven Innovation af Digitale Læremidler. www.digitalelaeremidler.dk.
- Busch, H., Horst, S. & Troelsen, R. (red.) (2003). *Inspiration til fremtidens naturfaglige Uddannelser*. Uddannelsesstyrelsens temahæfteserie, nr. 8, 2003. København: Undervisningsministeriet.
- Busch, H., Elf, N.F. & Horst, S. (2004). *Fremtidens uddannelser – Den ny faglighed og dens forudsætninger*. Uddannelsesstyrelsens temahæfteserie, nr. 2, 2004. København: Undervisningsministeriet.
- Busch, H. et al. (2006). *Science Team K – Slutrapport fra evalueringen af et lokalt forankret naturfagsprojekt*. København: Danmarks Pædagogiske Universitet.
- Dolin, J. (2001). Repræsentationsformer i fysik. I: J. Dolin & V. Schilling (red.), *At Lære Fysik – et studium i gymnasieelevers læreprocesser i fysik*. Uddannelsesstyrelsens temahæfteserie, nr. 19, 2001. København: Undervisningsministeriet.
- Dolin, J., Krogh, L.B. & Troelsen, R. (2003). En kompetencebeskrivelse af naturfagene. I: H. Busch, S. Horst & R. Troelsen (red.), *Inspiration til fremtidens naturfaglige Uddannelser* (s. 59-140). Uddannelsesstyrelsens temahæfteserie, nr. 8, 2003. København: Undervisningsministeriet.
- Dragsted, S. (1998). Skolens naturfaglige kultur. *Kvan*, 18(52), s. 89-97.
- Elmose, S. (2007a). *Handlekompetence og pædagogisk kompetence i en reflektiv modernitet*. Aalborg: Institut for Uddannelse, Læring og Filosofi. www.learning.aau.dk/fileadmin/filer/pdf/Phd-afhandling/phd_10_9788791543401.pdf.
- Elmose, S. (2007b). Naturfaglige kompetencer – til gavn for hvem? *MONA*, 4, s. 49-67.
- Elmose, S. (2010). Hvordan ser en kompetence ud? Evaluering af modelleringskompetencen i natur/teknik-undervisningen – et CAND-projekt, *MONA*, 1, s. 7-31.
- European Ministers of Education (1999). *The Bologna declaration of 19 June 1999*. The European Higher Education Area, Bologna. Lokaliseret den 8. juli 2010 på: www.bologna-bergen2005.no/Docs/00-Main_doc/990719BOLOGNA_DECLARATION.PDF.
- Evans, R. (1996). *The Human Side of Change – Reform, Resistance, and the Real-life Problems of Innovation*. San Francisco, USA: Jossey-Bass.
- Fullan, M. (1999). *Change Forces: The Sequel*. Ontario, Canada: Falmer Press.
- Gregersen, F. et al. (2003). *Fremtidens danskfag – en diskussion af danskfaglighed og et bud på dens fremtid*. Uddannelsesstyrelsens temahæfteserie, nr. 1, 2003. København: Undervisningsministeriet.
- Harder, P. et al. (2003). *Fremtidens sprogfag – vinduer mod en større verden. Fremmedsprog i Danmark – hvorfor og hvordan?*. Uddannelsesstyrelsens temahæfteserie, nr. 5, 2003. København: Undervisningsministeriet.
- Hargreaves, A. (1997). Cultures of Teaching and Educational Change. I: B.J. Biddle et al. (red.), *International Handbook of Teachers and Teaching* (s. 1297-1319). Dordrecht, Holland: Kluwer.
- Hargreaves, A. & Fink, D. (2006). *Sustainable Leadership*. San Francisco, USA: Jossey-bass.
- Højgaard, T. (2009). Kompetencebeskrivelser og pensumitis i økonomi som undervisningsfag. I: A. Lind et al. (red.), *Fagdidaktik i økonomifagene* (s. 20-28). København: Columbus.

- Jensen, J.H. (1995). Faglighed og pensumitis, *Uddannelse*, 9, s. 464-468.
- Jensen, T.H. (2007a). *Udvikling af matematisk modelleringskompetence som matematikundervisningens omdrejningspunkt – hvorfor ikke?* IMFUFA-tekst, nr. 458. Roskilde: Roskilde Universitetscenter. Ph.d.-afhandling. Kan rekvireres ved henvendelse til imfufa@ruc.dk.
- Jensen, T.H. (2007b). Assessing mathematical modelling competency. I: C. Haines et al. (red.), *Mathematical Modelling: Education, Engineering and Economics (ICTMA 12)* (s. 141-148). Chichester, UK: Horwood.
- Jensen, T.H. (2009). Modellering versus problemløsning – om kompetencebeskrivelser som kommunikationsværktøj. *MONA*, 2, s. 37-54.
- Jørgensen, P.S. (1999). Hvad er kompetence? – Og hvorfor er det nødvendigt med et nyt begreb? *Uddannelse*, 9, s. 4-13.
- Kruuse, E. (1989). *Kvalitative forskningsmetoder*. Virum: Dansk Psykologisk Forlag.
- Kvale, S. (1997). *Interview: en introduktion til det kvalitative forskningsinterview*. København: Hans Reitzel.
- Niss, M. (1999). Kompetencer og uddannelsesbeskrivelse. *Uddannelse*, 9, s. 21-29.
- Niss, M. & Jensen, T.H. (red.). (2002). *Kompetencer og matematiklæring: Idéer og inspiration til udvikling af matematikundervisning i Danmark*. Uddannelsesstyrelsens temahæfteserie, nr. 18, 2002. København: Undervisningsministeriet.
- Phelan, P., Davidson, A. & Cao, H. (1991). Student's multiple words: Negotiating the boundaries of family, peer, and school cultures. *Anthropology and Education Quarterly*, 22(2), s. 224-250.
- Randers, L. & Hansen, H.C. (2006). *Science Team K – Projektledelsens erfaringer og anbefalinger fra perioden 2003-2006*. Dansk Naturvidenskabsformidling. www.formidling.dk/graphics/DNF/skole/Science%20Team%20K/Pdf/STK-rap2_version.pdf.
- Rychen, D.S. & Salganik, L.H. (red.). (2003). *Key Competencies for a Successful Life and a Well-Functioning Society*. Cambridge, MA: Hogrefe & Huber Publishers.
- Smaling, A. (2003). Inductive, analogical, and communicative generalization. *International Journal of Qualitative Methods*, 2(1). Article 5. Lokaliseret den 17. februar 2010 på: www.ualberta.ca/~iiqm/backissues/2_1/html/smaling.html.
- Stoll, L., Bolam, R., McMahon, A., Wallace, M. & Thomas, S. (2006). Professional Learning Communities: A Review of the Literature. *Journal of Educational Change*, 2006(7), s. 221-258.
- Sølberg, J. (2007). *Udvikling af lokale naturfaglige kulturer*. Forskningsenheden for matematikens og naturfagernes didaktik. København: Danmarks Pædagogiske Universitetsskole, Aarhus Universitet. Ph.d.-afhandling.
- Sølberg, J. (2009). Udvikling af skolens naturfaglige kultur – kunsten at gøre mere for flere på længere sigt. I: A. Holtz (red.), *Naturfagslærerens håndbog* (s. 139-152). Frederikshavn: Dafolo.
- Undervisningsministeriet. (2004). *Fælles Mål – Naturfag*. København: Undervisningsministeriet.
- Undervisningsministeriet. (2009a). *Fælles Mål 2009 – Dansk*. Undervisningsministeriets håndbogsserie, nr. 3, 2009. København: Undervisningsministeriet.

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

Undervisningsministeriet. (2009c). *Fælles Mål 2009 – Naturfag*. Undervisningsministeriets håndbogsserie, nr. 39, 2009. København: Undervisningsministeriet.

Abstract

KOMPIS is a research and development project designed to test and document a strong focus on competencies in the teaching of mathematics, Danish and science in lower secondary school. In this paper, the history of the project is described, along with analysis of how specific competence objectives may contribute to the framing of the experimental teaching, and finally the research approach we adopted is laid out in detail. The approach on the one hand involves a teacher-, a student- and an assessment perspective on the participating teachers' and students' efforts, and on the other hand of examining potentials for and barriers against competence-oriented professional learning communities.

Undervisning der motiverer – en undersøgelse af tværfaglig kemi- og biologiundervisning på htx



Hanne Møller Andersen,
Centre for Science Education.
Aarhus Universitet

Abstract, I forbindelse med et 1-årigt forsøg med tværfaglig kemi- og biologiundervisning på htx er det blevet undersøgt hvorledes forskellige forhold i undervisningen påvirker elevernes motivation. Elevernes motivation er blevet undersøgt gennem observationer, interviews og spørgeskemaer. Undersøgelsen har vist at de fleste elever motiveres af valgfrihed, men der er forskel på elevers behov for valgfrihed og selvstyring. Samarbejde og tilhørsforhold har også betydning for de unges motivation. Et velfungerende gruppearbejde og et godt forhold til læreren virker motiverende. Der er desuden indikationer på at elevernes faglige interesse kan stimuleres af en undervisning der tilgodeser elevernes behov for autonomi og relationer/tilhørsforhold.

Indledning

Der har igennem en årrække været en løbende diskussion af unges manglende interesse for naturfagene og deres fravalg af naturvidenskabelige uddannelser. I debatten er problemerne ofte blevet kædet sammen med skolens undervisning i naturfag, og flere undersøgelser har vist at eleverne finder naturfagsundervisningen kedelig, irrelevant og svært tilgængelig (Lyons, 2006), og at vestlige unge (15 år) har begrænset interesse for de emner der traditionelt indgår i undervisningen (Schreiner, 2005; Troelsen & Sølberg, 2008). I flere lande har konklusionen derfor været at indholdet af skolens naturfagsundervisning må reformeres så det i højere grad bringes i overensstemmelse med elevernes interesser. Undersøgelser har dog vist at en opdatering af det faglige indhold ikke altid giver sig udslag i en øget interesse blandt eleverne. En amerikansk evaluering af to lærebogssystemer til kemi på high school-niveau viste således at elevernes holdning og interesse var relativt upåvirket af om undervisningen var baseret på en temabaseret lærebog (ChemCom) eller en traditionel lærebog (Ware & Tinnesand, 2005). Derimod har en engelsk undersøgelse (Bennett, Holman,

Lubben, Nicolson & Otter, 2005) vist at Salters Advanced Chemistry bidrog til elevernes engagement i undervisningen. Det er dog uvist om elevernes øgede engagement var foranlediget af undervisningens faglige indhold eller nye aktiviteter og arbejdsformer. Disse undersøgelser indikerer at elevernes motivation og interesse ikke alene afhænger af undervisningens faglige indhold.

Ud fra en motivationsteoretisk forståelse er det ikke overraskende at elevens motivation er betinget af en lang række faktorer såsom læreren, klasserumskulturen, organiseringen af undervisningen, de fysiske rammer osv. Elevens motivation i forbindelse med konkret undervisning er et interessant felt, men der er desværre ikke foretaget særlig mange undersøgelser heraf, hvilket jeg i lighed med Boekaerts et al. vil beklage (Boekaerts, de Koning & Vedder, 2006). Foreliggende undersøgelse skal ses som et forsøg på at bidrage til dette interessante felt. I denne undersøgelse har der været fokus på udviklingen af elevens motivation og interesse i forbindelse med et 1-årigt forsøg med tværfaglig undervisning i kemi og biologi på htx. I forsøgsklasserne var kemi- og biologiundervisningen organiseret omkring fire tværfaglige temaer og projekter hvor der i løbet af året skete en progression i forhold til elevernes autonomi og selvstyring. I den foreliggende analyse har det centrale forskningsspørgsmål været: *Hvordan kan autonomi og samspillet i klasserummet påvirke elevernes motivation og interesse i forhold til kemi og biologi?*

Teoretisk baggrund

Det er almindelig kendt at motivation og interesse fremmer elevens læring (Brophy, 2004a), men som tidligere nævnt er der mange faktorer der kan have indflydelse på elevernes motivation. Forskellige motivationsteorier har da også forskelligt fokus i forhold til hvad der driver og motiverer mennesker (Eccles & Wigfield, 2002). I denne undersøgelse er analysen af elevernes motivation primært baseret på self-determination theory (Deci & Ryan, 1985) samt teorien om self-efficacy (Bandura, 1977). Disse teorier vil kort blive præsenteret i de følgende afsnit hvor der samtidig vil være en beskrivelse af hvorledes teorierne kan bidrage til en forståelse af elevens motivation for læring. Derefter vil der være en beskrivelse af motivation og interesse som er forskellige begreber selvom de i daglig tale ofte bruges synonymt.

Self-determination theory

Self-determination theory (SDT) er en teori om indre motivation (Ryan & Deci, 2002; Ryan & Deci, 2000). Ifølge SDT er menneskers indre motivation styret af tre basale psykologiske behov, nemlig *autonomi*, *relationer/tilhørsforhold* og *kompetencer*. SDT er baseret på en tænkning der forudsætter at mennesker har et grundlæggende behov for udvikling, og at mennesker naturligt vil være interesserede i at lære nyt. En person

vil dog kun gentage og fortsætte en aktivitet hvis den tilfredsstillende vedkommendes grundlæggende psykologiske behov. Ifølge Deci & Ryan vil indre motivation fremmes i de situationer hvor en person har indflydelse og autonomi samtidig med at vedkommende har en oplevelse af at være kompetent kombineret med en oplevelse af gode relationer og tilhørsforhold.

Teorien er en generel motivationsteori der har fundet anvendelse inden for en lang række områder, blandt andet undervisning og læring. Der har således været flere undersøgelser af hvordan undervisningen og læreres adfærd kan påvirke elevers motivation ved at støtte eller underminere elevernes behov for autonomi, relationer/tilhørsforhold og kompetenceudvikling (Reeve, 2002; Reeve, Bolt & Cai, 1999; Brophy, 2004b; Reeve, 2006). Elevernes oplevelse af autonomi kan fremmes ved at der i undervisningen er en vis *valgfrihed* og *selvstyring*, mens behovet for *samspil* og *relationer* kan støttes ved at eleverne har mulighed for samarbejde og etablering af fællesskaber samtidig med at der er et positivt samspil mellem lærer og elever. Elevernes oplevelse af kompetence og fagligt selvværd kan støttes gennem en differentieret og fleksibel udformning af opgaver, således at udfordringen er justeret i forhold til den enkelte elev samtidig med at elevernes faglige selvværd kan støttes gennem løbende feedback (Brophy, 2004b; Reeve, 2002). Niemiec & Ryan har i en undersøgelse fundet at undervisning med fokus på elevers behov for autonomi, kompetence og relationer kan give anledning til at eleverne bliver mere indre motiverede samtidig med at de i højere grad værdsætter akademiske aktiviteter og er mere villige til at engagere sig i aktiviteter som ikke umiddelbart har deres interesse (Niemiec & Ryan, 2009).

Self-efficacy (fagligt selvværd)

Banduras teori om self-efficacy omhandler den motivationsmæssige betydning af en persons forestilling om at kunne/ikke kunne klare en bestemt udfordring/opgave. Personens forestilling om sine egne kompetencer har derfor afgørende betydning for vedkommendes adfærd og handlekompetence (Bandura, 1977; Pajares, 1996). Udviklingen af self-efficacy er ifølge Bandura primært betinget af fire faktorer: mestringserfaringer, vikarierende erfaringer, omgivelsernes overbevisning og personens følelsesmæssige og fysiologiske tilstand (Bandura, 1977; Pajares, 1996). I en undervisningssituation er det især elevens hidtidige mestringserfaringer inden for faget der har betydning for vedkommendes self-efficacy. Hvis en elev gentagne gange har oplevet fiaskoer og problemer i et fag, vil vedkommende møde en ny opgave med et lavt fagligt selvværd og have ringe forventninger i forhold til at kunne klare den (lav self-efficacy). Hvis eleven derimod har et højt fagligt selvværd/self-efficacy, vil vedkommende have en forventning om at kunne klare fremtidige opgaver og udfordringer. Sådanne elever vil have langt større motivation og udholdenhed i forhold til de faglige udfordringer end elever med lavt fagligt selvværd (Skaalvik & Skaalvik, 2007). Undersøgelser har

vist at elevers opfattelse af deres egne kompetencer har mindst lige så stor betydning for deres motivation og uddannelsesvalg som deres reelle kompetencer. Det er derfor vigtigt at lærere i højere grad interesserer sig for elevernes faglige selvværd og hvordan de i undervisningen kan bidrage til dette, uden at det dog bliver et selvværd uden bund i reelle faglige kompetencer (Pajares, 1996).

Motivation og interesse

Motivation og interesse er relaterede begreber, men de er forskellige af natur. Interesse er altid rettet mod en genstand eller et område mens motivation er "en indre tilstand, der igangsætter, styrer og vedligeholder adfærd" (Green, 2002). En elevs interesse for et fag eller en problemstilling vil naturligvis have indflydelse på elevernes motivation, men andre forhold vil også have betydning. Inden for interesseforskningen skelnes der mellem situeret og personlig interesse, hvor situeret interesse er en interesse der spiller sig ud i en bestemt situation, mens personlig interesse har en mere stabil og rodfæstet karakter (Krapp, 2005, s. 383). En situeret interesse kan ifølge Krapp i nogle tilfælde udvikle sig til en længerevarende domænespecifik situeret interesse og derfra videre til en stabil personlig interesse; det er uklart hvordan denne proces forløber, og hvordan den kan understøttes, men etableringen af en varig personlig interesse afhænger af såvel kognitive som affektive faktorer (Krapp, 2005). I en undersøgelse af elevers *faglige interesse* har Krapp bedt en række elever fortælle om baggrunden for deres interesse. I den forbindelse lagde 73-75 % af eleverne vægt på betydningen af at de havde en oplevelse af at være kompetente inden for området, mens 65-67 % nævnte betydningen af sociale relationer, og 34-41 % kom ind på betydningen af autonomi og selvstændighed. Denne undersøgelse illustrerer således at elevers faglig interesse bliver stimuleret af forhold der udgør væsentlige elementer i teorien om self-determination. En undervisning der tilgodeser elevernes behov for autonomi, kompetence og relationer/tilhørsforhold, vil derfor have en positiv effekt både på motivation og interesse.

I denne artikel vil interessebegrebet primært blive anvendt i forbindelse med diskussionen af elevernes interesse i forhold til specifikke kemiske og biologiske emner (objekter for deres interesse), mens motivationsbegrebet vil blive brugt i forbindelse med diskussionen af hvorledes andre forhold kan give anledning til at eleverne bliver motiverede for læring.

Undersøgelsens kontekst og metoder

Undersøgelsen af elevernes motivation er foretaget i forbindelse med et udviklingsprojekt der er gennemført i ti klasser på tre tekniske gymnasier. De involverede kemi- og biologilærere har samarbejdet omkring udviklingen af den tværfaglige undervisning

for eleverne i ti 1. htx-klasser. Undervisningen var baseret på fire længerevarende tværfaglige temaer/projekter suppleret med nogle kortere enkeltfaglige forløb. De tværfaglige forløb havde overskrifterne "Brød og bagning", "Jord og planter", "Krop og kemi" og "Nærings- og nydelsesmidler". I løbet af året foregik der en progression fra et lærerstyret tema ("Brød og bagning") til et deltagerstyret eksamensprojekt ("Nærings- og nydelsesmidler"), således at eleverne gradvis fik mere autonomi og valgfrihed. I det indledende tema var der faste krav til hvad eleverne skulle arbejde med, og hvad rapporten om brød og bagning skulle indeholde. I det afsluttende eksamensprojekt skulle eleverne selv beslutte hvilken problemstilling de ville arbejde med, og hvilke undersøgelser de ville lave i laboratoriet. For at inspirere og kvalificere deres arbejde og beslutningsproces havde lærergruppen udarbejdet en samling links, materialer og forsøgsvejledninger. De tværfaglige temaer og projekter var tilrettelagt så arbejdet skulle gennemføres i grupper, og der skulle efter hvert forløb udarbejdes en gruppe rapport.

Udviklingsprojektet var igangsat på initiativ af de involverede skoler, og det blev støttet af forsøgs- og udviklingsmidler fra Undervisningsministeriet. Artiklens forfatter indgik i projektet som underviser, udvikler og forsker. De foretagne interviews og observationer er blevet gennemført på de skoler hvor forfatteren ikke var ansat.

Datamateriale

Undersøgelsen af elevernes motivation og interesse er baseret på såvel kvantitative som kvalitative data. Observationer og interviews giver indblik i elevernes adfærd og motivation i forbindelse med den konkrete undervisning, mens spørgeskemaundersøgelserne giver et mere generelt billede af elevernes interesse og motivation i forhold til de tværfaglige forløb. Opgaveformuleringer og projektbeskrivelser har dannet udgangspunkt for en vurdering af graden af valgfrihed og autonomi i de enkelte forløb.

Elevernes interesse for at lære mere om udvalgte kemiske og biologiske emner blev vurderet ud fra en spørgeskemaundersøgelse i starten og slutningen af udviklingsprojektet. Spørgsmålene var formuleret som ROSE-undersøgelsens ACE-spørgsmål (Schreiner, 2005): "Hvor interesseret er du i at lære om ...?". Spørgeskemaet indeholdt 35 spørgsmål af den type – nogle af disse svarede til ROSE-undersøgelsens spørgsmål, mens andre var tilføjet fordi de var relevante i forhold til den gymnasiale kemi- og biologiundervisning. Derudover er elevernes oplevelse af kemi- og biologiundervisningen og de tværfaglige forløb blevet undersøgt ved hjælp af spørgeskemaer efter de enkelte forløb. Alle spørgsmål er blevet besvaret ved afkrydsning på en 5-punkts Likert-skala.

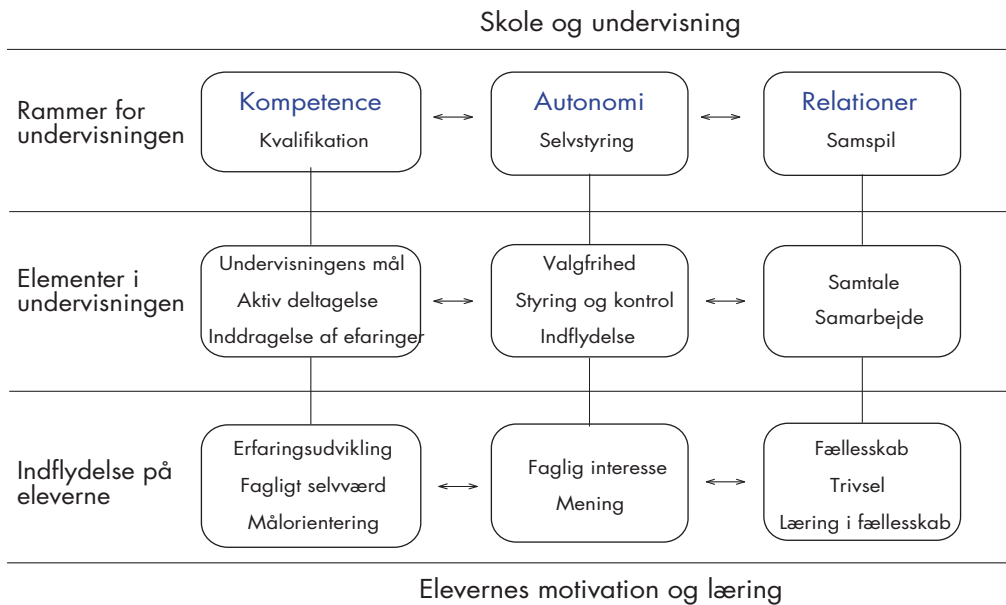
Elevernes adfærd og motivation er blevet undersøgt gennem observationer i tre klasser; disse blev udvalgt med variation for øje. Fra disse klasser er der blevet udvalgt ni fokuselever der tilsammen repræsenterede et bredt udsnit af eleverne i undersø-

gelsen. Fokuseleverne blev interviewet efter hvert forløb enten individuelt eller sammen med deres projektgruppe. I forbindelse med klasserumsobservationerne var der særligt fokus på disse elever. Kombinationen af observationer og interviews gjorde det muligt at interviewe eleverne om konkrete situationer og hændelser samtidig med at klasserumsobservationerne kunne fungere som en form for triangulering af elevernes udtalelser.

Analyse og analyseramme

For at kunne foretage en struktureret analyse af elevers motivation ud fra de foretagne interviews og observationer er der blevet udviklet en analyseramme baseret på de beskrevne motivationsteorier samt med inspiration fra Roeser & Galloways model for unges motivation (Roeser & Galloway, 2002). Analyserammen (figur 1) er struktureret ud fra Deci & Ryans teori om self-determination, således at teoriens tre grundelementer (kompetencer, autonomi og relationer/tilhørsforhold) udgør hver sin søjle i modellen. For at illustrere hvorledes disse elementer påvirker undervisningen på flere niveauer, består analyserammen af tre niveauer, hvor det øverste niveau omhandler undervisningens rammesætning, det midterste selve undervisningen, og det nederste hvordan eleverne påvirkes.

De gennemførte interviews er blevet transskriberede og kodede med udgangspunkt i ovenstående analyseramme. Kodningen blev foretaget i ATLAS.ti, som er velegnet



Figur 1. Ramme til analyse af forskellige elementers betydning for elevernes motivation og læring

til at etablere en oversigt over hvorledes eleverne kommenterer og forholder sig til de forskellige elementer i analysemodellen. Analyserammen gør det endvidere muligt at undersøge hvorledes forskellige motivationsaspekter interagerer. I materialet har der således været eksempler på at *øget valgfrihed* giver anledning til mere *aktiv deltagelse* og *øget* udholdenhed hvorved eleverne har fået en succesoplevelse der giver anledning til et *øget fagligt selvværd* (self-efficacy). En mere detaljeret beskrivelse af analyserammen og dens anvendelse kan ses i (Andersen, 2007).

I den foreliggende undersøgelse er der primært gjort brug af den del af analyserammen der omhandler den motivationsmæssige betydning af elementerne i autonomi- og relationssøjlerne.

Resultater

Undersøgelsen er en del af et større arbejde hvor flere aspekter af elevernes motivation og læring er blevet undersøgt i forbindelse med det beskrevne undervisningsforsøg (Andersen, 2007). I det følgende vil der hovedsageligt være en præsentation af resultater vedrørende elevernes motivation i forhold til kemi- og biologiundervisningen og hvorledes autonomi/valgfrihed samt relationer/tilhørsforhold har haft betydning for elevernes motivation. Derudover vil der være en præsentation af udvalgte resultater vedrørende elevernes interesse for forskellige kemiske og biologiske emner.

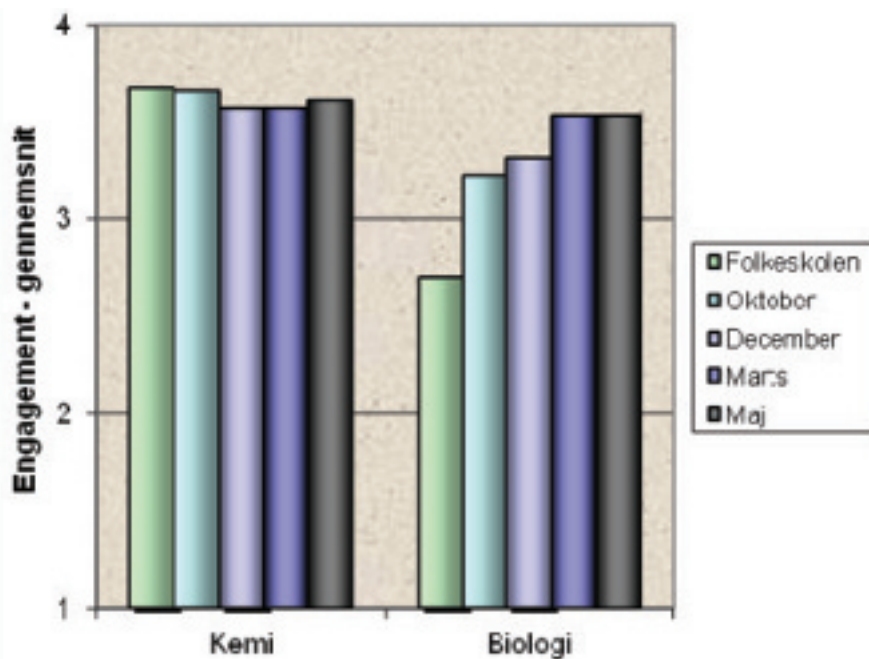
Elevernes motivation i forhold til kemi- og biologiundervisningen

De fleste htx-elever har en interesse for matematik, fysik, kemi og teknologi (Holmegaard, Ulriksen, Simonsen, Johnsen & Eriksen, 2008). Resultaterne af den indledende spørgeskemaundersøgelse viste da også at eleverne i folkeskolen havde været væsentlig mere engagerede¹ i kemi² (3,67) end i de øvrige skolefag (3,44), men de havde ikke været særlig engagerede i biologiundervisningen (2,70).

Som det fremgår af figur 2, skete der i løbet af året med tværfaglig undervisning i kemi og biologi en markant stigning i elevernes engagement i forhold til biologiundervisningen. Stigningen var særlig markant i løbet af de første måneder hvor eleverne stiftede bekendtskab med biologi på gymnasialt niveau, men engagementet steg yderligere i forbindelse med arbejdet med projekterne "Krop og kemi" og "Nærings- og nydelsesmidler". Der skete ikke en tilsvarende stigning i forhold til elevernes engagement i kemi, men det er ikke så overraskende da det var relativt højt allerede fra starten af året. I slutningen af skoleåret var der ikke signifikant forskel på elever-

1 I spørgeskemaundersøgelsen har jeg spurgt til elevernes "engagement og lyst" da jeg ser det som et udtryk for deres motivation i den pågældende sammenhæng.

2 Gennemsnit for elevernes besvarelse af "Hvordan er dit engagement og din lyst til kemi/biologi-fagene på htx i almindelighed?". Svarene er angivet på en 5-punkts Likert-skala



Figur 2. Elevernes gennemsnitlige engagement i kemi og biologi i folkeskolen og løbet af året med tværfaglig undervisning i kemi og biologi.

nes engagement i kemi (3,61) og biologi (3,53), og det adskilte sig ikke væsentligt fra elevernes engagement i skolefagene som helhed (3,77).

I løbet af skoleåret skete der også en udvikling i elevernes interesse for at lære mere om forskellige kemiske og biologiske emner. Spørgeskemaundersøgelserne viste at der var sket en signifikant stigning i elevernes interesse for at lære mere om 12 af de 35 emner³. Derudover viste den at gennemsnitseleven ved årets afslutning var interesseret i at lære mere om 27⁴ af de 35 emner. Interessen var især øget i forhold til de emner som kunne forbindes med de temaer og projekter som eleverne havde arbejdet med i løbet af året. Det kan ses af tabel 1 at eleverne har fået en øget interesse for at lære om "Kroppens opbygning og funktion" samtidig med at de gerne vil lære mere om "Kemiske stoffer og deres egenskaber", hvilket kan hænge sammen med at kemiske stoffers egenskaber er blevet aktualiseret i forbindelse med elevernes arbejde med forskellige stoffers funktion og betydning for den menneskelige organisme. Det mest bemærkelsesværdige er dog elevernes øgede interesse for at lære om "Planters vækst og formering". I begyndelsen af skoleåret var dette emne en absolut bundskraber på listen over interessante emner – det eneste emne eleverne fandt mindre interes-

³ En oversigt over de 35 emner kan ses i bilag 1.

⁴ Den gennemsnitlige interesse for at lære mere om emnet er > 3,0 på en 5-punkts Likert-skala.

Tabel 1. Udviklingen i elevernes interesse

Øget interesse for at lære om	Relaterede temaer og projekter
Kroppens opbygning og funktion ↑ ↑ Giftstoffer og deres virkning i kroppen ↑ Kemiske stoffer og deres egenskaber ↑ ↑ Kost og sundhed ↑	Krop og kemi
Produktion og kvalitet af fødevarer (↑) Kost og sundhed ↑	Nærings- og nydelsesmidler
Produktion og kvalitet af fødevarer (↑)	Brød og bagning
Planters vækst og formering ↑ ↑ ↑	Jord og planter
Udviklingen i elevernes interesse for at få mere viden om udvalgte kemi og biologiemner muligvis foranlediget af de relaterede tværfaglige forløb. Øget interesse ↑:signifikans $p < 0,05$); ↑ ↑: $0,0001 < p < 0,005$, ↑ ↑ ↑: $p < 0,0001$	

sant, var "Hygiejne og rengøring". Elevernes øgede interesse for "Planters vækst og formering" (2,14 → 2,73) skal sandsynligvis søges i deres arbejde med temaet "Jord og planter", hvor de er blevet bevidste om betydningen af planters vækst for såvel landbrug som natur.

Betydningen af den tværfaglige dimension

Elevernes øgede interesse for de kemiske og biologiske emner kan også være foranlediget af at de har arbejdet med emnerne i en tværfaglig sammenhæng hvorved de har kunnet se relevansen af de enkelte fagområder. I det afsluttende interview var eleverne generelt meget positive over for den tværfaglige dimension, og flere gav udtryk for at det var meget mere spændende – og mindre kedeligt – end at skulle lære fagene hver for sig. En elev havde følgende oplevelse af det tværfaglige samarbejde:

Laura: Nej, jeg synes det [tværfaglige] har været rigtig godt.

Jeg synes det bliver meget mere spændende.

Man lærer det på en anden måde, det hænger mere fast, det gør det i hvert fald for mig, hvor det ellers bare ryger ind ad det ene øre og ud ad det andet.

Flere elever giver også udtryk for at det er helt naturligt at arbejde med tingene i en tværfaglig sammenhæng da der er så meget inden for kemi og biologi der hænger sammen.

Betydningen af undervisningens organisering

Som følge af teorien om self-determination skulle en undervisning der tager højde for elevernes basale psykologiske behov, kunne fremme elevernes indre motivation. I det følgende vil der være en præsentation af citater fra interviewene der illustrerer hvorledes *autonomi* og *valgfrihed* samt *relationer og samspil* har haft indflydelse på elevernes motivation i konkrete undervisningssituationer.

Autonomi og valgfrihed

De fleste elever motiveres af en vis *valgfrihed* i undervisningen, men der er stor forskel på elevernes behov for autonomi. Dan og Rune er eksempler på elever der motiveres af *valgfrihed* og *selvstyring*. De har begge et højt fagligt selvværd. De siger i et interview:

Interviewer: Hvad med det der med at I selv har kunnet vælge emnet, har det betydet noget for jeres motivation i forhold til "Brød og bagning" og "Jord og planter" hvor det har været fastlagt hvad man skulle lave?

Dan: Helt klart.

Rune: Helt klart ... Det var også det jeg sagde før, man er mere motiveret, det er jo mere en udfordring end de andre [temaer], der får vi jo sådan set det hele serveret ...

Begge drenge vil gerne have *indflydelse*, og de opfatter projektarbejde som væsentlig mere spændende end tematiske forløb hvor det hele bliver "serveret". De vil gerne udfordres og lære nyt. De er dog helt bevidste om at der er risiko for at de træffer nogle uheldige valg når de selv skal styre et projekt. Rune har blandt andet følgende formulering om projektarbejde:

Rune: Der har været så mange situationer ... Hvis man forestiller sig at man går midt på en vej, det er jo det sikreste at være midt på vejen, men for at nå et resultat, så er du nødt til at vælge en grøft, og det kan godt være at du vælger den forkerte grøft først, men så finder du ud af at det er den forkerte, og så ved du hvad retning du skal arbejde i, og så kan du jo tage den modsatte. Så man er altså nødt til at vælge en side og så sige at nu prøver vi at arbejde i den retning, men det er jo klart at man kan støde ind i noget og så sige, det var så ikke lige det vi skulle ... Så ved man det ... Så har man lært af det. Så finder man ud af at det var ikke den vej vi skulle, og så tage den modsatte ... Så selvfølgelig kommer der nogle barrierer som man skal over, men det er jo derfor vi er kommet, det er for at klare de der ture ...

Rune er meget autonomorienteret, og han opfatter fejltagelser som en naturlig del af læreprocessen. Andre elever har sværere ved at acceptere den slags fejltagelser, og de har ofte et mere ambivalent forhold til autonomi og valgfrihed. De vil gerne have indflydelse og valgmuligheder, men de vil ikke "spilde tiden" på at lave noget som ikke fører til noget. På det grundlag er nogle elever fortalere for begrænset valgfrihed hvor læreren opstiller en række muligheder som de kan vælge imellem. Disse elever har ikke behov for at have indflydelse på alting – for dem er det vigtigere at læreren har kendskab til de ting som de vælger at arbejde med. I interviewet siger nogle af disse elever:

Christian: Hvis forsøgene bare ligger klar, og man kan lave dem. Man kan måske indskrænke det til at de forsøg der bliver skrevet op, dem kan man lave ...

Mie: 7 forsøg til hvert emne ...

Christian: Så kan man vælge de 2 man gerne vil lave.

Interviewer: Det ville I være tilfreds med? Det er fint nok med valgfrihed?

Christian: Rigtig godt.

Interviewer: Det behøver ikke at være valgfrihed i hele verden. Det må gerne være valgfrihed inden for en vis ramme.

Christian: Ja.

Mie: Så læreren ikke bare render rundt ... (spiller søgende og forvirret).

For Mie, Christian og Mette er det meget vigtigt at læreren har styr på tingene – de synes det er forvirrende når læreren ikke kan svare på alle deres spørgsmål. Mie, Mette og Christians projektvalg er ikke drevet af en personlig interesse for et bestemt emne; det er i højere grad betinget af hvilke muligheder projektet giver for at lave forskellige ting i laboratoriet.

I forbindelse med et projekt arbejder eleverne med mange forskellige ting, hvilket gør det vanskeligt for både lærer og elever at foretage sammenligninger mellem gruppernes arbejde. Nogle elever oplever dette som en stor befrielse, og nogle elever har lettere ved at koncentrere sig om deres egne forsøg når de ikke skal forholde sig til hvad de andre laver, og hvor langt de er kommet. En elev siger således:

Jane: Jeg er helt klart også for det her [projekter med valgfrihed]. Jeg synes vi får meget mere ud af det. Det er mere blandet, også at vi ikke alle sammen har det samme, for så bliver det mere sådan et kapløb, synes jeg. Den gruppe, de er kommet længere end os, så nu har vi travlt. Så bliver det sådan mere overfladisk, man kommer ikke helt i bund. Her, da har vi tiden, der er ikke ligesom andre der står og ser hvor langt vi er kommet.

Derudover er der en tendens til at eleverne er mere positive og fordyber sig mere i forsøg som de selv har valgt og planlagt. En elev siger således:

Kira: Man interesserer sig sådan mere for de forsøg fordi det er nogle man selv har valgt, og så tror jeg også at man går lidt mere i dybden med dem. Fordi hvis det var en lærer der havde valgt at vi skulle lave det her forsøg, så var det lidt okay, så følger vi bare lærerens instrukser. Her, der havde vi også lidt baggrundsviden med i bagagen, eller hvad skal man sige ... Altså det er mere spændende på den måde ...

Elevernes spørgeskemabesvarelser indikerer ligeledes at eleverne finder arbejdet med projekter mere spændende end arbejdet med temaer, idet 80 % og 87 % af eleverne var enige i at projektforbøbene havde været spændende, mens "kun" 54 % og 56 % af eleverne opfattede de tematiske forløb som spændende. Ud over graden af autonomi og selvstyring kan forskellen være betinget af elevernes interesse for de emner der indgik i de pågældende temaer og projekter. Der er dog ikke noget i undersøgelsen der indikerer at eleverne skulle have større interesse for nærings- og nydelsesmidler end de øvrige emner. Det er mere sandsynligt at eleverne finder projekterne mere spændende pga. den øgede indflydelse og autonomi.

Undersøgelser indikerer at autonomi og valgfrihed har positiv indflydelse på mange elevers motivation og engagement, men størst mulig valgfrihed er ikke et mål for alle elever. De fleste vil gerne have støtte og inspiration fra deres lærer, men der er stor forskel på hvilken form for sparring de har behov for. Det er derfor en udfordring for læreren at give den enkelte elev den optimale støtte, udfordring og inspiration i forbindelse med et projektarbejde.

Relationer og samspil

Når eleverne samarbejder med andre elever omkring tværfaglige temaer og projekter, er de temmelig afhængige af hinandens arbejde og engagement, især fordi grupperne i alle tilfælde skulle aflevere en fælles rapport. Eleverne gav i interviewene udtryk for at udbytte af et projekt i høj grad afhang af samarbejdet i deres gruppe. Den mest almindelige kilde til frustrationer var andre elevers vanskeligheder med at overholde aftaler og tidsfrister, hvilket fremgår af nedenstående citat.

Magnus: Men det gør heller ikke noget at vi sætter pres på hinanden.

Interviewer: Gjorde I det, synes du?

Magnus: Neej ... men det synes jeg godt, vi kunne have gjort.

Lars: Ikke sådan rigtig pres. Vi sagde bare at vi skulle gerne have skrevet det der til næste gang ... Det var ikke sådan at nu skal vi have skrevet 10 sider om det der til i morgen.

Jacob: Det var ikke sådan at vi gik amok på hinanden.

Magnus: Ligesom det der med Michael, fordi han ikke havde det der med for tredje gang ... Det kan han selvfølgelig ikke rigtig gøre for, at det gik i koks ... Alle kan jo glemme ...

Til trods for at det kan være vanskeligt at få en gruppe til at fungere, så foretrækker de fleste elever gruppearbejde frem for individuelt arbejde. Flere elever har dog haft en oplevelse af at de er blevet bedre til at få et gruppearbejde til at fungere i løbet af året med tværfaglige temaer og projekter. Eleverne nævner også i flere tilfælde at de har kombineret det fælles arbejde med hygge og socialt samvær. En af grupperne havde dog hygget sig så meget at det var gået ud over deres arbejde med projektet, hvilket den interviewede fokuselev var lidt ærgerlig over, men som han sagde, så havde han lært det ...

Af spørgeskemaundersøgelserne fremgår det desuden at eleverne havde en oplevelse af at de lærte mere når de arbejdede i grupper end når de arbejdede individuelt. Denne tendens var især udtalt i forbindelse med projektarbejde, hvor læringsudbyttet i gennemsnit⁵ blev vurderet til at være 3,9/4,0 når arbejdet foregik i grupper, mens det kun var 3,3/3,5 hvis arbejdet var individuelt. Elevernes positive holdning til gruppearbejde er altså ikke bare begrundet i at det er hyggeligt at arbejde sammen – de er også i gennemsnit ret overbeviste om at det giver dem et større udbytte.

Elevernes motivation kan også være påvirket af deres forhold og samspil med læreren. I den forbindelse lægger de især vægt på lærerens evne til at støtte og inspirere deres arbejde (Andersen, 2007). Mange elever var glade for det uformelle samspil som de har med læreren i forbindelse med projekter og praktisk arbejde. Derudover oplever nogle elever det som yderst positivt at de kan snakke med deres lærer om andet end fag. To piger siger således:

5 Gennemsnit af elevernes vurdering af læringsudbyttet for projektarbejde i henholdsvis kemi og biologi i starten af året på en 5-punkts Likert-skala.

Interviewer: Er det et problem, eller er det bare lidt hyggeligt [*at I falder i snak med læreren*]?

Mette: Det skal der være plads til, men det skal ikke være alt for meget, det skal bare være en lille smule. Det er også godt for lærerne at det ikke kun er kemi, men også lidt snak ...

Mie: Kommer lidt ind på livet af dem.

For disse piger er det sociale samspil en vigtig parameter, og det er en væsentlig motivationsfaktor i forhold til deres arbejde med fagene. I forbindelse med valg af projekter og projektgrupper er de ofte mere fokuserede på hvem de skal arbejde sammen med, end hvad de skal arbejde med.

Diskussion

I diskussionen af elevernes manglende interesse for de naturvidenskabelige fag er det værd at overveje i hvilket omfang den manglende interesse er betinget af det faglige indhold eller af den eksisterende undervisningstradition. I en undersøgelse af elevers motivation for skolearbejdet har Assor et al. fundet at elevernes opfattelse af et emnes relevans kan have afgørende betydning for deres motivation (Assor, Kaplan & Roth, 2002). Da mange elever kan have svært ved at se relevansen af det de lærer i skolen, mener Assor et al. at autonomistøttende lærere skal have mindst lige så meget opmærksomhed på elevernes oplevelse af relevans som på graden af valgfrihed da eleverne ikke vil være motiverede for at arbejde med noget som ikke forekommer dem relevant, hverken personligt eller samfundsmæssigt. I forbindelse med nærværende undersøgelse skete der en betydelig stigning i elevernes interesse for en række kemiske og biologiske emner, hvilket kan være et udtryk for at den tværfaglige undervisning har givet eleverne en større forståelse for relevansen af at arbejde med disse emner samtidig med at de fleste elever fandt det spændende og helt naturligt at arbejde tværfagligt. Det var i den forbindelse særlig overraskende at eleverne ved forløbets afslutning havde fået en væsentlig større interesse for at lære om "Planters vækst og formering" – et emne som de på forhånd havde anset for at være temmelig uinteressant. Den øgede interesse er sandsynligvis betinget af elevernes oplevelse af at have behov for denne viden i forbindelse med temaet "Jord og planter". Af interviewene fremgik det at effekten havde været særlig stor for de elever der boede på landet, idet temaet havde givet dem en teoretisk forståelse af forhold som de havde kendskab til fra deres hverdag. Der var også flere elever der gav udtryk for at temaet "Jord og planter" havde givet dem en forståelse af at jord ikke bare er jord, og at der er en sammenhæng mellem jordens karakter og hvilke planter

der kan vokse på forskellige lokaliteter. Undervisningen i et "uinteressant" emne kan altså være med til at vække elevernes interesse for dette område, på den betingelse at undervisningen på anden vis stimulerer deres motivation for at arbejde med stoffet. Undervisning skal derfor ikke altid tage udgangspunkt i de emner som eleverne på forhånd finder interessante – den skal også udvide deres horisont og åbne deres øjne for nye emner og problemstillinger. Det er derfor en opgave for såvel lærere som didaktikere at etablere en større fond af viden om hvilke faktorer der kan gøre naturfagsundervisningen mere motiverende og tiltrækkende for unge mennesker.

Den gennemførte undersøgelse indikerer at elevernes motivation i forhold til kemi- og biologiundervisninger kan styrkes gennem valgfrihed og autonomi, men der er stor forskel på elevernes behov for autonomi. Elever med højt fagligt selvværd er ofte positive over for valgfrihed og selvstyring, mens elever med lavere fagligt selvværd har større behov for struktur og støtte. I undersøgelsen er der dog eksempler på at også elever med lavt fagligt selvværd kan profitere af en undervisning med valgfrihed og autonomi. Når grupperne arbejder med forskellige opgaver, kan elever som Jane (afsnittet om autonomi og valgfrihed) slippe for at "konkurrere" med de andre elever, hvilket betyder at de kan koncentrere sig om deres egen opgave og dermed få større udbytte og tilfredshed. I undervisningen skal den øgede valgfrihed og selvstyring håndteres på en måde så den ikke undergraver sådanne elevers i forvejen svage faglige selvværd (Skaalvik et al., 2007). Det optimale vil derfor være en fleksibel rammesætning hvor rammer og frihedsgrader fastlægges ud fra den enkelte elevs behov samtidig med at læreren støtter og stilladserer elevernes læringsproces.

Den motiverende effekt af autonomi og valgfrihed er måske særlig udtalt blandt de elever der indgår i undersøgelsen, fordi de alle har valgt en gymnasial uddannelse (htx) hvor der er særligt fokus på projektarbejde og selvstyret læring. Det er således usikkert om valgfrihed på samme måde ville være en central motiverende faktor hvis undersøgelsen havde været gennemført på et alment gymnasium (stx).

Undersøgelser har desuden tydeliggjort at eleverne oplever samarbejde og samspil som væsentlige faktorer i forhold til deres motivation. For nogle elever var samarbejdsrelationen så betydningsfuld at de i forbindelse med et projektarbejde valgte samarbejdspartnere før de valgte emne. Elevens faglige interesser blev således underordnet deres ønsker om gode samarbejdspartnere. Elevernes behov for samspil og samarbejde kan godt komme i konflikt med deres behov for autonomi og selvstyring da den enkelte elevs autonome adfærd ikke altid vil være i overensstemmelse med fællesskabets interesser. Men elevernes behov for autonomi og valgfrihed kan godt stimuleres på gruppeniveau og dermed give eleverne en oplevelse af motivation i forhold til et fælles projekt. Den gennemførte undersøgelse indikerer at eleverne i stor udstrækning kan få tilfredsstillet deres behov for samspil og tilhørsforhold samtidig med at de får deres behov for autonomi tilgodeset. Men der er eksempler på grupper

hvor visse elever har haft så stort behov for at præge projektet i en bestemt retning at det er sket på bekostning af andre elevers interesser og faglige selvværd (Andersen, 2007).

Konklusion

Undersøgelsen har vist at elevernes spontane interesse for undervisningens faglige indhold ikke alene er bestemmende for elevernes motivation i forhold til undervisningen. Eleverne kom med en meget positiv vurdering af forløbet "Jord og planter" til trods for at de i den indledende spørgeskemaundersøgelse havde angivet en uhyre ringe interesse for sådanne emner. Undersøgelsen har således vist at den tværfaglige undervisning kan stimulere elevernes interesse for en række emner som de ellers ikke har haft interesse for. Det er ikke muligt at komme med en entydig konklusion i forhold til hvad der har foranlediget den øgede interesse, men undersøgelsen indikerer at graden af valgfrihed og samspillet i klasserummet har væsentlig betydning for elevernes motivation. Det er dog sådan at eleverne er forskellige, og de har forskelligt behov for autonomi og valgfrihed – det er derfor ikke muligt at komme med entydige retningslinjer i forhold til det optimale niveau for autonomi og valgfrihed. Undersøgelsen har desuden vist at de fleste elever finder det motiverende at arbejde sammen med andre elever, og at det er væsentligt for dem have et godt og konstruktivt forhold til læreren. Disse forhold har dog større betydning for nogle elevers motivation end andres.

Undersøgelsens konklusion er derfor at elevernes umiddelbare interesse for et emne har en vis betydning for deres motivation, men faktorer såsom graden af valgfrihed og kvaliteten af samspillet mellem lærer og elever kan have mindst lige så stor betydning, hvilket læreren skal tage højde for hvis han/hun ønsker at motivere eleverne for læring.

Referencer

- Andersen, H.M. (2007). *Veje til motivation og læring. Et studie af elevers opfattelse af forskellige faktors betydning for motivation og læring i kemi- og biologiundervisningen på teknisk gymnasium*. Aarhus Universitet.
- Assor, A., Kaplan, H. & Roth, G. (2002). Choice is good, but relevance is excellent: Autonomy-enhancing and suppressing teacher behaviours predicting students' engagement in schoolwork. *British Journal of Educational Psychology*, 72, s. 261-278.
- Bandura, A. (1977). Self-Efficacy – Toward A Unifying Theory of Behavioral Change. *Psychological Review*, 84, s. 191-215.

- Bennett, J., Holman, J., Lubben, F., Nicolson, P. & Otter, C. (2005). Science in context: The Salters Approach. I: P.M. Nentwig & D. Waddington (red.), *Making it relevant. Context based learning of science* (s. 121-153). Münster: Waxmann.
- Boekaerts, M., de Koning, E. & Vedder, P. (2006). Goal-directed behavior and contextual factors in the classroom: An innovative approach to the study of multiple goals. *Educational Psychologist*, 41, s. 33-51.
- Brophy, J. (2004a). *Motivating Students to Learn*. New York: Routledge. Taylor & Francis Group.
- Brophy, J. (2004b). Self-Determination theory of Intrinsic Motivation: Meeting Students' Needs for Autonomy, Competence, and Relatedness. I: J. Brophy, *Motivating Students to Learn* (s. 183-219). Mahwah: Routledge, Taylor & Francis Group.
- Deci, E.L. & Ryan, R.M. (1985). *Intrinsic Motivation and Self-Determination in Human Behavior*. New York: Plenum Press.
- Eccles, J.S. & Wigfield, A. (2002). Motivational beliefs, values, and goals. *Annual Review of Psychology*, 53, s. 109-132.
- Green, S. (2002). Using an expectancy-value approach to examine teachers' motivational strategies. *Teaching and Teacher Education*, 18, s. 989-1005.
- Holmegaard, H.L., Ulriksen, L., Simonsen, B., Johnsen, V. & Eriksen, U. (2008). *Læringsmiljø og naturvidenskab på htx – kvalitet og udfordringer*. Erhvervsskolernes Forlag.
- Krapp, A. (2005). Basic needs and the development of interest and intrinsic motivational orientations. *Learning and Instruction*, 15, s. 381-395.
- Lyons, T. (2006). Different countries, same science classes: Students' experiences of school science in their own words. *International Journal of Science Education*, 28, s. 591-613.
- Niemiec, C.P. & Ryan, R.M. (2009). Autonom, competence, and relatedness in the classroom. Applying self-determination theory to educational practice. *Theory and Research in Education*, 7, s. 133-144.
- Pajares, F. (1996). *Current Direction in Self Research: Self Efficacy*. AERA Annual Meeting.
- Reeve, J. (2006). Teachers as Facilitators: What Autonomy-supportive Teachers Do and Why Their Students Benefit. *The Elementary School Journal*, 106, s. 225-236.
- Reeve, J., Bolt, E. & Cai, Y. (1999). Autonomy-supportive teachers: How they teach and motivate students. *Journal of Educational Psychology*, 91, s. 537-548.
- Reeve, J. (2002). Self-Determination Theory Applied to Educational Settings. I: E.L. Deci & R.M. Ryan (red.), *Handbook of Self-determination Research* (s. 183-203). Woodbridge: University of Rochester Press.
- Roeser, R.W. & Galloway, M. (2002). Studying Motivation to Learn during early Adolescence: A Holistic Perspective. I: F. Pajares & T. Urdan (red.), *Academic Motivation of Adolescents* (s. 331-372). Greenwich: Information Age Publishing.
- Ryan, R.M. & Deci, E.L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American Psychologist*, 55, s. 68-78.

- Ryan, R.M. & Deci, E.L. (2002). Overview of Self-Determination Theory: An Organismic Dialectical Perspective. I: E.L. Deci & R.M. Ryan (red.), *Handbook of Self-Determination Research* (s. 3-33). New York: The University of Rochester Press.
- Schreiner, C. (2005). *Exploring a Rose-garden. Norwegian youth's orientations towards science – seen as signs of late modern identities*. Doctor Scientiarum.
- Skaalvik, E.M. & Skaalvik, S. (2007). Motivation. I: Einar M. Skaalvik, Sidsel Skaalvik, *Skolens læringsmiljø. Selvføttelse, motivation og læringsstrategier* (s. 159-215). Akademisk Forlag.
- Troelsen, R. & Sølberg, J. (2008). *Den danske ROSE-undersøgelse – en antologi*. København: Institut for Curriculumforskning, DPU, Aarhus Universitet.
- Ware, S.A. & Tinnesand, M. (2005). Chemistry in the Community (ChemCom): Chemistry for future citizens. I: P.M. Nentwig & D. Waddington (red.), *Making it relevant. Context based learning of science* (s. 91-120). Münster: Waxmann.

Abstract

Students' motivation and motivational processes were investigated during a one-year teaching experiment in which the students worked with interdisciplinary projects in chemistry and biology in upper secondary school. During this one-year project there was a progression in students' choice and self-regulated learning. The investigation showed that many students were motivated by choice and autonomy, but some students found it frustrating when everything was not pre-planned, they preferred more teacher control and less choice. Other important motivational factors were relatedness and collaboration; the students found group work very motivating when the group was well functioning, if not it was a disaster. The investigation indicate that students' interest can be stimulated by science teaching supporting students' basic needs for autonomy and relatedness.

Bilag 1. Hvad vil du gerne lære noget om?

Hvor interesseret er du i at arbejde med følgende i kemi og biologi?

- | | |
|------|--|
| 2.1 | Kost og sundhed |
| 2.2 | Spiseforstyrrelser – anoreksi og bulimi |
| 2.3 | Økologi og landbrug |
| 2.4 | Miljø – problemer og løsninger |
| 2.5 | Energi og batterier |
| 2.6 | Teknik og tekniske løsninger |
| 2.7 | Metaller og overfladebehandling |
| 2.8 | Bioteknologi |
| 2.9 | Arbejds miljø |
| 2.10 | Spildevand og spildevandsrensning |
| 2.11 | Produktion og kvalitet af fødevarer |
| 2.12 | Kemiske stoffer og deres egenskaber |
| 2.13 | Kroppens opbygning og funktion |
| 2.14 | Arvelighed og genernes betydning for vores udvikling |
| 2.15 | Sexologi |
| 2.16 | Atmosfærens sammensætning og luftforurening |
| 2.17 | Dyr i "fremmede" lande |
| 2.18 | Planters vækst og formering |
| 2.19 | Hvordan mennesker, dyr, planter og miljøet påvirker hinanden |
| 2.20 | Opbygning af atomer og molekyler |
| 2.21 | Hvordan radioaktivitet påvirker den menneskelige organisme |
| 2.22 | De periodiske system |
| 2.23 | Sprængstoffer og fyrværkeri |
| 2.24 | Kemiske og biologiske våben |
| 2.25 | Cremer og andre hudplejemidlers betydning for huden |
| 2.26 | Sport og motions betydning for kroppen |
| 2.27 | Medicin og dens virkning i kroppen |
| 2.28 | Forskellige slags kemiske reaktioner |
| 2.29 | Produktion og anvendelse af plast |
| 2.30 | Syrer og baser |
| 2.32 | Fremstilling og anvendelse af farvestoffet |
| 2.33 | Hygiejne og rengøring |
| 2.34 | Kloning af dyr |
| 2.35 | Sygdomme og behandling af disse |

Autentiske spørgsmål kan skabe ægte engageret dialog på naturhistoriske museer



Nana Quistgaard, Institut
for Naturfagenes Didaktik,
Københavns Universitet

Abstract. Artiklen beskriver et forskningsprojekt som undersøgte indvirkningen på gymnasieelever af et besøgsdesign for et museumsbesøg bestående af arbejdsark med autentiske spørgsmål i kombination med en dialogisk tilgang fra en museumsformidler. Målet med designet var at fremme ægte engageret dialog. 65 elevers interaktion med besøgsdesignet blev audio-optaget og undersøgt. Resultaterne viste at autentiske spørgsmål havde et stort potentiale, især de spørgsmål der fremmede undren og nysgerrighed, havde høje kognitive niveauer samt var orienterede mod elevernes forhåndsinteresser. Desuden viste undersøgelsen at formidlerens tilgang var mest succesfuld i forhold til at fremme ægte engageret dialog når den var udtalt dialogisk og elevcentreret.

Introduktion

Gymnasieelever er sjældent i fokus i museumsforskningen, hverken internationalt og nationalt. Af de mange studier der findes i litteraturen om læring på museer og andre uformelle læringsmiljøer, er det mit klare indtryk at de fleste studier der undersøger skoleelevers besøg på naturhistoriske museer, zoologiske anlæg og science-centre (herefter under ét kaldet museer), omhandler folkeskoleelever. Herhjemme har Statens Naturhistoriske Museum (SNM), som denne undersøgelse omhandler, foruden Experimentarium de senere år forsøgt at styrke indsatsen mod gymnasiegruppen¹, og det er der god grund til. Selvom det uden tvivl er vigtigt at forsøge at påvirke børn tidligt til at udvikle en interesse for naturvidenskab, er det min overbevisning at gymnasieelever også er vigtige da denne gruppe står over for at skulle vælge uddannelse og dermed karriere. Inddragelse af museumsbesøg i gymnasieundervisningen

1 Denne viden stammer fra forfatterens kendskab til SNM's Skoletjenestes virksomhed, bl.a. at SNM har søgt at øge og forbedre deres tilbud til gymnasieniveauet samt har dannet netværket GyMusNet der har til formål at styrke samarbejdet mellem museet og gymnasieskolerne.

kan potentielt bidrage til at øge gymnasieelevers forståelse af og engagement for naturvidenskab samt gøre naturvidenskab mere meningsfuldt for dem. Flere undersøgelser af gymnasieelevers besøg på museer vil kunne belyse spørgsmål som hvordan vi bedre kan integrere museumsbesøg i undervisningen, hvilken slags besøgsdesign der egner sig bedst til denne målgruppe, og hvilke typer af opstillinger der engagerer gymnasieelever og skaber forståelse og meningsfuldhed. Sådanne indsigter og implementeringen af dem vil potentielt set kunne udgøre et vigtigt bidrag i rekrutteringen af flere unge til de naturvidenskabelige uddannelser. Denne undersøgelse har til formål at bidrage til viden om dette felt. Undersøgelsen er foregået i Zoologisk Museums evolutionsudstilling (figur 1) og har involveret ca. 65 gymnasielever med biologi på B-niveau samt en museumsformidler.



Figur 1. Foto fra evolutionsudstillingen på Zoologisk Museum. Fotograf: Marianne Mortensen.

Problemfelt

Undersøgelsen er bygget op som et designprojekt, dvs. at et besøgsdesign for gymnasieelever er udviklet på grundlag af teoretiske overvejelser som herefter er implementeret og evalueret. Grundidéen i designet har været at skabe en situation hvor det blev udnyttet at skolebesøg på et museum ikke behøver at være direkte orienteret mod pensum. Det er min overbevisning at der ligger et stort uudnyttet potentiale i at lade gymnasiebesøg på museer være mindre fokuserede på bestemte læringsmål og i stedet udnytte de stærke affektive drivkræfter som museerne har i form af udstillinger, objekter og opstillinger som eleverne ikke kan opleve på skolen. Internationale studier primært i relation til folkeskoleniveauet viser at skolebesøg på museer meget ofte har form som guidede ture hvor en museumsformidler fortæller om udstillingerne i et forelæsende format, dvs. at det indhold som eleverne stifter bekendtskab med under besøget, er fastsat af museet uden valg- og kontrolmuligheder

for eleverne (Cox-Petersen et al., 2003; Bamberger & Tal, 2007; Tal & Morag, 2007; Tran & King, 2007). Samtidig viser disse studier at denne type besøg begrænser elevernes læring. Fx fandt Cox-Petersen et al. (2003) i et studie af 30 guidede ture af 2.-8.-klasser i USA at disse var udført på en måde hvor formidleren styrede forløbet ved at være den der bestemte indholdet, stillede spørgsmålene og styrede ruten rundt i udstillingerne, hvilket resulterede i lave læringsniveauer. Endvidere fandt Bamberger & Tal (2007) i et studie af 750 israelske elever fra 4. til 8. klasse der deltog i en guidet tur med deres klasse, at eleverne sjældent blev inspireret til nysgerrighed og interesse. Snarere blev deres initiativ og nysgerrighed undertrykt af formidlerne. Tal & Morag (2007) viste i et studie af 42 guidede ture af israelske klasser fra 3. klasse til 2. g at størstedelen af disse besøg var formidler-centrerede (dvs. at formidleren styrer frem for at lade eleverne styre), og at de spørgsmål formidleren stillede, primært krævede lavereordens-tænkning for eleverne at svare på. Endvidere var spørgsmålene ofte retoriske, dvs. at formidleren ikke stillede dem for at høre hvad eleverne mente, men blot for at give et afsæt for at komme videre i forelæsningsen. Tal & Morag konkluderede at denne tilgang kun skabte ringe mulighed for meningsfuld læring for eleverne.

Bamberger & Tal (2007) viste endvidere at besøg der indebærer en *begrænset valgfrihed* for eleverne, fx ved at formidleren giver eleverne en opgave med et bestemt tema eller problemstilling som de skal arbejde med, giver den mest effektive og komplekse læring i forhold til besøg hvor eleverne har enten *ingen* valg- og kontrolmuligheder (guidede ture) eller *fuldstændig* valg- og kontrolfrihed (besøg uden nogen form for struktur). En del andre studier underbygger at skolebesøg på museer skal have en struktur eller en ramme for at føre til læring (fx Axelsson, 1997; Rennie & McClafferty, 1995; Quistgaard, 2006). Det er imidlertid min erfaring ud fra observation af forløb for gymnasieklasser på Statens Naturhistoriske Museum at forløb der indebærer opgaver med bestemte temaer, ikke nødvendigvis skaber interesse og nysgerrighed for det pågældende tema. Dette synes at hænge sammen med at opgaverne er relativt lukkede, idet eleverne skal gøre nogle bestemte ting og ud fra det finde frem til nogle bestemte erkendelser. Til trods for at det forudsættes at eleverne størstedelen af tiden arbejder selvstændigt i grupper, synes opgaven, altså rammen, at være for begrænsende for elevernes valg- og kontrolmuligheder. Denne anekdotiske erfaring understøttes af Tal & Morags ovenfor nævnte studie af de 42 israelske klasser, der ud over tilgange som guidede ture også indeholdt elementer af opgaver, fx arbejdsark eller en konkurrence. Tal & Morag fandt at de typer af opgaver der indgik i de besøg de observerede, ligesom de guidede ture syntes at føre til begrænset læring. Der synes derfor at være en fare for at strukturer og rammer for et skolebesøg kan blive for lukkede hvorved elevernes valg- og kontrolmuligheder begrænses så meget at deres nysgerrighed og interesse ikke stimuleres.

Det er denne problemstilling som indeværende undersøgelse har søgt at udforske ved at udvikle og teste et besøgsdesign der havde til formål at skabe en ramme som understøtter elevernes refleksion og læring men på en sådan måde at dette sker på grundlag af en stimuleret nysgerrighed og interesse.

Det teoretiske grundlag

Besøgsdesignet er udviklet med udgangspunkt i de tendenser inden for naturvidenskabelig uddannelsesforskning der har været fremme i de senere år. De seneste europæiske rapporter har enstemmigt peget på undervisningsmetoder som "inquiry"- og problembaseret læring frem for den traditionelle mere autoritære undervisningsform (Eurydice, 2006; European Commission, 2007; Osborne & Dillon, 2008). Disse tanker er baseret på det konstruktivistiske syn på læring som har været fremherskende i adskillige år inden for undervisning i naturvidenskab. I dette syn er der et fokus på og en forståelse for at eleverne aktivt konstruerer viden ud fra deres forhåndsviden, -interesser og -holdninger. En gren af det konstruktivistiske syn er forståelsen af at dialogiske processer, det at *tale* naturvidenskab, er en af de vigtigste veje til at indgå i læringsprocesser (Lemke, 1990; Dolin, 2003). Det er denne forståelse af at eleverne skal stimuleres til at stille spørgsmål og gøres nysgerrige efter at løse problemstillinger samt at indgå i dialog med sig selv og hinanden om dette, der danner grundlaget for besøgsdesignet i denne undersøgelse. Set i lyset af denne forståelse samt de ovenfor nævnte undersøgelser om skolebesøg der peger på lave læringsudbytter ved formidlerstyrede aktiviteter, ser jeg dialogiske processer som en frugtbar tilgang til at undersøge læringspotentialer på museer.

Besøgsdesignet er primært inspireret af den norske uddannelsesforsker Olga Dysthes beskrivelser af det flerstemmige og dialogiske klasserum som hun viser har et stort læringspotentialer (Dysthe, 1995). Det karakteristiske ved det flerstemmige og dialogiske klasserum er brugen af *autentiske spørgsmål*. I Dysthes definition indledes autentiske spørgsmål typisk med: "Hvad tror du er årsagen til ...?" eller "Tror du det er sandsynligt at ...?". Det afgørende er at læreren ikke har svaret, og at det er elevernes fortolkninger og refleksioner der er svaret. Et eksempel er: "Hvad tror I der foregik i hovedet på hærchefen da de allierede angreb på D-dag?". Medmindre hærchefen har skrevet en bog om sine tanker i dette øjeblik er der ingen ud over ham selv der kan vide dette, hvorfor spørgsmålet giver eleverne rum til at give deres bud på hvad han kan have tænkt, og hvorfor. Idéen med de autentiske spørgsmål er at de har potentiale til at facilitere dialog i bakhtinsk forstand, hvilket refererer til Bakhtins (1981) tanker om dialogen mellem en selv og en anden som en basis for tænkning. I hans syn anses dialogiske processer for en af de vigtigste veje til at blive involveret i læreprocesser. Endvidere anses forståelse i en samtale mellem to parter som noget der aldrig kan

ske gennem transmission af mening fra sender til modtager. I en dialogisk samtale påskønner begge parter hinandens forskelle. Begge er opmærksomme på hinanden og reflekterer over hinandens meninger og ytringer.

Dysthes (1995) syn på det flerstemmige og dialogiske klasserum i bakhtinsk forstand indebærer foruden autentiske spørgsmål også *optag* og *høj værdsætning*. *Optag* betyder at inkorporere elevens svar i det næste spørgsmål og på den måde få eleven til at reflektere videre over det hun selv har sagt, og at trække svaret ind i dialogen eleverne imellem. Optag kan fx være at spørge ind til elevens ytring (ud fra nysgerrighed), fx "Jamen mener du så at...?", eller "Hvis du mener at ..., hvilken betydning tror du så det har for...?". Samtidig må optag praktiseres med fornuft. Ingen underviser kan tage alt op som eleverne bringer ind i en mundtlig samtale. Det vil føre til at diskussionen springer rundt fra punkt til punkt. Det gælder om at finde en balance imellem at underviseren dominerer pga. sin fagekspertise og sine mål for undervisningen, og at eleverne dominerer ved at deres input styrer udviklingen. Det afgørende er en god planlægning som samtidig er fleksibel. *Høj værdsætning* indebærer ligesom optag at bruge elevernes input i den videre samtale. Høj værdsætning er imidlertid ikke at spørge ind til hvad eleven mener, men at bruge det i den videre samtale. Underviseren kan fx sige: "Det er interessant, det du siger der om Darwins finker, og det betyder faktisk at han var nødt til at ændre sin forståelse af...". Høj værdsætning er altså ikke bare at sige fx: "Ja, det er rigtigt", "Flot", eller "Jeg er helt enig". Det er at bruge elevens input for på den måde at vise eleven at det har høj værdi og er et vigtigt bidrag i samtalen. Det vil give mange elever større selvtillid og måske ligefrem blod på tanden i den fortsatte dialog. Hvis eleven siger noget totalt sludder, kan underviseren evt. forsøge at vende det eller bruge noget af det eleven siger, som måske ikke helt er noget sludder, og arbejde videre med det ved samtidig at styre eleven ind på et rette spor, men uden at underminere eleven (Dysthe, 1995).

Når elever mødes af en dialogisk tilgang som den ovenfor beskrevne, vil det skabe *ægte engagement* i at diskutere indholdet i det pågældende emne der diskuteres (Dysthe, 1995). I modsætning til dette nævner Dysthe det *procedurale engagement* som er kendetegnet ved at eleverne diskuterer for lærerens skyld. De gør de ting der er forbundet med at være en god elev, fx at udføre den opgave de har fået, vise opmærksomhed, svare på spørgsmål osv. Men deres engagement er ikke ægte. I det ægte engagement gør eleverne arbejdet, fx forsøger at løse en problemstilling, for deres egen skyld, og der er næsten ingen grænser for mængden af det arbejde de er villige til at lægge i opgaven. Dysthe viser i sit studie at læring hænger tæt sammen med det ægte engagement. Herved lægger hun sig op ad en forståelse af at *affektive processer* går forud for de kognitive, som bl.a. Piaget pointerede til trods for at han selv kun beskæftigede sig med de kognitive (Illeris, 2001). Illeris pointerer at det var

vigtigt for Piaget at fremhæve at hele barnets grundlæggende kognitive udvikling er af lystbetonet karakter. Fx refererer Illeris Piaget for følgende:

For at intelligensen kan fungere, må den selvfølgelig være motiveret af en følelsesmæssig styrke. En person vil aldrig løse et problem, hvis problemet ikke interesserer ham. Tilskyndelsen til alt ligger i interessen, den affektive motivation. (Illeris, 2001, s. 57)

På grundlag af ovenstående består det konkrete besøgsdesign i at stille eleverne autentiske spørgsmål i relation til udstillingen via arbejdsark som de skal arbejde med i grupper under besøget. Antagelsen er at de autentiske spørgsmål vil skabe dialog eleverne imellem om udstillingen, dvs. at de hver især ytrer sig angående de temaer og problemstillinger som spørgsmålene omhandler, men endvidere lytter til hinanden og både følger op på (optag) og bygger videre på (høj værdisætning) hinandens ytringer.

Endvidere antages det at dialogen vil være båret af affektive processer i form af et ægte engagement, idet spørgsmålenes karakter vil stimulere at eleverne indgår i dialogen for deres egen skyld, fordi spørgsmålene lægger op til at det er elevernes egne holdninger og meninger der skal bringes i spil, frem for nogle bestemte svar (dvs. læringsmål) som de skal finde frem til. Formålet med designet er følgelig at eleverne indgår i hvad der kunne kaldes en *ægte engageret dialog*. Ud fra Dysthes studie samt Piagets tanker om betydningen af de affektive processer er det en antagelse i denne undersøgelse at dialog der er ægte engageret, vil give en dybere læring end dialog der er proceduralt engageret.

For yderligere at stimulere og støtte elevernes ægte engagerede dialog består designet endvidere af en *dialogisk interaktion* fra en museumsformidler. Dialogisk interaktion er defineret ved at formidleren følger op og bygger videre på elevernes ytringer samt stiller autentiske spørgsmål.

Sammenfattende kan det siges at det samlede besøgsdesign ikke har til formål at få eleverne til at finde frem til nogle bestemte svar. Dvs. at formålet ikke er at eleverne opnår en bestemt læring, fx at de kan definere begreberne variation, reproduktion og selektion, eller mere specifikke færdigheder som at *Homo sapiens* og chimpansen formodes at have en ca. syv mio. år gammel fælles forfader. Formålet er snarere at stimulere eleverne til at snakke engageret med hinanden på en dialogisk måde (som defineret her) om de elementer og koncepter der indgår i udstillingen på museet. Det er ikke afgørende *hvad* de taler om, blot *at* de taler om udstillingen og evolution i bred forstand og er ægte engagerede i samtalen. Det er graden af dialog (ytre, lytte, følge op, bygge videre på) og ægtheden af engagementet der er genstand i evalueringen af designet.

Metodologi

Informanterne

Der har i undersøgelsen deltaget ca. 65 gymnasieelever med biologi på B-niveau fordelt på fire klasser. Eleverne var alle 3. g-elever. Elever på B-niveau er valgt fordi evolution er en del af pensum på B-niveauet, hvorved vi kunne anmode lærerne om som minimum at have introduceret grundbegreberne inden for evolution til eleverne før besøget på Zoologisk Museum. Samtidig er der langt flere elever på B-niveau end på A-niveau hvilket gjorde rekrutteringen noget nemmere.

Rekrutteringen af informanterne er sket via deres lærere og foregik ved at jeg skrev en e-mail til ca. 30 biologilærere som stod anført i SNM's Skoletjenestes lærerdatabase. E-mailen inviterede lærerne til at besøge evolutionsudstillingen med en gymnasieklasse med biologi på B-niveau og deltage i et bestemt forløb. Jeg beskrev i store træk forløbet, herunder at der ikke ville være nogen bestemte læringsmål, men at sigtet var at stimulere elevernes dialog med en ubegrænset frihed til at styre retningen af dialogen, dog inden for en ramme af at skulle diskutere nogle autentiske spørgsmål. Ca. 8 lærere henvendte sig, alle med stor interesse for og tilslutning til den beskrevne tilgang i forløbet, og af dem blev fire booket til at deltage.

Udvikling af arbejdsark

Besøgsdesignet bestod af et arbejdsark med seks autentiske spørgsmål som eleverne skulle diskutere i grupper mens de gik rundt i evolutionsudstillingen. I alt blev der udviklet 18 spørgsmål fordelt på tre forskellige arbejdsark med temaerne "Menneskets evolution", "Evolutionens grundbegreber" og "En art – mange arter". Hver gruppe arbejdede med ét af disse tre ark.

De autentiske spørgsmål blev udviklet i samarbejde med museumsformidleren S, der har en baggrund inden for biologi. Udviklingen tog udgangspunkt i biologi B-niveau om evolution samt en forundersøgelse om målgruppens interesseorientering i relation til den konkrete udstilling om evolution. Forundersøgelsen viste at elevernes hovedinteresse er rettet mod det område i udstillingen der viser menneskets slægtskab med aberne, ekstremterne (giganterne og de grimme/bizarre) samt en meget stor tavle med dyr der illustrerer den enorme artsdiversitet på jorden (for mere information om forundersøgelsen se www.ind.ku.dk/forskning/aktuelle_projekter/dialog/). Disse hovedinteresser blev taget i betragtning under udviklingen af de autentiske spørgsmål ud fra resultater fra talrige studier der viser at en indre motivering der relaterer sig til interesse, har en positiv indflydelse på kvaliteten af læreprocesser og læringsudbytter (fx Deci & Ryan, 2002; Hidi, 1990).

Selve udviklingen af spørgsmål foregik i flere trin, og for hver gang blev de mere autentiske, dvs. mere åbne og uden svar. Her følger to eksempler på spørgsmål der udviklede sig i tre trin:

1. Hvad taler for at mennesket og menneskeaberne har en fælles stamform?
 2. Er der noget der taler for at mennesket og menneskeaberne har en fælles stamform?
 3. Mener I at det kan sandsynliggøres at mennesket og menneskeaberne har en fælles stamform?
-
1. Hvilken betydning spiller artsvariation for evolutionen af nye arter?
 2. Spiller artsvariation en rolle i forbindelse med evolutionen af nye arter?
 3. Er der efter jeres mening dele af udstillingen som kan forklare hvordan nye arter kan opstå?

De første versioner var forholdsvis lukkede idet de lagde op til at der var et bestemt svar som eleverne skulle finde frem til, mens de sidste versioner var åbne og sigtede mod at få elevernes egen mening i spil. Denne udvikling fra trin 1 til 3 viser at det kan være vanskeligt at udvikle autentiske spørgsmål. Det er derfor vigtigt at spørge sig selv om spørgsmålet nu virkelig også er autentisk, dvs. at det er elevens mening og opfattelse der er svaret, og at der ikke inden for det pågældende fagområde er en konsensus om svaret. I relation til det tidligere givne eksempel på et autentisk spørgsmål angående D-dag kunne historikere, krigsforskere og andre fx ud fra breve, interviews eller andre dokumenter have udledt en konsensusbetonet redegørelse for hvad hærchefen tænkte den dag. Det kunne også være at hærchefen selv havde skrevet en bog om sine tanker da de angreb på D-dag. Hvis sådanne dokumenter forelå, ville spørgsmålet ikke være ægte autentisk. Sådanne spørgsmål kalder Dysthe for *kvasiautentiske*, men idet de stadig er formulerede som en nysgerrighed efter hvad eleven mener eller tror om noget, kan de stadigvæk klassificeres som autentiske. De udviklede spørgsmål i denne undersøgelse er en blanding af autentiske og kvasiautentiske spørgsmål. Tabel 1 viser de endelige versioner af alle 18 spørgsmål benævnt A1-A6, B1-B6 og C1-C6 afhængigt af hvilket af de tre temaer de hører til.

Ud over autenticitet var høje kognitive niveauer et tilstræbt kriterium i udviklingen af spørgsmålene. Denne kategorisering er relateret til Kisiels (2003) karakteristik af spørgsmål på arbejdsark hvor *kognitivt niveau* er en af hans kategorier. Hans klassifikation er baseret på Blooms taksonomi (Bloom et al., 1956) som beskriver seks kognitive niveauer: viden, forståelse, anvendelse, analyse, syntese og vurdering. Kisiel peger selv på at mange arbejdsark på museer udgøres af lavniveau-spørgsmål primært på vidensniveauet, hvilket ikke matcher elevernes niveau og derved ikke stimulerer hverken engagement eller læring (Kisiel, 2003; Mortensen, 2008). Generelt er spørgsmålene i den øvre ende idet 10 af dem er på niveau 5 eller 6, mens kun 2 spørgsmål er

Tabel 1. De 18 spørgsmål der bruges i undersøgelsen, fordelt på tre arbejdsark.

Arbejdsark A: MENNESKETS EVOLUTION	
A1	Mener I at det kan sandsynliggøres at mennesket og menneskeaberne har en fælles stamform?
A2	Kig på skeletterne af det moderne menneske (<i>Homo sapiens</i>) og chimpanse: Hvilke forskelle synes I er mest markante?
A3	Kig på skeletterne af det moderne menneske (<i>Homo sapiens</i>) og en eller flere af de uddøde menneskeformer: Hvilke forskelle synes I er mest markante?
A4	Diskuter betydningen af <i>variation</i> og <i>naturlig selektion</i> i forbindelse med menneskets evolutionære opståen.
A5	Mener I at man ud fra de tidlige menneskeformers skelet kan sige noget om hvordan deres adfærd og levevis har adskilt sig fra menneskeabernes (chimpanse, gorilla m.fl.)?
A6	Hvilke anatomiske forhold sandsynliggør at mennesket tilhører klassen Mammalia (pattedyr)?
Arbejdsark B: EVOLUTIONENS GRUNDBEGREBER	
B1	Diskuter betydningen af <i>variation</i> (inden for en art) for evolutionen.
B2	Hvilke dele af udstillingen synes I kan bruges til at forklare <i>naturlig selektion</i> ?
B3	På hvilken måde vurderer I at variation og naturlig selektion kan have spillet en rolle i hvalernes evolution fra landlevende dyr?
B4	Hvilke evolutionære mekanismer mener I kan forklare at isbjørnen har hvid pels?
B5	Hvad synes I at "Darwins finker" (glasmontren ved Galápagos-podiet) fortæller om evolutionens mekanismer?
B6	Hvad forstår I ved <i>tilpasning</i> (i en evolutionær sammenhæng)?
Arbejdsark C: ÉN ART – MANGE ARTER	
C1	Hvordan mener I at man kan definere en art?
C2	Er der efter jeres mening dele af udstillingen som kan forklare hvordan nye arter kan opstå?
C3	Kig på en af de udstillede dyrearter (eller dyregrupper): Diskuter mulige faktorer der kan have haft en betydning for evolutionen af netop denne art (eller gruppe).
C4	Synes I at udstillingen dokumenterer at de forskellige arter af pattedyr er nært beslægtet med hinanden – og i så fald hvordan?
C5	Mener I at der kan fremføres argumenter for at arterne her på Jorden er skabt gennem evolution?
C6	Diskuter mulige årsager til at der er så mange – flere millioner! – dyrearter på Jorden.

på niveau 1 eller 2². Som eksempel på de forskellige klassifikationsniveauer er klassifikationen på en række af de 18 spørgsmål samt begrundelser for klassifikationen angivet i tabel 2.

Endelig var spørgsmålene designet med henblik på skulle være så objektnære som muligt for at stimulere eleverne til at udnytte objekter i udstillingen frem for kun at trække på egen viden. Objektnære spørgsmål indebærer at de enten relaterer sig direkte til et bestemt objekt på museet (fx spørgsmål A2, tabel 1) eller til et eller flere objekter som eleverne selv skal vælge (fx spørgsmål B2, tabel 1). Dette kriterium er ligeledes inspireret af Kisiel (2003) som pointerer vigtigheden af at spørgsmål på arbejdsark er objektnære i forhold til at få eleverne til at bruge og udnytte udstillingen. De objektnære spørgsmål indebærer ofte at eleverne skal observere og sammenligne bestemte eller valgfrie objekter.

Datafremstilling

Da eleverne ankom til museet, blev de modtaget af museumsformidleren S og mig. Klassen kom ind i et skolelokale, og her introducerede S dem til aktiviteten mens jeg fortalte dem kort om forskningsprojektet som de var en del af. Læreren havde på forhånd sagt til eleverne at det forløb de skulle deltage i på museet, var en del af et forskningsprojekt, men ikke meget mere end det. S instruerede dem derefter i at vælge hvilket af de tre temaer som de hver især ville arbejde med. De fik at vide at der højst kunne være to grupper om det samme tema. På grundlag af deres valg blev de inddelt i grupper af tre-fem. Afhængigt af klassens størrelse blev der dannet mellem fire og seks grupper. Alle tre arbejdsark (temaer) blev tildelt minimum én gruppe, dvs. for hver klasse blev hvert af de tre arbejdsark tildelt en eller to grupper ud fra deres valg.

S forklarede derefter nøje at der ikke var bestemte svar på spørgsmålene på arbejdsarkene som de skulle finde frem til. De skulle derimod diskutere spørgsmålene som de selv ville, men samtidig argumentere for det de mente, gerne ud fra objekter og andet de så i udstillingen. S fortalte dem også at han ville gå rundt mellem grupperne og snakke med dem mens de diskuterede spørgsmålene, men at de også selv kunne tage kontakt til ham hvis de havde brug for at spørge ham om noget. Blot skulle de ikke forvente nogen svar fra ham.

Da eleverne kom ud i udstillingen, blev hver gruppe udstyret med et arbejdsark, og desuden fik én elev fra hver gruppe hængt en digital diktafon om halsen som optog alt hvad gruppen sagde, samt hvad S sagde når han snakkede med den pågældende gruppe. Forløbet i udstillingen varede 45 minutter. Derefter blev klassen samlet og fik noget sodavand, og forløbet blev afsluttet.

2 Klassifikationen er foretaget af forfatteren samt en anden forsker uafhængigt af hinanden for at øge validiteten. Resultatet viste 80 % overensstemmelse, og den endelige klassifikation er afgjort via diskussion mellem de to forskere.

Tabel 2. *Eksempler på klassifikation af kognitivt niveau af spørgsmål ud fra Blooms taksonomi. Angivelsen i 1. kolonne refererer til nummereringen af spørgsmål i tabel 1.*

	Niveau	Begrundelse
A5	1 el. 6	Hvis eleverne blot svarer "ja" eller "nej", må deres argumenter være baseret på at de allerede ved at tidlige menneskeformer og menneskeabers adfærd og levevis har adskilt sig, og så er det viden (1). Hvis de på den anden side går ind i en argumentation baseret på tilegnet og behandlet information i udstillingen, er det vurdering (6).
B4	1 el. 5	Hvis eleverne allerede ved dette, er det viden (1), men hvis de ikke ved det, er det syntese (5) fordi de er nødt til at lave en hypotese om hvad der kunne forklare at isbjørnen har hvid pels, baseret på tilegnet og behandlet information i udstillingen.
B6	2	Dette spørgsmål indebærer blot at eleverne forstår hvad tilpasning er, hvorved det er forståelse (2).
C3	3	Eleverne skal kunne forstå hvilke faktorer der påvirker evolution, samt kunne anvende denne forståelse i en diskussion om de forskellige arter i udstillingen. Derved er det anvendelse (3).
A2	4	Eleverne skal være i stand til at lave sammenligninger, hvilket er analyse (4).
B2	4	Eleverne skal kunne anvende viden og forståelse om naturlig selektion for at lave en analyse af hvilke dele af udstillingen de mener kan bruges til at forklare begrebet. Derved er det analyse (4).
C1	5	Dette spørgsmål indebærer at eleverne skal lave hypoteser om hvad de tror kunne definere en art. Dette må være baseret på en viden (som godt kan være overfladisk) om hvad en art er. Denne viden skal anvendes i diskussionen med hinanden, og derudfra skal de lave en analyse af de forskellige synspunkter. Endelig skal de lave en hypotese om hvad de tror definerer en art, og det er syntese (5).
B3	6	Baseret på at anvende deres forståelse ved at lave en analyse af hvordan variation og naturlig selektion kan have påvirket hvalers evolution, skal eleverne evaluere deres analyse og vurdere hvilken rolle de tror de to begreber kan have spillet. Derved er det vurdering (6).
C4	6	Vendingen i spørgsmålet "Synes I" indebærer at eleverne skal evaluere eller vurdere spørgsmålet. Dette indebærer at de forstår hvad nært beslægtet betyder, og at de kan anvende denne forståelse i relation til dyrene i udstillingen. Endvidere skal de kunne sammenligne de forskellige dyr ud fra deres anvendte forståelse af nært slægtskab, hvorved de laver en analyse. Det er denne analyse de skal vurdere, og derved er det vurdering (6).

Museumsformidlerens rolle

Museumsformidleren S var tilknyttet alle fire skolebesøg som indgik i undersøgelsen. Hans rolle under selve forløbet i udstillingen var at støtte elevernes i deres indbyrdes dialog ved at stimulere deres tanker og refleksioner med flere autentiske spørgsmål samt øge deres engagement ved at følge op og bygge videre på deres ytringer. Han var af mig blevet instrueret i at henvende sig til de forskellige elevgrupper undervejs i besøget. Dvs. at han cirkulerede rundt imellem grupperne og henvendte sig ved fx at spørge: "Hvordan går det her?" og derefter spore sig ind på gruppens dialog og søge at støtte den via den dialogiske tilgang. Museumsformidlerens dialogiske interaktion var baseret på et skriftligt notat, udformet af mig, om autentiske spørgsmål, optag og høj værdsættning med grundlag i Dysthes (1995) og Bakhtins (1981) tanker (jf. ovenfor) samt en samtale med mig om notatet og dets implikationer.

Lærerens rolle

Lærerne fik at vide, både via den rekrutterende mail samt ved introduktionen, at de skulle holde sig i baggrunden under forløbet i udstillingen, og hvis de interagerede med eleverne fordi de henvendte sig, måtte de ikke give nogen svar, men forsøge at stimulere elevernes dialog. Dette overholdt de stort set og gik i stedet rundt og så på udstillingen samt lyttede med når S snakkede med grupperne.

Dataanalyse

I alt blev der af de fire klasser dannet 15 grupper, og audio-optagelserne af de 15 gange 45 minutters forløb udgør datamaterialet i undersøgelsen. Audio-optagelserne er analyseret via programmet ATLAS.ti, som er et redskab til kvalitativt at analysere store mængder data, fx tekst, video, audio, grafik m.m. Programmet gør forskeren i stand til at lytte til og inddele optagelser (og andre typer data) i *kvotationer* ("quotations": små sekvenser af optagelsen) som kan beskrives i ord samt kodes mht. indholdet af sekvensen.

Resultater og analyse

Overordnet har besøgsdesignet ikke virket helt efter hensigten. Besøgsdesignet har bevirket ægte engageret dialog, men kun i lidt over 20 % af de mulige situationer. En mulig situation er defineret som en bestemt gruppe der diskuterer et bestemt spørgsmål. Der er 15 grupper som hver har diskuteret seks spørgsmål, hvilket giver 90 mulige situationer. I i alt 80 % af de mulige situationer har designet dog påvirket eleverne til en eller anden form for verbal interaktion relateret til de autentiske spørgsmål, men i størstedelen af disse situationer har interaktionen haft karakter af *korte, monologiske refleksioner* eller *ikke-dialogisk samtale*.

Kort, monologisk refleksion

Den korte, monologiske refleksion definerer jeg som ytringer fra en elev som ikke bevirker en respons fra andre elever i gruppen. Et eksempel på en samtale præget af korte, monologiske refleksioner er følgende citat der vedrører spørgsmål A3. Forud for citatet har en elev læst op af en udstillingstekst om et menneskefossil der benævnes Toumai. Derefter er der først 4 sekunders tavshed hvorefter hun selv siger:

Det er en ældre slægtning af mennesket og chimpansens udviklingslinjer [tavshed på 3 sekunder]... og det er allerede ... Toumai-fossilet er 6 millioner år gammelt [tavshed på 7 sekunder]... og der viser det allerede det der med nakkehul og rygmarven, at den har gået på to ben, og sådan noget, det har været ligesom os.

Herefter svarer en anden elev kort "Ja", men derefter er der en lang tavshed på 12 sekunder som følges op af at en tredje elev bringer et andet emne på bane. Dvs. at den første elevs refleksion initieret af oplæsningen af udstillingsteksten ikke følges op af de øvrige elever i gruppen og derved forbliver en monolog uden respons og uden dialog.

Et andet eksempel på en kort, monologisk refleksion udgøres af en situation hvor en gruppe skal svare på spørgsmål A1. Gruppen læser lidt spredt op fra diverse udstillingstekster i et forsøg på at finde "hints" til at argumentere for et svar på spørgsmålet. En elev siger: "*Ifølge Darwin, så ja*". Derefter er der lang tavshed hvorefter en anden elev siger: "*Hvad er vores argumenter?*". Spørgsmålet følges ikke umiddelbart op, men en i gruppen læser igen op fra en udstillingstekst. Så siger en elev: "*Man må kunne argumentere ud fra udseendet*". Dette er en glimrende refleksion, men den følges ikke op, hverken verbalt eller handlingsmæssigt, hvorved den forbliver en kort, monologisk refleksion.

Ikke-dialogisk samtale

En ikke-dialogisk samtale definerer jeg som udvekslinger eleverne imellem uden tydeligt optag og opfølgning og hvor samtalen om spørgsmålet ikke udfoldes. Et eksempel på ikke-dialogisk samtale er følgende citat hvor en gruppe diskuterer spørgsmål B1. De forskellige gruppemedlemmer er benævnt a, b, c:

c: Betydningen af variation, det er jo ...

a: Det er jo en væsentlig faktor for overlevelse.

c: At man har ...

b: De er jo nødt til at ændre sig.

a: For en art varierer sig når miljøet er varieret, kan man sige, ik'.

c: Ja [fniser og griner].

b: Det var faktisk meget klogt sagt [sagt i et muntert tonefald].

a: Ik'!

b: Det synes jeg.

c: [griner lidt hysterisk]. Men hvad er helt præcis definitionen på variation? Altså i denne her forbindelse? Er det at flere arter varierer, og hvorfor de varierer?

a: Nej, der står inden for én art [her refererer han til spørgsmålet]. Det er netop det der eksempel med – med Darwin og de der finker.

b: Ja, ja.

a: Med næbet, ik'.

c: Ja.

a: Og man kan sige grunden til at ...

b+c: [griner hysterisk] Bob bob.

a: Øhh [griner], men i hvert fald at deres næb varierer fordi at det område ..., fordi ellers ville det ikke kunne variere.

b: Ja, ja, altså det er for at overleve.

Herefter følger en længere pause hvor gruppen bevæger sig hen til området med Darwins finker. Her fortsætter samtalen:

a: Skal vi ikke gå ned og spise pizza?

b: Hvad er forskellen [på finkerne]?

a: Det der er forskellen, det er navnet, ik' [griner].

c: Jeg synes ikke jeg kan se så meget hår.

a: Den der kunne måske godt være bøjet fordi den skal ind og pille i nogle frø eller et eller andet, ik'. Ej hvor er det dårligt, det her.

b+c: [griner]

Samtalen fortsætter i samme stil i nogen tid endnu om hulepindsvin, bjørne, giraffer og pizza. Samtalen er tolket som værende ikke-dialogisk, idet eleverne ikke laver optag og høj værdsætning. De stiller hinanden nogle spørgsmål, fx hvad definitionen på variation er, samt hvad forskellen på de forskellige finker er, men at svare på disse spørgsmål er ikke at følge op og bygge videre på hinandens ytringer. Episoden viser at gruppens samtale om det pågældende spørgsmål ikke udfoldes. Endvidere er deres engagement tolket som proceduralt, pga. den overordnede tone i episoden som indikerer at gruppen ikke tager opgaven særlig seriøst men kun snakker om spørgsmålet fordi de skal. Konkrete nedslag der indikerer dette, er b og c's fnisen over a's refleksioner, b's ytring om at det er meget klogt hvad a siger, c og b's fnisende kommentar "*bob bob*" og a's kommentar til sin egen ytring om hvor dårligt det er. Intet af dette tyder på at gruppen er ægte engageret i spørgsmålets problemstilling, eller at de diskuterer for deres egen skyld.

Ægte engageret dialog

I det følgende gives en række eksempler på ægte engageret dialog som er den type elevhandling der udgør målet med besøgsdesignet. Overordnet fordeler situationerne associeret med ægte engageret dialog sig lige mellem at involvere museumsformidleren og ikke at gøre det. I halvdelen af de tolkede situationer er den ægte engagerede dialog derved relateret til både det autentiske spørgsmål og interaktion fra formidleren, mens den anden halvdel kun er relateret til det autentiske spørgsmål. Her følger først to eksempler på episoder der kun involverer selve spørgsmålet, og derefter to eksempler hvor formidleren også er involveret.

Eksempel 1

Den første episode udgøres af en gruppe der diskuterer spørgsmål A6: *“Hvilke anatomiske forhold sandsynliggør at mennesket tilhører klassen Mammalia (pattedyr)?”*. Dette spørgsmål er relateret til et område i udstillingen der handler om menneskets evolution. I dette område er der udstillet skeletter af menneskeaber, uddøde menneskeformer samt det moderne menneske. Figur 2 viser en gruppe der diskuterer et af spørgsmålene på arbejdsark A om menneskets evolution.



Figur 2. Elever observerer og sammenligner objekter i det område af evolutionsudstillingen der omhandler menneskets udvikling. Fotograf: Nana Quistgaard.

Forud for episoden har gruppen læst spørgsmålet op. Samtalen foregår mellem a, b, c og d:

a: Hvad er anatomiske forhold?

b: Det er kroppens bygning, hvordan ser du ud skeletmæssigt; altså hvilke dele af det der skelet kan vi se ... Altså jeg tænker lidt, vi har et bækken.

c: Ja, jeg tænker også lidt, vi har jo hofterne, ik'. Det var også det vi snakkede om i klassen, at hvis man har en lille hofte, så er man nærmest ... [hun afbrydes].

b: Men jeg tænker også at vi har jo arme ... Jeg tænker bare det der med at bære et barn, jeg ved ikke helt.

d: Ja, det er rigtig nok.

b: Øm, hvorfor? Men vi skal jo ikke ruge på det, vi skal holde på det. Vi skal passe på det, ik'.

a: Det kan man også ... Kænguruer har sin pung og ...

b: Ja, og fisk, de ... de, ja hvad fanden gør de? Det ved jeg sgu ikke.

a: [griner] Skubber.

c: [griner engageret]

b: Og hvis vi skal passe på vores børn, kan vi jo ikke bare lade dem ligge og sætte os på dem.

d: Nej ... Men fx fisk, det gør de jo.

b: Ja, og en høne, ik'.

a: De siger bare hej hej, og vi ses til sommer.

b: Ja, præcis. Vi kan ikke efterlade ... Vi bliver nødt til at have vores arme til at passe på vores ...

a: Og aberne, ja, de har selvfølgelig også deres arme, men de hænger ... Altså de har ligesom deres styrke til at bare bære rundt på ryggen.

b: Ja ... og de er jo også pattedyr, kan man sige, men der er selvfølgelig også ...

c: Dem der ikke er pattedyr, de bruger jo æggene ved at sidde på dem.

a: Okay, hvad er ikke-pattedyr, kom lige med eksempel. Et ikke-pattedyr ... [hun afbrydes].

b: Hvad gør en elefant, den lægger ikke æg.

a: Nej.

b: Altså, hvad gør de, kan man sige.

d: Bruger snablen.

b: Men det tror jeg bare er et af de anatomiske forhold i hvert fald ... ku' godt være arme, ik'.

c: Jo.

a: Der er slet ikke noget ...

c: Og bækken måske.

d: Bækken tror jeg altså også er vigtigt.

b: Uhm [4 sekunders tavshed].

a: Er der ikke noget ikke-pattedyr der minder sådan lidt om alle pattedyr?

b: Øhm.

a: Fugle, de har jo ikke sådan rigtig... fødder og sådan noget. De holder jo ikke rigtig på hinanden.

b: Man kan jo sige ...

d: Den er lidt tricky.

Herefter synes de at miste engagementet i samtalen lidt, men ender med at konkludere at det må have noget med arme og bækken at gøre. Episoden er tolket som dialogisk idet eleverne tydeligt følger op og bygger videre på hinanden ytringer. Fx da b ytrer at det har noget med bækkenet at gøre, bygger c videre ved at sige at det også har noget med hofterne at gøre. Da b ytrer at vi er nødt til at have vores arme til at passe på børnene, bygger a først videre på dette ved overføre dette til aberne. Dette kan tolkes som en høj værdsætning idet hun anerkender at armene har en betydning, og bruger dette aktivt i sin ytring ved at overføre erkendelsen til også at omfatte aberne. Derefter følger a op på b's ytring ved at sige at der dog er den forskel at aberne har så meget styrke at de bare kan bære børnene rundt på ryggen. Dette kan tolkes som optag idet a bruger b's ytring som afsæt for at konkludere at der er den forskel mellem menneske og abe.

De fire elevers engagement i denne episode er tolket som ægte idet der ikke er nogen ytringer der indikerer at de diskuterer for at lyde kloge eller fordi de skal, men snarere fordi de er ægte optagede af emnet. I modsætning til dette indeholder episoder tolket som procedurale ofte lange tavsheder, eller en eller flere elever afbryder ofte ved at snakke om helt andre ting hvorefter en tredje elev typisk siger at nu må de altså se at komme tilbage til spørgsmålet.

Eksempel 2

Det andet eksempel udgøres af en gruppe der diskuterer spørgsmål B3: "*På hvilken måde vurderer I at variation og naturlig selektion kan have spillet en rolle i hvalernes evolution fra landlevende dyr?*". Dette spørgsmål er relateret til et område i udstillingen hvor der dels er en fortolkning af hvordan mellemformen mellem landlevende dyr og hvaler kunne have set ud. Denne hedder *Ambulocetus* (figur 3). Dels er der en række skeletter af forskellige parrettåede dyr som hvalerne antages at stamme fra. Endvidere hænger der to store hvalskeletter under loftet af hhv. grønlandshval og kaskelothval.

Gruppens samtale foregår mellem elev a, b, c og d:

a: Er det en hval?

b: Nej, det er da en dinosaur.



Figur 3. Rekonstruktion af *Ambulocetus*. Fotograf: Marianne Mortensen.

c: Nej, det er da en hval.

d: Nej. Det ...

c: Hvor er dens, hvor er dens ben hvis det er en dinosaur? Det der er også en hval.

b: Det er sgu da ikke en hval.

c: En blåhval er jo endnu større.

b: Nej, det er da et dinosaurmisfoster.

c: Men hvorfor, der er jo ikke nogen ... [afbrydes].

d: Er det en finne?

c: Men prøv at se, det er da en finne. Det ligner sådan en hvor den ene ... [afbrydes].

b: Hm.

c: Men kan du ikke se, det der er en hval, og det derovre er også en hval.

De undrer sig lidt over spørgsmålet. Det får c til at sige:

c: Landlevende dyr, men hvornår var de landlevende dyr?

a: Måske har den engang været et dyr, og så er den hoppet ned i vandet, og så har den udviklet sig.

c: Men det er jo så igen ... Så må det være sådan noget med at den har muteret, og så har den åbenbart kunne klare sig ... Nogle har kunnet klare sig i vand og har været ...

b: Der har været mere føde i vandet.

c: Ja, og bedre overlevelsesmuligheder.

b: Ja [kort tavshed].

c: Men en hval har nok ikke været så stor oppe på land [kort tavshed]. Dem der har muteret sig til ... [afbrydes].

d: Tror I vi kommer fra aber?

Dette igangsætter en lang diskussion om religion og hvor mennesket kommer fra. Eleverne lytter til hinanden, værdsætter og laver optag, og deres engagement synes ægte. Herefter følger følgende samtale:

b: Men hvorfor har aberne ikke alle sammen udviklet sig til mennesker? Hvorfor er de stadig aber?

c: Det er ligesom med selektion. Ligesom at der er *den* der bjørn og *den* der bjørn [peger]. De er blevet forskellige.

d: Hvorfor bliver de ikke blå eller sådan noget?

c: Alle kommer jo fra den samme lille en-organisme.

d: Ja, men.

b: Ja, men prøv og hør. Hvis nu vi siger at den der skildpadde, den engang har været helt lille, ik', og nu har den udviklet sig til at blive kæmpestor, så er der jo ikke flere af de små skildpadder. Og det er det jeg mener, hvis vi engang har været aber, hvorfor er der så stadig aber?

c: Fordi de stadig kunne overleve det sted hvor de bor. Men skal vi sige der har været for mange aber det sted der som jeg ikke ved hvor er, Afrika, fx. Og så er der nogle der går mod kulden, og så vil de ikke kunne overleve med de samme former for et eller andet, og så stille og roligt, så har de udviklet sig.

a: Også de der mennesker der har hår over det hele, de er måske ikke helt udviklede [griner].

c: Ja, grækerne [griner].

Herefter går de videre til næste spørgsmål. Elevernes samtale er i denne episode tolket som værende dialogisk idet de tydeligt følger op og bygger videre på hinandens ytringer. Et eksempel er sekvensen mellem at eleverne har undret sig over spørgsmålet, til igangsættelsen af samtalen om hvorvidt mennesket kommer fra aberne. I denne sekvens bygger eleverne videre på hinandens ytringer. Fx bliver ytringen "har kunnet klare sig i vand" til "mere føde i vandet" til "bedre overlevelsesmuligheder [i vandet]". Endvidere bliver b's ytring om det underlige i at der stadig er aber (midt i

næste sekvens) fulgt op af c, idet han lytter til og anerkender b's undring ved at følge op på den og bidrage med sin mening om hvorfor det forholder sig sådan. Gruppens engagement er tolket som ægte ud fra samme argumenter som i det foregående eksempel.

Eksempel 3

I de sidste to eksempler er formidleren involveret. I dette eksempel kommer formidleren forbi en gruppe der diskuterer spørgsmål B2: "*Hvilke dele af udstillingen synes I kan bruges til at forklare naturlig selektion?*". Gruppen består af eleverne a, b og c. Formidleren (s) spørger hvordan det går her. En elev (a) forklarer at de har fundet frem til at det skilt der står foran isbjørnen, illustrerer naturlig selektion godt. S følger op:

s: Ja, og hvordan mener I at det udtrykker noget omkring selektion?

a: Skiltet eller isbjørnen?

s: Ja, selve ...

a: Det viser jo bare at selvom ... at ... de har jo levet under forskellige forhold, og så viser det jo bare at de mutationer der er sket, der hvor der har været isbjørne, der har de jo været, der har det jo været nødvendigt at have de former for egenskaber, og de så har overlevet. Omgivelserne har jo selvfølgelig ... spiller en meget stor rolle. Også på pelstykkelelsen og sådan nogle ting.

s: Ja.

a: Og størrelsen også for den sags skyld.

s: Så hvad er det der er blevet selekteret imellem?

a: Det er jo både størrelse og og.

b: Arme og ben.

a: Og arme og ben. Også klørelængden og sådan nogle, ik'.

s: Ja.

a: Altså, de [brunbjørne] skal jo klatre i træer, ik' ... fx ... Det skal de andre [isbjørne] ikke. De skal være større for at kunne holde bedre på ... De skal jo ikke spise så ofte som den der lever i skoven [kort tavshed].

c: Ej, dens ører er meget mindre.

s: Ja [kort tavshed], hvad kunne det skyldes? [kort tavshed]

a: Den lever i en skov, og der er forskellige former for farer ... de skal være opmærksomme på.

s: Ja, men isbjørnen hører faktisk helt fantastisk.

c: Gør den det?

s: Ja, den kan høre sæler der ligger i en hule en meter nede under sneen.

b+c: Hvorfor har den så mindre ører?

Herefter har de tre elever en flere minutter lang dialog om ører hvor formidleren ikke blander sig. Eleverne lytter her til hinanden og laver optag og høj værdsætning.

Formidlerens interaktion er i denne episode tolket som en dialogisk interaktion idet han både stiller autentiske spørgsmål (*"Hvordan mener I at det udtrykker noget omkring selektion?"*) og følger op på elevernes ytringer. Fx følger han op på a's ytringer om at omgivelser spiller en rolle for pelstykkelelse og størrelse, ved at spørge: *"Så hvad er det der er blevet selekteret imellem?"* samt på c's ytring om at dens ører er meget mindre, ved at spørge: *"Hvad kunne det skyldes?"*. Formidlerens interaktion bevirker derved at eleverne indgår i dialog med ham. Desuden indgår de i dialog med hinanden. Fx fører c's ytring om ører og museumsformidlerens opfølgning om hvad det kunne skyldes, til at a bygger videre på c's ytring ved at anerkende at ørerne er mindre, og at dette har en betydning for dens opmærksomhedssans. Elevernes engagement synes ægte ud fra de samme argumenter som i eksempel 1.

Eksempel 4

Det sidste eksempel er ikke medtaget for at illustrere formidlerens dialogiske interaktion, men for at vise at en tilgang karakteriseret af overvejende lukkede spørgsmål efterfølgende kan føre til dialog eleverne mellem. I denne episode diskuterer en gruppe spørgsmål A4: *"Diskutér betydningen af variation og naturlig selektion i forbindelse med menneskets evolutionære opståen"*. Forud for episoden har eleverne ytret at de er usikre på hvad spørgsmålet betyder. De forstår tilsyneladende ikke begreberne i spørgsmålet. De henvender sig derfor til formidleren og spørger hvad spørgsmålet betyder. Gruppen består af elev a, b, c og d. S (s) svarer:

s: Her tænker vi i det her tilfælde på variation inden for en art. Altså der er variation inden for en art, og det har betydning for at nogle inden for den art vil udvikle sig i retning af et menneske. I så fald hvad er det for en type variation man kunne forestille sig?

a: Hvad er det naturlig helt præcis er?

s: Det er bare noget der forekommer i naturen. Vi kan også bare kalde det variation og ikke sige naturlig variation hvis det var det du mente.

a: Ja, altså bare hvad definitionen var på naturlig variation.

s: Ja, hvis vi tager variationen først. Nu er der to begreber der, og variationen er jo så at variationen inden for en art, de er forskellige. Ligesom I fire er forskellige, så har de også været det, menneskets forfader – et eller andet abelignende væsen.

b: Ja.

s: Og den forskel, kan den have haft en betydning for at nogle har udviklet sig til ...

c: Det er det vi har snakket om i klassen.

a: Uhm.

c: Med miljøet, og det der med landsbyen, der havde alle sammen seks tæer.

d: Nå ja, det kommer jo an på ...

a: Altså gener [kort tavshed].

s: Men man kan også sige det på en anden måde; hvilke varianter kunne have været, altså ... Hvilke varianter inden for arten kunne have været en fordel frem for andre?

d: Ku' det have været at den stærkeste overlever?

s: Ja, det kunne man godt sige. Nu er den stærkeste måske lidt, det er måske lidt misvisende at bruge ordet stærkeste, det er jo ikke altid den stærkeste der overlever.

b: Nej, fysisk stærkeste.

s: Nej, for hvis det nu bare gjaldt om at være bedst camoufleret, så kan man jo ikke sige at man er den stærkeste. Hvad kunne man ellers sige?

d: Vi snakkede om det der med at de forskellige racer udkæmpede hinanden, så der var hele tiden konkurrence mellem hvem der overlevede.

a: Ja, den stærkeste inden for samme race.

d: Ja, så igen også, men det var jo det vi snakkede om. At der så blev en race der var mere udsøgte end de andre.

a: Ja.

s: Ja, men hvad er det for en forskel I synes er mest markant mellem et abelignende dyr og et menneskelignende dyr?

c: Jeg vil sige, ansigtsformen og hvad hedder det ... frem ...

a: Posituren

s: Ja

d: Og så var ryggraden længere.

b: Og leddene.

s: Ja ... så vi har det oprejste og det firbenede. Så hvad for en variation inden for de firbenede, inden for deres adfærd, kan have gjort at nogle havde en større overlevelseschance, eller hvad kan have været en fordel for dem?

a: Altså i forhold til hvad?

s: Altså at nogle af dem er blevet opretgående.

a: Altså at nogle er blevet, men jeg tror ikke jeg forstår hvad du siger.

s: Ja, man må formode at der har været en forskel i individerne. Nogle må have været ... I siger at de stærkeste overlever, jeg siger at de bedst egnede overlever. Der må have nogle der har haft nogle fordele frem for nogle andre.

b+d: Uhm.

Herefter fortsætter formidleren med at forklare og spørge i flere minutter. Han laver optag, men ikke tydeligt, og hans spørgsmål er lukkede. Men det sætter ægte engageret dialog i gang hos gruppen efter at han går. Episoden er som sagt ikke et eksempel på at formidleren har en dialogisk tilgang (fx stiller han ikke autentiske spørgsmål). Formidleren har snarere en overvejende ikke-dialogisk tilgang idet han forklarer me-

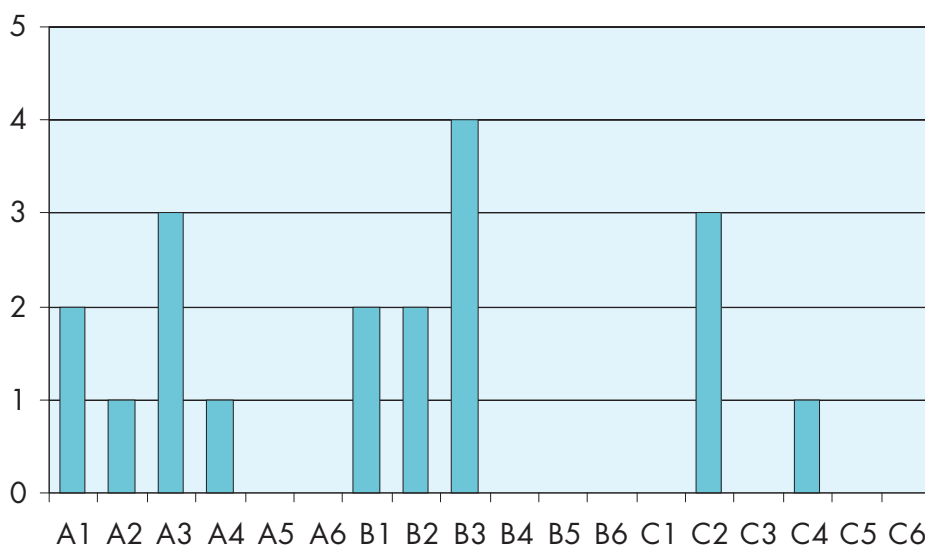
get samt stiller spørgsmål der sigter på at få eleverne til at give et bestemt svar. Efter at formidleren er gået, opstår der imidlertid en ca. 5 minutter lang ægte engageret dialog i gruppen. Eksemplet viser derfor at en ikke-dialogisk tilgang godt kan have en værdi i nogle situationer.

Spørgsmålenes betydning for dialogen

Som nævnt er lidt over 20 % af de mulige situationer tolket som værende associeret med ægte engageret dialog. Dette resultat kunne umiddelbart indikere at målet med besøgsdesignet ikke er blevet opnået. Set i lyset af Quistgaards (2006) undersøgelse af et ustruktureret gymnasiebesøg på Experimentarium er resultatet imidlertid lovende. I den undersøgelse fandt Quistgaard at i løbet af otte timers audio-optagelser af gymnasieelevers snak i udstillingerne forekom der kun én episode af dialog imellem eleverne. Dialogen varede i ca. fem minutter. Resten af tiden snakkede eleverne om ikke-museums-relaterede emner eller havde korte udvekslinger, fx "Hvad skal man gøre her?" og "Okay, lad os gøre det", hvorefter de interagerede med opstillingen og gik videre uden refleksion. I forrige afsnit kiggede jeg nærmere på hvad der karakteriserer de situationer der stimulerer ægte engageret dialog. Imidlertid er det også interessant at kigge på selve spørgsmålenes betydning for dialogen.

Der kan vanskeligt laves en analyse af betydningen af de enkelte spørgsmål for dialogen idet kun fem grupper har diskuteret hvert spørgsmål. Det kan dog være værd at tage i betragtning at nogle spørgsmål er mere associerede med dialog end andre. En optælling viser at spørgsmål B3, som det eneste, er associeret med ægte engageret dialog i fire ud af de fem mulige situationer. Eksempel 2 illustrerer hvordan spørgsmålet påvirker elevernes samtale. Fx synes spørgsmålet at skabe undren over at hvalerne stammer fra landlevende dyr (jf. eksempel 2), hvilket kunne tolkes som at spørgsmålet skaber nysgerrighed. Endvidere synes elevernes engagement i dialogen at være relateret til at de finder *Ambulocetus* fascinerende, dels fordi de finder den skræmmende og grim (jf. elev b's ytring om at den ligner et dinosaurmisfoster, eksempel 2), dels fordi de er fascinerede over at den både ligner en hund og en hval. Dette indikerer at en medvirkende faktor for at autentiske spørgsmål stimulerer ægte engageret dialog, er at det relaterer sig til emner eller elementer som forhåndsinteresserer målgruppen. Dette indikeres af at forundersøgelsen angående elevernes interessesfære viste en forhåndsinteresse for grimme og bizarre dyr. Men dvs. at både formuleringen og indholdet af spørgsmålet samt det objekt det primært er relateret til, synes at være medvirkende årsag til at spørgsmålet stimulerer ægte engageret dialog. Undringen og den mulige nysgerrighed kunne også indikere at eleverne finder spørgsmålet udfordrende, hvilket kunne være relateret til spørgsmålets klassificerede høje kognitive niveau (niveau 6, jf. tabel 2). Spørgsmål B3 er blandt de fire spørgsmål der er klassificeret som niveau 6.

To spørgsmål er associeret med ægte engageret dialog i tre ud af de fem mulige situationer. Disse er C2 og A3. Spørgsmål C2 er ligesom B3 et af de fire spørgsmål der er klassificeret som kognitivt niveau 6. Hovedårsagen til at dette spørgsmål synes at stimulere ægte engageret dialog, er den implikation at eleverne skal rundt i udstillingen og observere forskellige dyr og vurdere om netop *de* er egnede til at forklare hvordan nye arter kan opstå. Dette synes at udgøre en udfordring samt en fascination over alle de forskellige dyr, hvilket skaber et engagement der er tolket som ægte, hos eleverne. Spørgsmål A3 er klassificeret som kognitivt niveau 4 hvilket derved indikerer at det ikke er et niveau på 6 der synes at være en altafgørende faktor, men måske en medvirkende faktor. Niveau 4 hører imidlertid til de tre højeste trin i taksonomien, og Andersen & Krathwohl (2001) vurderer at der er et afgørende spring i det kognitive niveau mellem de tre nedre niveauer og de tre øvre. Dette kunne indikere at et højt kognitivt niveau er en medvirkende årsag til at stimulere ægte engageret dialog, idet ingen af de spørgsmål der er klassificeret som under niveau 3 eller potentielt under niveau 3 (jf. begrundelserne for niveau af spørgsmål A5 og B4, tabel 2), har stimuleret ægte engageret dialog i mere end to situationer, og langt de fleste i nul situationer (figur 4).



Figur 4. Diagram der viser antallet af situationer associeret med ægte engageret dialog (y-aksen) fordelt på de 18 spørgsmål (x-aksen).

Museumsformidlerens påvirkning

Eksempel 3 udgør et eksempel på at museumsformidleren interagerer dialogisk med eleverne med stimulation af ægte engageret dialog til følge. Som nævnt er halvdelen af situationerne associeret med ægte engageret dialog relateret til formidleren, hvilket

udgør i alt ni situationer. Ud over situationen vist i eksempel 3 er der kun yderligere fire situationer der er karakteriseret af dialogisk interaktion. De øvrige fire situationer er enten karakteriseret ved en ikke-dialogisk tilgang præget af lukkede spørgsmål, men som fører til ægte engageret dialog efterfølgende (illustreret ved eksempel 4), eller overvejende karakteriseret ved sekvenser som eksempel 4, men afbrudt kortvarigt af sekvenser hvor formidleren interagerer dialogisk. Dette resultat indikerer at både en dialogisk og en ikke-dialogisk interaktion har potentiale til at stimulere ægte engageret dialog. Imidlertid er det også interessant at kigge nærmere på hvad der karakteriserer de ca. 20 situationer der involverer formidleren, men hvor interaktionen ikke har ført til ægte engageret dialog.

Overordnet er disse situationer karakteriseret ved at formidleren laver en del optag og i nogen grad høj værdsætning, men overvejende stiller lukkede spørgsmål der sigter mod at få eleverne til at give nogle bestemte svar. Denne tilgang er sammenlignelig med situationen illustreret i eksempel 4, men i modsætning hertil fører tilgangen ikke til dialog efterfølgende. Snarere forbliver elevernes engagement proceduralt. Det procedurale engagement er tolket på grundlag af at eleverne synes at svare på formidlerens spørgsmål for hans skyld. Fx siger en elev efter at formidleren har forladt gruppen: *“Styrede jeg ikke bare det der med variation?”*. Indholdet og tonefaldet i denne ytring indikerer at eleven har udført opgaven for formidlerens skyld. Andre eksempler indikerer at eleverne mister et ægte engagement fordi formidleren undlader at følge op på elevernes egne input. Fx får en gruppe i en situation øje på det største af de to hvalskeletter der hænger under loftet, og spørger formidleren om der er noget dyr der kan true en blåhval. Endvidere spørger de om hvor blåhvalen lever, og om hvor stort dens hoved er. Formidleren svarer på spørgsmålene men siger bagefter *“Nå, men det var vist en afstikker fra spørgsmålene”* og gør mine til at gå. Herefter siger en elev i gruppen: *“Nej, nu var vi lige blevet begejstrede, så kan du ikke bare gå – det er en meget dårlig idé når du endelig har fanget dit publikum”*. Men formidleren går, og gruppen begynder at snakke om dykkeroplevelser.

Fordeling inden for grupperne

Når et nyt design udvikles, er det naturligt at spørge om designet mon vil virke som intenderet for alle eller fx kun nogle få. I denne undersøgelse synes designet at virke i nogen grad for alle grupper. Alle grupperne foretager verbale handlinger i forhold til spørgsmålene og i forhold til formidleren, men for 7 ud af de 15 grupper er indsatsen forholdsvis lille. Dermed har designet stimuleret over halvdelen af grupperne til at indgå i ægte engageret dialog i hvert fald noget af tiden.

Konklusion

Autentiske spørgsmål givet på arbejdsark synes at have potentiale til at fremme ægte engageret dialog. Dog indikerer undersøgelsen at det er vigtigt at spørgsmålene orienterer sig direkte imod elevernes forhåndsinteresser uanset om de ikke synes at matche pensum. Endvidere synes en medvirkende årsag til stimulation af ægte engageret dialog at være et højt kognitivt niveau samt en høj grad af objektnærhed. Endelig synes det vigtigt at spørgsmålene stimulerer undren og nysgerrighed.

Mht. museumsformidlers tilgang synes undersøgelsen at indikere at en dialogisk interaktion har potentiale til at stimulere ægte engageret dialog. Undersøgelsen indikerer også at en ikke-dialogisk interaktion har dette potentiale, men samtidig at de få situationer hvor dette er tilfældet, synes at være undtagelser. I langt størstedelen af de interaktioner hvor formidleren er ikke-dialogisk, fører interaktionen *ikke* til ægte engageret dialog. Idet størstedelen af formidlers interaktioner er ikke-dialogiske, synes undersøgelsen at indikere at det kan være vanskeligt for formidleren at udføre den dialogiske tilgang i praksis.

Perspektivering

Denne undersøgelse har ikke haft et fokus på integreringen af museumsbesøget i skolens aktiviteter. Adskillige studier peger på at skolebesøg på museer kræver forberedelse og efterbehandling for at kunne påvirke eleverne kognitivt (Rennie & McClafferty, 1995; Griffin & Symington, 1997; Griffin, 2004). Det vil derfor være interessant at undersøge i et fremtidigt forskningsprojekt hvordan besøgsdesign som det her beskrevet vil kunne integreres meningsfuldt i skolens aktiviteter.

Undersøgelsen viser at brugen af autentiske spørgsmål samt en dialogisk interaktion har potentiale til at skabe ægte engageret dialog under skolebesøg på museer og dermed en formodning om læring. Hermed tænkes undersøgelsen at kunne inspirere formidlingsafdelinger og skoletjenester på museer i deres interaktion med både gymnasieklasser, som er målgruppen i denne undersøgelse, og folkeskoler. Desuden kunne gymnasie-, folkeskole- og andre lærere lade sig inspirere i forhold til selv at varetage undervisningen af deres elever på et museum fx ved at udvikle arbejdsark med autentiske spørgsmål samt interagere dialogisk med eleverne. Lærere kunne også lade sig inspirere i forhold til undervisningen i klasserummet idet nylige europæiske rapporter, som tidligere nævnt, entydigt anbefaler elev-centrerede undervisningsformer frem for den traditionelle mere autoritære undervisningsform. I rapporterne nævnes overvejende "inquiry-" og problembaserede undervisningsformer, men en dialogisk undervisningsform er ligeledes elev-centreret samt står i modsætning til den traditionelle autoritære undervisningsform.

Ligeledes kan museumsformidlere og lærere lade sig inspirere af at undersøgelsen

viste at en ikke-dialogisk tilgang fra formidlerens side overvejende syntes at resultere i at elevernes engagement enten forblev proceduralt eller ændredes til et proceduralt engagement. Den dialogiske tilgang syntes derimod at stimulere en ægte engageret dialog. Dog er den dialogiske tilgang ikke let, og undersøgelsen kunne indikere at det kræver længere tids træning at komme til at mestre en dialogisk interaktion end tilfældet har været i denne undersøgelse hvor træningen har bestået i læsning af en tekst samt en samtale om denne.

Med hensyn til udvikling af spørgsmål viser undersøgelsen at det er vanskeligt at udvikle spørgsmål der virkelig er autentiske eller kvasiautentiske, samt stimulere en ægte engageret dialog. Det synes vigtigt at spørgsmålene vækker undren, nysgerrighed og udfordring hos målgruppen samt er sammenfaldende med deres forhåndsinteresser. Undersøgelsen viser at det er vigtigt at spørgsmålene testes og justeres flere gange før de kan regnes for et godt design. Det er en fejl at tro at spørgsmål kan implementeres med et godt resultat uden videre hvis de ikke er testet og justeret flere gange.

Referencer

- Anderson, L.W. & Krathwohl, D.R. (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: a revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. New York: Longman.
- Axelsson, B. (1997). *Science centers med elevers och lärares ögon: En observations- och intervjustudie kring kunskaper, attityder och undervisning*. Uppsala, Sverige: Pedagogiska institutionen, Uppsala Universitet.
- Bakhtin, M. (1981). *The dialogic imagination (Michael Holquist, Ed. and Caryl Emerson and Michael Holquist, Trans.)*. Austin: University of Texas Press.
- Bamberger, Y. & Tal, T. (2007). Learning in a Personal Context: Levels of Choice in a Free Choice Learning Environment in Science and Natural History Museums. *Science Education*, 91, s. 75-95.
- Cox-Petersen, A.M., Marsh, D.D., Kisiel, J.F. & Melber, L.H. (2003). Investigation of guided school tours, student learning, and science reform recommendations at a museum of natural history. *Journal of Research in Science Teaching*, 40, s. 200-218.
- Deci, E.L. & Ryan, R.M. (2002). *Handbook of Self-Determination research*. Rochester: Rochester University Press.
- Dolin, J. (2003). *Fysikfaget i forandring: læring og undervisning i fysik i gymnasiet med fokus på dialogiske processer, autenticitet og kompetenceudvikling*. Doctoral Dissertation. IMFUFA, Roskilde Universitetscenter, Roskilde.
- Dysthe, O. (1995). *Det flerstemmige klasserommet. Skrivning og samtale for å lære*. Oslo: Ad Notam Gyldendal.
- European Commission. (2007). *Science education now: A renewed pedagogy for the future of Europe*. Brussels: European Commission, Directorate-General for Research.

- Eurydice. (2006). *Science teaching in schools in Europe: Policies and research* Brussels: European Unit.
- Griffin, J. (2004). Research on students and museums: looking more closely at the students in school groups. *Science Education*, 88, s. 59-70.
- Griffin, J. & Symington, D. (1997). Moving from task-oriented to learning-oriented strategies on school excursions to museums. *Science Education*, 81, s. 763-779.
- Hidi, S. (1990). Interest and its contribution as a mental resource for learning. *Review of Educational Research*, 60, s. 549-571.
- Illeris, K. (2001). *Læring – aktuel læringsteori i spændingsfeltet mellem Piaget, Freud og Marx*. (1. udgave). Roskilde Universitetsforlag.
- Kisiel, J.F. (2003). Teachers, museums and worksheets: a closer look at a learning experience. *Journal of Science Teacher Education*, 14, s. 3-21.
- Lemke, J.L. (1990). *Talking science*. Norwood, NJ: Ablex Publishing Corporation.
- Mortensen, M.F. (2008). Kan opgaveark bygge bro mellem museum og skole? *MONA*, 2008(1), s. 46-60.
- Osborne, J. & Dillon, J. (2008). *Science education in Europe: Critical reflection*. King's College London: A Report to the Nuffield Foundation.
- Quistgaard, N. (2006). Oplevelsen og udbyttet af skolebesøg på teknik- og naturvidenskabscenter. *MONA*, 2006(1), s. 23-40.
- Rennie, L.J. & McClafferty, T.P. (1995). Using visits to interactive science and technology centers, museums, aquaria, and zoos to promote learning in science. *Journal of Science Teacher Education*, 6, s. 175-185.
- Tal, T. & Morag, O. (2007). School Visits to Natural History Museums: Teaching or Enriching? *Journal of Research in Science Teaching*, 44, s. 747-769.
- Tran, L.U. & King, H. (2007). The Professionalization of Museum Educators: The Case in Science Museums. *Museum Management and Curatorship*, 22, s. 131-149.

Abstract

The article describes a research project that investigated the impact on upper secondary students of a visit design for a museum visit, consisting of worksheets with authentic questions in combination with a dialogical approach by a museum educator. The goal of the design was to foster dialogue and substantial engagement. 65 students' interaction with the design was audio-recorded and investigated. Results showed that authentic questions had great potential; especially the questions that stimulated wonder, curiosity, and had high cognitive levels, and centred on the students' prior interests. The investigation also showed that the museum educators' approach was most successful in fostering dialogue and substantial engagement when being pronouncedly dialogical and student centred.

Aktuel analyse

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

Gymnasiereformen – 5 år efter



Carsten Claussen,
Tornbjerg Gymnasium

Abstract. Fem år efter en omfattende reform af de gymnasiale uddannelser giver artiklen en lidt personligt præget status over fagene matematik, fysik og kemi i det almene gymnasium (stx). Gennemgående har fagene klaret sig godt i forandringerne, men der er på en lang række områder plads til og behov for forbedringer. Endnu større udfordringer venter imidlertid hele uddannelsessystemet.

Gymnasiereform 2005

I 2005 gennemførtes den største reform af gymnasiet i næsten hundrede år. Alle fire gymnasiale uddannelser fik et nyt og mere fælles lovgrundlag, og alle fagene blev nybeskrevet. De treårige gymnasiale uddannelser (hhx, htx, stx) blev alle delt i et halvårligt grundforløb og et 2½-årigt studieretningsforløb hvor eleverne i en klasse undervises sammen i langt de fleste fag. Samtidig er flerfagligheden sat i system så der er et organiseret samspil mellem fagene i studieområdet (hhx, htx) henholdsvis almen studieforberedelse (stx). Alle læreplaner bygger på målbeskrivelser hvor det faglige indhold er udvalgt så det bedst muligt understøtter arbejdet med at opfylde målene. Tidligere tiders stærke fiksering på et bestemt pensum er nu afløst af beskrivelser og prøveformer der i højere grad lægger vægt på hvad eleverne kan på basis af deres faglige viden.

I denne artikel vil jeg prøve at gøre en slags status for fagene matematik, fysik og kemi i det almene gymnasium (stx) som de ser ud fra et rektorkontor på et middelstort bygymnasium. Det er, som meget andet der skrives om undervisning, et partsindlæg fordi det uvilkårligt bærer præg af at jeg har en fortid som fagkonsulent for fysik i stx i reformperioden og dermed et stort ansvar for det fags nuværende udformning. Status inddrager også et udsnit af de mere end 40 eksterne evalueringsrapporter om forskellige aspekter af reformen som Undervisningsministeriet har offentliggjort.

Den reformerede studentereksamen

Skiftet fra valggymnasiet med dets opdeling i en matematisk og en sproglig linje til et studieretningsgymnasium har medført en ændring i de "hårde" naturvidenskabelige fags placering. Før reformen havde eleverne på matematisk linje matematik og fysik på mindst B-niveau og kemi på mindst C-niveau. På sproglig linje havde eleverne et naturfag som kombinerede matematik på C-niveau med fysik og kemi i samlet omfang svarende til et C-niveau.

Efter reformen fastlægger det enkelte gymnasium sit eget udbud af studieretninger inden for visse rammer, og det har betydet en større bredde i udbuddene af fagkombinationer. Nu skal alle elever have matematik og fysik på mindst C-niveau. De skal desuden have yderligere to naturvidenskabelige fag på C-niveau, men ikke nødvendigvis kemi, og som hovedregel skal et af naturfagene løftes til B-niveau. Hertil kommer et introducerende naturvidenskabeligt grundforløb med et omfang lidt mindre end et fag på C-niveau.

Et af målene med reformen af stx var at styrke naturvidenskab. På den almindelige side er det i en vis udstrækning sket gennem samarbejdet i almen studieforberedelse hvor naturvidenskab har haft en central placering i en del af de forløb som er gennemført ude på skolerne og ikke mindst i de afsluttende prøver. Elevernes valg af studieretning har betydning for deres studiekompetence. Her er andelen af studenter med matematik A i kombination med fysik og kemi på mindst B-niveau steget fra 14 % i 2007 til 25 % i 2009 (Bech & Behrens, 2010). Bag disse tal gemmer sig en vækst i især fagkombinationer med matematik A, kemi B og fysik på enten A- eller B-niveau. Samtidig er forskellen mellem drenges og pigers valg blev endnu mere markant så der er kommet forholdsvis flere drenge i disse studieretninger.

For de enkelte fag er der væsentlige ændringer i fordelingen af eleverne på fagenes forskellige niveauer. I matematik er der færre elever med matematik A mens der er kommet en del flere elever med matematik B, måske fordi det er et adgangskrav for flere uddannelser end tidligere, og fordi det populære samfundsfag A forudsætter matematik på mindst B-niveau. For kemi er der samlet set tale om en mindre tilbagegang i det samlede antal elever, især på A- og C-niveau. For fysik er der tale om en væsentlig tilbagegang på B-niveau der især er forbundet med at det tidligere var det obligatoriske niveau for alle elever på matematisk linje. Antallet af elever på fysik A er lidt mindre end tidligere.

Kombinationen af matematik A med fysik og kemi på mindst B-niveau er fra 2008 adgangsgivende til stort set alle videregående uddannelser inden for naturvidenskab, sundhed og teknik. Før reformen lå denne andel stabilt i en årrække omkring 14-15 %, og efter reformen er der således flere studenter med direkte adgang til studierne på disse områder. Imidlertid er der grund til at bemærke at en matematisk student med matematik A (højt niveau) tidligere kunne opnå den nævnte adgangsgivende

fagkombination gennem et suppleringskursus i kemi i løbet af sommerferien. Den baggrund havde mere end 80 % af alle studenter fra matematisk linje, og dermed var der tidligere åbent for adgang til disse uddannelser for rundt regnet dobbelt så mange studenter som i dag. Det er derfor glædeligt at der på det seneste er vækst i antallet af studerende som søger de teknisk-naturvidenskabelige uddannelser, selvom der fortsat ikke er nær nok i forhold til den forventede efterspørgsel på kandidater på disse områder.

Naturvidenskabeligt grundforløb

Det naturvidenskabelige grundforløb er elevernes introduktion til det naturvidenskabelige fagområde. Oprindeligt var det tanken at dette forløb skulle sikre at alle elever stiftede bekendtskab med de fire naturfag, biologi, fysik, kemi og naturgeografi, hvorfor lærere med alle fire faglige kompetencer indgik i klassens lærergruppe. Gennem de systematiske justeringer af reformen og fagene er fokus nu skiftet til mere generelle naturvidenskabelige kompetencer. Det er et fornuftigt skift som har gjort det nemmere at tilrettelægge undervisningen, og eleverne får et mere sammenhængende forløb. Efterhånden er der på skolerne udviklet gode forløb som introducerer eleverne fint til naturvidenskabelige metoder, herunder laboratoriearbejde med indsamling og bearbejdning af data. Det oplagte samarbejde med matematik som alle elever har sideløbende, er endnu ikke velfungerende selvom det er oplagt for begge parter. Men mon ikke det nok skal komme? Et lidt større problem er at sikre overføringsværdien af det eleverne arbejder med i naturvidenskabeligt grundforløb. Det kræver at der i endnu højere grad end tidligere sikres en konsensus blandt skolens naturfagslærere om de grundlæggende rammer for undervisningen i naturfagene hvor udgangspunktet bør være centrale kompetencer snarere end et bestemt fagligt indhold.

Kemi

Faget kemi er nok det af de naturvidenskabelige fag som undergik de mindste forandringer ved reformen. Der blev gennemført en række nødvendige tilpasninger af indholdet under hensyntagen til de overordnede intentioner og langt hen ad vejen på fagets egne præmisser. Den interne faglige debat har været begrænset og især koncentreret om hvordan man bedst muligt bevarer fagets stærke faglige profil i de forskellige flerfaglige sammenhænge undervisningen kræver.

Fysik

Fysik fik med reformen en særlig rolle som det obligatoriske naturvidenskabelige fag for alle, primært i form af et nyt fysik C. Undervisningen her skal være bredt, tematisk tilrettelagt og med vægten på fagets almindelige sider, både i mål og indhold. Der har gennemgående været tilfredshed med disse rammer fra elever og lærere selvom der især i starten var en vis diskussion om matematiks rolle i forhold til fysikundervisningen. Hensigten var at bringe fysikken i fokus og mindske betydningen af formelle argumenter og formelmanipulation. Det ser ud til at det er ved at være lykkedes, og man har fundet en fornuftig inddragelse af matematik som varierer mellem holdene alt efter deres matematiske forudsætninger. Det mest omdiskuterede ved fysik C var prøveformen som gav eksaminanderne 24 timers forberedelse til behandling af et nærmere afgrænset emne. Ved den mundtlige prøve skal eksaminanden lægge for med et selvstændigt oplæg (på ca. 6 minutter) der efterfølges af en faglig samtale. I samtalen inddrages et bilag i form af billeder, grafer, data eller lignende som er velegnet til at perspektivere det trukne emne. Mange mente at især den lange forberedelsestid kombineret med oplægget indbygger sociale skævheder i prøveformen fordi den heldigt stillede kan få afgørende hjælp i forberedelsestiden, måske endda købe sig til et færdigt oplæg. Erfaringerne har imidlertid vist at eksaminator og censor i dialogen med eksaminanden nemt kan sikre sig at eksaminanden faktisk har tilegnet sig den viden og de kompetencer som berøres i oplægget. Det største problem er nok snarere om denne prøveform tillader eleverne at udskyde tilegnelsen af det faglige stof til læseferien, hvor de så kan nøjes med at arbejde med det emne de faktisk skal prøves i. Det kan man kun sikre sig imod ved at opgaverne til den mundtlige prøve gøres brede, og gennem eksplicit inddragelse af andre stofområder i den faglige samtale.

Undervisningen i fysik B og fysik A har i modsætning til fysik C stor vægt på kombinationen af det almindelige og det studieforbereende. På indholdssiden er der på B-niveau kun tale om mindre tilpasninger af indholdet, og fagets bredde og dybde blev bevaret. Derimod blev der på A-niveau lagt op til en større ændring fordi der fra overordnet side var en klar besked om at faget skulle slankes. Området elektromagnetisme, som i mange år har været et rudiment, gled ud. Det førte til lange debatter, og da et internationalt evalueringspanel også pegede på dette som et problem, er området med den seneste justering igen en del af kernestoffet, men nu i en mere helstøbt version end før reformen. De faglige mål sætter fokus på det eksperimentelle, modeldannelse og formidling. Det ser ud til at eleverne kan opfylde dem på fornuftig vis, og de burde give dem gode kompetencer som er værdifulde i videregående uddannelser uanset om de er fysiktunge eller ej.

I forbindelse med reformen blev det ofte diskuteret om det faglige niveau kunne bevares. Det er i sagens natur en vanskelig størrelse at måle, men der er indikatorer

på nogle områder hvor der er sket ændringer. Omfanget af det skriftlige arbejde i fysik er reduceret væsentligt i forhold til tiden før reformen. Den samlede elevtid (på B- henholdsvis A-niveau) er væsentlig mindre, og det har klart betydet at opgavedimensionen på især B-niveau er blevet svækket. Når de skriftlige prøver i fysik stadigvæk er velfungerende og lever op til karakterskalaens formelle karakterfordeling, skyldes det især at opgavekommissionen har været god til at tage bestik af elevernes kompetencer og tilpasse opgaverne. Der er ikke helt så mange, lidt spidsfindige og længere opgaver og lignende.

En nyskabelse er et tvungent samarbejde ud af huset som skal vise elever med fysik på B- eller A-niveau hvilken rolle fysik spiller uden for skolen. Det kan være et samarbejde med en produktionsvirksomhed eller en forskningsinstitution, og det behøver ikke at indebære et besøg på virksomheden. Tilsyneladende er det indtil videre samarbejdet med universiteterne som har været i fokus, men forhåbentlig kommer produktionen også med. Erfaringerne viser at et sådant samarbejde for mange elever kan være med til at åbne øjnene for de mange spændende jobmuligheder der ligger her.

Prøveformen på B- og A-niveau er også ændret i forhold til tidligere idet prøven nu er en kombination af arbejde i laboratoriet og en traditionel mundtlig prøve. Overordnet set har det været en stor forbedring idet elevernes konkrete arbejde i laboratoriet er langt bedre til at vise deres eksperimentelle kompetencer end tidligere tiders mundtlige beretninger om laboratoriearbejdet. I den mundtlige prøve er det også lykkedes i begrænset omfang at inddrage ukendt materiale i form af et bilag som skal sikre perspektivering af det faglige stof.

Matematik

Med reformen er matematik blevet et obligatorisk fag på mindst C-niveau. Matematik C, som følges af ganske mange elever, er meget brugsorienteret i sin tilgang til stoffet med en række standardmodeller som grundlag. Det er på mange måder fornuftigt, men måske savnes der et naturligt arbejdsfelt i form af en række fag der anvender de forskellige matematiske modeller sideløbende med matematikundervisningen. Det ville styrke elevernes oplevelse af fagets og modellernes relevans. Faget har en skriftlig dimension som understøtter arbejdet med de forskellige emner, men den afsluttende prøve er mundtlig. En del af det skriftlige arbejde har form af emne- eller projektforsøg hvor eleverne typisk selv omsummerer et fagligt område og løser opgaver i tilknytning hertil. Det er en god forberedelse til en mundtlig prøve.

På B- og A-niveau er der sket visse ændringer i indholdet, så B-niveauet omfatter både differential- og integralregning, fortrinsvis for elementære funktioner (potens-, polynomiums- og eksponentialfunktioner, men ikke trigonometriske funktioner) samt statistik. Sandsynlighedsregning, vektorregning og differentiaalligninger er placeret

på A-niveauet. Matematiske modeller står centralt i arbejdet på begge niveauer, og det giver fine åbninger for samarbejdet med andre fag.

Den valgte fordeling af stoffet sikrer en god intern sammenhæng i matematikundervisningen, men er ikke nødvendigvis den mest hensigtsmæssige fordeling for fag som fysik der bruger væsentlige dele af matematikken. Men i Danmark er traditionen at matematik kan leve sit eget liv.

Efter mange år med forsøgsarbejde valgte man med reformen at inddrage CAS-værktøjer centralt i beskrivelsen af de faglige metoder på B- og A-niveau. I starten var det ofte i form af avancerede lommeregner, men efterhånden bliver det snarere i form af pc-programmer. Der bruges i undervisningen ganske megen tid på at sikre at eleverne har fået rutine i at beherske disse værktøjer og kan løse mange forskellige typer opgaver med dem. Det har gjort anvendelsen af matematikken nemmere og harmonerer godt med at der i læreplanerne er lagt stor vægt på modeldannelse. Men prisen har for mange elever været at den traditionelle matematiske faglighed er nedprioriteret. Den interne faglige argumentation og fagets deduktive opbygning står svagere end godt er. Selv elever i midtergruppen mestrer ikke med sikkerhed simple manipulationer af formeludtryk uden brug af deres CAS-værktøj. Det kan ikke undgå at give dem problemer hvis de ønsker at læse videre inden for matematiktunge uddannelser.

Nærmeste udviklingszone

I tiden siden 2005 har skolerne brugt mange kræfter på at implementere gymnasireformen, i første række på at få det flerfaglige samarbejde inden for rammen almen studieforberedelse til at fungere. Omfanget og karakteren af dette samarbejde er justeret flere gange undervejs, og der ser nu ud til at være udviklet en brugbar og holdbar beskrivelse. Vægten lægges på at se fagene som karakteristiske bidrag til at forstå komplekse problemstillinger, og fagenes og fakulteternes overordnede metoder og tilgange er centrale.

Fremover er der behov for at øge indsatsen for at få studieretnings samarbejdet til at fungere. I virkeligheden var det her vi burde være startet, men det har der hidtil kun i begrænset omfang været overskud til. Nu arbejder skolerne med tydeligere at profilere de enkelte studieretninger så det bliver klart for eleverne hvad de tilvælger og fravælger med de enkelte pakker. Studieretninger med matematik, fysik og kemi har altid haft en god tradition for samarbejde i form af koordination af fagenes indhold, men der er mange flere muligheder for integration af fagene som bør udnyttes. Samtidig vil de videregående uddannelser med stor fordel kunne inddrages som materialeleverandør og kilde til projekter og problemstillinger der kun kan behandles i et samarbejde mellem disse tre fag.

Der er fra centralt hold også sat et skærpet fokus på skriftligheden og især progressionen gennem det treårige forløb endende med studieretningsprojektet og den afsluttende synopsis i almen studieforberedelse. Matematik, fysik og kemi har en solid faglig tradition for den faginterne, skriftlige kommunikation i forbindelse med opgaveløsning som i disse år på det gymnasiale område udvikles gennem et øget fokus på den faglige argumentation. Men der er fortsat behov for udvikling af den naturfaglige rapport som genre og mere generelt den faglige kommunikation ud af fagene.

Fagenes evalueringskultur trænger også til et serviceeftersyn. Matematik, fysik og kemi har tidligere været orienteret mod en rigtig/forkert-tilgang hvor der blot blev sat "hak" ved det rigtige og en rød streg under det forkerte. Mange fejl blev gentaget opgavesæt efter opgavesæt uden nogen læring hos eleverne og til stor frustration for lærerne. Nu skal eleverne opnå et fornuftigt fagligt niveau ved hjælp af færre opgavesæt, og der er derfor behov for at sikre elevernes opmærksomhed og skærpe deres læring hvis fejl skal fjernes, og argumenter skærpes. Det kræver at vi udvikler den fremadrettede, formative evaluering med fokus på hvor eleverne med fordel kan sætte ind i næste omgang.

Mange af disse udviklingsopgaver kan med fordel styrkes af et samarbejde mellem de gymnasiale og de videregående uddannelser hvor ikke mindst de tilbageværende didaktikere kan spille en væsentlig rolle. Måske skal vi genopfinde de undervisningskommissioner som tidligere spillede en væsentlig rolle ved forberedelsen af større reformer. Det vil sikre en bedre sammentænkning af uddannelserne end der har været gennem de seneste 20 år hvor reformer og justeringer har fundet sted på hvert uddannelsestrin for sig.

Lærermangel truer

Der har gennem de seneste år været mangel på gymnasielærere inden for fagene matematik, fysik og kemi, mest udtalt for de første to fags vedkommende. Først hørte man om manglen på ansøgere til nye stillinger fra gymnasier uden for de større byområder, og nu på det seneste mangler der også nye lærere i universitetsbyerne. En større undersøgelse af udbud og efterspørgsel er gennemført i foråret 2010 af Gymnasieskolernes Rektorforening sammen med Gymnasieskolernes Lærerforening og Danske Universiteter (Gymnasieskolernes Rektorforening et al., 2010). Undersøgelsens resultater er alarmerende. Allerede i indeværende år forudses der en betydelig mangel på nye lærere med især fagene matematik og fysik. I de nærmeste år kan den samlede kandidatproduktion højst dække en mindre del af behovet, og hertil kommer at mange kandidater vælger helt andre beskæftigelsesområder end gymnasielærerjobbet. En omskoling af ledige civilingeniører er igangsat, men det vil kun kunne dække en min-

dre del af behovet, og når konjunkturerne i industrien vender, forsvinder en væsentlig del af disse ledige. Omskoling af erfarne folkeskolelærere er også foreslået, men det er ingen holdbar løsning da der også dér er mangel på kvalificerede lærere inden for de samme fag. Medmindre mange af de ældre lærere bliver væsentlig længere end forventet, vil der om få år være behov for en anden tilrettelæggelse af undervisningen, måske i form af storholdsdrift eller forelæsninger. Der er simpelthen ikke lærere nok til at gennemføre undervisningen som den sker i dag.

Referencer

Undervisningsministeriets evalueringsrapporter er tilgængelige på adressen: [www.uvm.dk/Uddannelse/Gymnasiale %20uddannelser/Om %20gymnasiale %20uddannelser/Politiske %20oplaeg %20og %20aftaler/Gymnasireformen/Evaluering.aspx](http://www.uvm.dk/Uddannelse/Gymnasiale%20uddannelser/Om%20gymnasiale%20uddannelser/Politiske%20oplaeg%20og%20aftaler/Gymnasireformen/Evaluering.aspx).

Bech, H. & Behrens, K. (2010). *Studenternes fagvalg 2005-2009*. UniC Statistik og Analyse. Lokaliseret den 20. juli 2010 på: www.uvm.dk/~media/Files/Stat/Gym/PDF10/210505_Fagvalg_2005-2009.ashx.

Gymnasieskolernes Rektorforening et al. (2010). *Gymnasielærere – udbud og efterspørgsel i udvalgte fag nu og fremover*. Lokaliseret den 20. juli 2010 på: [http://files.zite3.com/data/files/246/1010/0/Laerermangel %20i %20gymnasiet %20marts2010.pdf](http://files.zite3.com/data/files/246/1010/0/Laerermangel%20i%20gymnasiet%20marts2010.pdf).

Abstract

Five years after a major reform of Danish upper secondary education, this article gives a somewhat personal review of the present status of mathematics, physics, and chemistry in the Danish gymnasium (stx). Overall, these three subjects have fared well in the process of reform, but there are a number of areas where improvements could and should be made. The most serious challenge, however, is a serious lack of teachers now and in the future.

Kommentarer

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

Det drilske kulturbegreb

– og dets metodologiske konsekvenser



Lilli Zeuner, Institut for
Filosofi, Pædagogik
og Religionsstudier,
Syddansk Universitet

Kommentar til artiklen "Læreres vilkår for at udvikle en naturfaglig kultur omkring natur/teknik" af Martin Krabbe Sillasen, Søren Chr. Sørensen og Paola Valero i MONA, 2010(2)

Kulturbegrebet er blevet forbundet med mange fænomener, og definitionsmulighederne synes uendelige. Det er tilsyneladende et af de områder hvor enhver forsker frit kan definere sin forståelse af et fænomen. Og alligevel er der nogle gennemgående træk. Kulturen bliver opfattet som noget varigt og solidt – noget vi kan læne os op ad – i vores tænkning og adfærd og noget der kan påvirke os og bane vejen for vores personlige udvikling. Max Weber så kulturen som noget der giver os mening i tilværelsen. Hos Émile Durkheim er kulturen et fænomen der skaber system i vores adfærd. Og Georg Simmel så kulturen som det der sætter livet på form. Kulturen skabes af mennesker, og den påvirker mennesker. Uden kultur ville vi være ilde stedt.

Når vi nu er helt afhængige af kulturen, hvorfor kan vi så ikke få den sat på begreb og i fællesskab finde ud af hvad vi skal forstå ved kultur? Det skyldes muligvis kulturens væsen. Den ændrer sig hele tiden fordi livet ændrer sig. Livet bider formerne i haserne, som Simmel udtrykker det. Når livet ændrer sig, så ændrer også kulturen sig, og vores idé om kultur må ligeledes ændre sig.

Spørgsmålet er så hvor livet og dermed kulturen bevæger sig hen, og hvilket begreb om kultur der synes mest relevant lige nu. Hvis vi skal tro Sillasen et al., så skal vi have fokus på den fagkultur der hersker blandt de lærere som skal uddanne og forme den unge generation. Mere præcist sættes der i artiklen "Lærernes mulighed for at udvikle en naturfaglig kultur omkring natur/teknik" i *MONA, 2010(2)*, fokus på en naturfaglig kultur blandt natur/teknik-lærerne i den danske folkeskole. Denne vinkel på kulturen er for så vidt helt klassisk. Vi taler om hvordan de voksne generationer kan være med til at forme og danne de opvoksende generationer. Kulturen skal overføres til hver ny generation.

Det overraskende ved artiklens angrebsvinkel er at eleverne stort set er fraværende. Der tales udelukkende om lærerne og til en vis grad om skoleledelsen. Fokus er på lærernes holdninger og oplevelse af ledelsens prioriteringer. Hvor vi kunne ønske os at få belyst overførslen af den naturvidenskabelige kultur til eleverne som en subjekt-objekt-relation, får vi i stedet lærernes formning af en objektiv kultur som kan påvirke den enkelte lærer. Subjekt-objekt-relationen bliver altså en lærer til lærer-relation. Forfatterne skriver i konklusionen: "På den ene side er kulturen en kollektiv størrelse som lærere igennem deres agering i skolen er med til at udvikle over tid. På den anden side påvirker kulturen den enkelte lærers agering og opfattelse af sin egen praksis". Vi bevæger os altså inden for lærernes egen verden.

Vi savner også et blik ind i den kultur som skal formidles til den unge generation, nemlig den naturfaglige tænkning. Hvad betyder denne tænkning for lærernes samarbejde og for deres arbejde med eleverne? Det er vel ikke ligegyldigt om man har fokus på sprog, samfundsvidenskab eller naturvidenskab. Sætter det naturvidenskabelige vidensideal sig igennem i den måde lærerne agerer og tænker på? Er der nogle særegne træk i den naturvidenskabelige undervisning som er med til at tegne den naturfaglige kultur?

En åbning i forhold til det lukkede lærerperspektiv finder vi dog, nemlig åbningen mod lærernes opfattelse af ledelsens forvaltning af sit arbejde. Her opfattes kulturen som værende en dialog mellem lærere og ledelsen eller måske snarere som et kausalt forhold hvor ledelsen baner vejen for lærernes arbejde. På dette ene punkt brydes den selvreferentielle tænkning i artiklen. Ledelsen har mulighed for at påvirke den naturfaglige kultur og dermed lærernes undervisning.

Kulturen er i artiklen blevet undersøgt ved hjælp af en survey blandt ca. 60 lærere inden for natur/teknik-faget i folkeskolen. Af de udsendte 81 skemaer blev 63 returneret, og af disse var de tre kun delvist udfyldte. Man må vel nærmest sige at der er tale om en mini-survey. Det kan der være gode grunde til, fx at undersøgelsen er bundet til et praktisk udviklingsprojekt der tager udgangspunkt i Naturvidenskabernes Hus i Bjerringbro og gennemføres som et lokalt projekt i en række midtjyske kommuner. Og det afgørende er da også at vi får antydning af nogle relevante sammenhænge og strukturer i lærernes arbejde.

Det viser sig at lærernes holdninger på visse områder afviger fra de oplevede realiteter. Lærerne ønsker mere samarbejde med andre lærere inden for natur/teknik for derigennem at styrke undervisningens faglige elementer, men de oplever et samarbejde med andre grupper af faglærere således at det sociale element i undervisningen bliver styrket. Hvor de ønsker et samarbejde der kunne fremme den faglige udvikling hos eleverne, bliver de i praksis bundet til et samarbejde der fremmer den sociale udvikling hos eleverne. Ønsker og realiteter passer ikke sammen.

Et andet væsentligt resultat er at lærerne oplever at ledelsens prioritering af sam-

arbejde har en afgørende betydning for om lærerne selv opfatter samarbejdet som vigtigt for deres undervisning i natur/teknik. Ledelsens engagement har ifølge lærerne en betydning for om samarbejdet mellem lærerne bliver styrket. Det giver rum for at diskutere natur/teknik-undervisning i lærerteam. Her giver artiklen en belysning af lærernes syn på interaktionen mellem to væsentlige grupper i skoleverdenen.

I artiklens perspektivering er det da også ledelsen der kommer til at fremtræde som det problemløsende element. Det er skoleledelsen som skal skabe de gode vilkår for samarbejdet, og det er samarbejdet som skal generere den kultur som den enkelte lærer kan læne sig op ad. Ledelsen bliver opfattet som den agent der kan konstruere kollegialiteten og skabe øget samarbejde om fælles projekter blandt natur/teknik-lærerne.

Det fremgår af artiklen at der ud over den gennemførte survey er foretaget nogle kvalitative interviews. Resultaterne af disse interviews inddrages ikke i artiklen. Som læser efterlades man derfor med en følelse af en noget ensidig metodisk tilgang til studier af et kulturelt fænomen. En flerhed af metoder ville have gjort det muligt at iagttage samspillet mellem lærere og elever og samspillet mellem faget og den sociale interaktion mellem lærere og mellem lærere og elever. Et pædagogisk feltarbejde kunne have understøttet og suppleret spørgeskemaundersøgelsen. Observationer af undervisning kunne have sat fokus på hvorledes den naturvidenskabelige kultur bliver overført til eleverne, og hvilke udfordringer denne situation rejser. Elevinterviews kunne måske også have kastet lys over den kultiveringsproces som vel til syvende og sidst er formålet med lærernes samarbejde og ledernes ledelse.

Artiklen er primært forankret i tidligere empiriske undersøgelser af dansk naturfaglig kultur. Der er meget grundige referencer til den eksisterende danske forskning inden for den danske skoleverden. Specielt er der inddraget en række store undersøgelser fra Danmarks Pædagogiske Institut om natur/teknik-faget og natur/teknik-lærernes perspektiver på faget. Man kunne nok ønske sig et lidt bredere udsyn til en international referenceramme med hensyn til såvel det empiriske som det teoretiske arbejde. Hvordan arbejdes der i andre lande med disse problemstillinger?

Når det er sagt, må man sige at artiklen er et skridt på vejen til at udvikle viden om lærernes mulighed for at skabe bedre vilkår for den undervisning som skal sikre en naturvidenskabelig dannelse hos eleverne i folkeskolen. Her er lærerne, deres samarbejde og den pædagogiske ledelse naturligvis et helt afgørende element.

Fysik for alle



Brian Krog Christensen,
Silkeborg Gymnasium

Kommentar til artiklen "Varetagelsen af fysikfagets dannelsesaspekt i gymnasiet", MONA, 2010(2)

En række undersøgelser – blandt andet PISA 2006 og ROSE-undersøgelsen (Relevance of Science Education) – har gennem de senere år dokumenteret at begejstringen for naturfag blandt unge i den vestlige verden er behersket, og det gælder ikke mindst i de nordiske lande. I PISA 2006 er det eksempelvis undersøgt hvilken generel værdi unge tillægger naturvidenskab. Resultatet er at danske unge er de mest skeptiske, idet Danmark placerer sig som det sidste af de 57 deltagende lande (Egelund, 2007, s. 105).

En gruppe fremtrædende naturfagsdidaktikere har analyseret situationen for naturfagsundervisningen i EU-landene og har i rapporten *Science Education in Europe: Critical Reflections* præsenteret en række anbefalinger til hvorledes naturfagsundervisningen kan gøres mere relevant for unge mennesker. I rapporten står blandt andet:

Our view is that a science education for all can only be justified if it offers something of universal value for all rather than the minority who will become future scientists. For these reasons, the goal of science education must be, first and foremost, to offer an education that develops students' understanding both of the canon of scientific knowledge and of how science functions. (Osborne, 2008, s. 7)

[F]or the overwhelming majority, their experience of learning science in school will be an end-in-itself – a preparation for living in a society increasingly dominated by science and technology and not a preparation for future study. (Osborne, 2008, s. 21)

Ovenstående rummer en klar anbefaling af at naturfagsundervisning der er obligatorisk for en bred gruppe af unge, bør have en almendannende karakter. Med gymnasireformen af 2005 blev fysik det eneste naturvidenskabelige fag der er obligatorisk for alle stx-elever, og fysik C er således typisk faget som elever med mindst interesse for naturfagene vælger at nøjes med mht. fysikundervisning. Det er derfor særdeles relevant når der i formålsafsnittet i læreplanen for fysik C står:

Faget fysik giver på C-niveau eleverne en grundlæggende indsigt i naturvidenskabelige arbejdsmetoder og tænkemåder med vægt på almindannelsen. (Læreplan for fysik C, stx, juni 2008)

Læreplanerne for fysik på B- og A-niveau indeholder ikke en tilsvarende fremhævelse af begrebet almindannelse, hvilket afspejler at fysik C er tænkt som "Fysik for alle" mens fysik på B- og A-niveau har mere studieforberedende karakter.

Artiklen "Varetagelsen af fysikfagets dannelsesaspekt i gymnasiet" af Jonas Biørn (JB) belyser en central problemstilling i forhold til ovenstående. Det er tankevækkende at JB's undersøgelse indikerer at der tilsyneladende ikke eksisterer en undervisningspraksis hvor fysik C i højere grad end fysik på B- eller A-niveau præges af at have en almindannende karakter. Dog fremgår det af JB's artikel at fysiklærerne der har indgået i den bagvedliggende undersøgelse, ikke er blevet præsenteret for en definition eller præcisering af begrebet "almendannende fysikundervisning". Responsen fra lærerne viser at der eksisterer meget forskellige opfattelser af begrebet almindannelse. Det er eksempelvis tankevækkende at der ifølge JB er fysiklærere der finder begrebet dannelse/almendannelse forvrøvlet eller irrelevant samtidig med at de som lærere formidler med udgangspunkt i en læreplan der fremhæver almindannelse i formålet med faget. JB's artikel sætter dermed fokus på behovet for en højere grad af fælles forståelse for spørgsmålet:

Hvad skal vi forstå ved en almindannende fysikundervisning?

Svein Sjöberg bidrager således til en afdækning af begrebet almindannelse:

... visionen om, at skolen og skolens fag skal fremme dannelse eller være almindannende, går ud på, at skolen skal bidrage til elevernes udvikling til individer, der er i stand til at deltage på en selvstændig og reflekteret måde i vores demokratiske samfund. (Sjöberg, 2007, s. 43)

Bag begrebet (dannelse) ligger forestillingen om, at et menneske med dannelse er selvstændigt og autonomt, at det har en basis for at træffe egne afgørelser, at det har kontrol over eget liv, at det ikke lader sig manipulere, at det har en rig vifte af alsidige kundskaber og færdigheder osv. (Sjöberg, 2007, s. 43)

Naturvidenskabelig almindannelse handler således om at have viden om og forståelse af centrale naturvidenskabelige begreber, at have viden om hvordan man arbejder i naturvidenskab, og om samspillet mellem naturvidenskab og samfund. Man kan udfolde dette ved at pege på fire centrale aspekter af almindannelsen: det faglige

vidensaspekt, metodeaspektet, det historisk-filosofiske aspekt samt det teknologiske aspekt.

Det faglige vidensaspekt

Inden for det faglige vidensaspekt kan man skelne mellem to typer grundlæggende viden. Den ene type handler om at kende menneskenes bedste svar på en række fundamentale spørgsmål – som fx *Hvordan er strukturen i verdensrummet?* eller *Hvorfor skifter årstiderne?*. Svarene udgør en helt basal viden der måske ikke er specielt praktisk anvendelig, men som beriger den enkelte. En anden kategori af vidensaspektet er viden der er befordrende for en aktiv deltagelse i en demokratisk proces, fx viden om klimaproblematikken, viden om energiforsyning til samfundet osv. Det handler om at beskæftige sig med det Klafki betegner epoketyperiske nøgleproblemer.

Metodeaspektet

Metodeaspektet handler om indsigt i den samlede proces der fører til naturvidenskabelige erkendelser og forklaringer på naturfænomener, dels på det individuelle niveau, hvor man undres over noget i naturen, opstiller en hypotese, foretager empiriske undersøgelser og analyserer og konkluderer, dels på det overordnede niveau: at vide noget om hvordan det naturvidenskabelige samfund fungerer som helhed, hvor der er et internationalt kvalitetssikringssystem der er afgørende for at etablere den viden som senere anvendes til at træffe væsentlige samfundsmæssige beslutninger om fx at bygge et kernekraftværk.

Det historisk-filosofiske aspekt

Naturvidenskaben indtager selvfølgelig en væsentlig rolle i hele diskussionen omkring tro kontra viden, kreationisme kontra evolutionsteorien og teorien om big bang, og det er afgørende for den naturvidenskabelige dannelse at være bevidst om det aspekt og væsentligt for eleverne at de får indsigt i at naturvidenskaben er dannet gennem en historisk proces.

Det teknologiske aspekt

Det fjerde aspekt i naturvidenskabelig dannelse handler om viden om at den teknologiske udvikling sker i samspil med udviklingen af naturvidenskab. Ved at beskæftige sig med sammenhængen mellem naturvidenskab og teknologi kan man få indsigt i at naturvidenskaben i høj grad bidrager til at løse nogle af de største udfordringer mennesket står over for, omkring fødevarer, rent vand, energiforsyning, sygdoms-bekæmpelse mv.

Et eksemplarisk forløb

Læreplanen for fysik C lægger faktisk op til at man dækker ovennævnte aspekter af almindannelsen. Et længerevarende almindennende undervisningsforløb om klima i fysik C kunne blandt andet rumme følgende elementer (på absolut skitseform):

- Faglig introduktion til drivhuseffekt og Svensmarks solpletteori for klimavariation
- Introduktion af FN's bæredygtighedsbegreb
- Diskussion af avisartikler for og imod henholdsvis drivhuseffekt- og solpletthypotesen som forklaring på klimaforandringer
- Åbent forsøg: Hvor meget energi omsætter du i forbindelse med et brusebad, og hvor meget kan energiomsætningen reduceres?
- Udarbejdelse af klimahandlingsplan for klassen (hvad kan du selv gøre?)
- Introduktion til og diskussion af forskellige teknologier til vedvarende energiforsyning
- Samarbejde med dansk om analyse af Al Gore-filmen "En ubekvem sandhed".

Hensigten med et sådant forløb skulle være at give eleverne lyst og evne til at være med til at sætte dagsordenen i samfundsdebatten om bæredygtighed, klima osv. – jævnfør ønsket om at udvikle individer der er i stand til at deltage på en selvstændig og reflekteret måde i vores demokratiske samfund.

Men Sjöberg er kritisk i forhold til meget af den naturfagsundervisning der bedrives, idet han fremhæver at mange unge drives af at stille spørgsmål og søge svar gennem egne undersøgelser og ved en kritisk tilgang – og han fortsætter:

Denne drivkraft ligger jo nær opp til naturvitenskapens idealer og selvbilde, det er slike egenskaper, som er viktige i forskning og innovativ industri. Men fanger og tenner vi slikke ungdommer med dagens skole og utdanning? Er det slik de unge møter naturvitenskapen i sin skole og sine studier? Neppe – eller kanskje tvert i mot! Få fag er så preget av 'riktige svar' som naturfagene. I skole og i studier dreier disse fagene seg ofte om en sosialisering til å akseptere faglig autoritet – ikke til å tvile på den. (Sjöberg, 2000, s. 46)

Hvis vi skal undgå at leve op til det lidet positive billede af naturfagsundervisningen som Sjöberg tegner, og hvis de gode intentioner i læreplanen for fysik C skal implementeres og føre til en øget naturfaglig oplysthed, så er der brug for en udbredt debat om fysik og almindelse – og JB's artikel kan være et fint udgangspunkt for diskussionen!

Referencer

- Egelund, N. (red.). (2007). *PISA 2006 – Danske unge i en international sammenligning*. Danmarks Pædagogiske Universitetsforlag.
- Osborne, J. & Dillon, J. (2008). *Science Education in Europe: Critical Reflections*. Nuffield Foundation.
- Sjöberg, S. (2000). "Naturfag som almendannelse" i Uddannelsesstyrelsens temahæfteserie nr. 17, *Fysik og almendannelse*.
- Sjöberg, S. (2007). *Naturfag som almendannelse – En kritisk fagdidaktik*. Klim.

Super pædagogiske projekter – ikke for sjov



Linda Madsen, Ingeniørhøjskolen i København

Kommentar til "Robotteknologi og leg som arena for tværfagligt samarbejde" af Gunver Majgaard i MONA, 2010(2)

Artiklen er spækket med gode, veldokumenterede idéer til hvordan et tværinstitutionelt kursus kan skrues sammen til at bringe viden i spil for at skabe nye teknologiske løsninger – og oven i købet med interessante produkter in mente. Deltagerne i det tværinstitutionelle kursus er fra tre uddannelser: fra det tekniske område design-, produktions- og maskiningeniørstuderende, fra det pædagogiske område pædagog- og lærerstuderende og fra det sundhedsfaglige område ergo- og fysioterapeutstuderende. Indholdet af kurset har mange interessante elementer som peger frem mod at de studerende skal udvikle brugbare og nødvendige kompetencer til deres fremtidige professionelle liv. Som det nævnes i artiklen, får de en dyb forståelse af deres eget fagområde og forståelse af andre fagområder, og de skaber ny fælles tværfaglig viden og kontekst. Særlig interessant er forståelse af nødvendigheden af hvordan ens egen viden i konstellation med andre vidensområder kan skabe ny viden og kvaliteten – til forskel fra den isolerede viden som de studerende måtte have inden for deres eget fagområde i forsøget på løsning af en bestemt opgave. Den kreative platform indgår som centralt element i kursustilrettelæggelsen og vidner om at læringen er helt i højsædet i tilrettelæggelsen. Denne metode til idégenerering egner sig fortrinligt til fx ingeniøruddannelserne hvor et af målene for studieprojekterne er at skabe et teknisk produkt. Stor ros til hele konceptet.

Artiklen lægger vægt på at forklare hvordan kurset er designet, og på hvilket pædagogisk videnskabeligt fundament. Mine kommentarer går på realiseringen af nye pædagogiske tiltag som kurser som dette, særligt de kurser som indledningsvis er båret af ildsjæle og har været støttet af fonde, og som efterfølgende skal afholdes med de ressourcer og med den underviserstab som er til rådighed på uddannelsesinstitutionerne.

Tendensen er at mange velmenende pædagogiske projekter søsættes, men efterfølgende har en svær gang på jord. Ildsjælene driver det frem inden for deres eget uddannelsesområde i et afgrænset forløb, mange nikker til de gode idéer som burde udbredes til resten af uddannelsesinstitutionen, men der er hverken midler, vilje eller kompetencer til at implementere de nye metoder fuldt ud. Uden tvivl tager de involverede undervisere idéer med fra de pædagogiske projekter til deres efterfølgende undervisningspraksis – og så er meget jo nået.

Det er yderst omfattende og krævende at implementere nye pædagogiske koncepter til fulde – eller rettere sagt så de fører de gode intentioner med sig og ikke bare opnår at blive en engangsforestilling. Hvis målet er at udvikle nye kompetencer hos de studerende som ikke allerede er en del af studieordningen og del af læringsmål for kurserne, kræver det en storstilet indsats – totalt set en større kolbøtte. Det er flot hvis de involverede parter formår at holde vind i sejlene – og dermed vedvarende at skabe rum på uddannelsen for det nye kursus.

For at få kurser som fx "Robotteknologi og leg som arena for tværfagligt samarbejde" implementeret som en del af den konkrete uddannelse kræver det først og fremmest at banen bliver kridtet op for at skabe et enigt bagland, det vil sige hos ledelsen og de involverede undervisere. I dette tilfælde handler det endda om ledelser på tre forskellige uddannelsesinstitutioner samt underviserne på samme, hvilket ikke gør opgaven mindre. Afgørende er det indledningsvis at ledelsen bakker op om projektet ressourcemæssigt, dvs. tildeler den nødvendige tid til medarbejdere tilknyttet kurset – både koordinatore og undervisere som skal samarbejde med hinanden på og uden for institutionen. At skulle overbevise en ledelse om at flytte udgifter fra en post til et nyt pædagogisk projekt kræver ofte indledningsvis midler udefra til at bevise nytten af et nyt kursus med de omkostninger det måtte kræve. At realisere pædagogiske opgaver bliver på den måde en tung opgave at løfte, idet der oftest skal bruges mange ressourcer på at søge om eksterne midler. Uddannelsesinstitutionernes opgave er at levere undervisning af høj kvalitet, så det kan undre at en sådan omvej er nødvendig.

Kompetenceudvikling fra de involverede undervisere er et yderst centralt omdrejningspunkt i en proces med at tilvejebringe nye undervisningsmetoder og -forløb. Er underviserne åbne over for og motiverede til at indgå i et sådant forløb? Har de den nødvendige, anvendelige viden som skal facilitere de nye undervisningsmetoder, som fx Den Kreative Platform? Formår alle undervisere at omdanne pædagogisk teori til undervisningsforløb baseret på en tænkning som måske ligger langt fra deres måder at tænke undervisning på? Og hvad med viljen i det hele taget til at flytte sig fra en måske mangeårig måde at forvalte sit underviserjob på?

Grundige overvejelser og viden om den involverede undervisergruppe bør ligge til grund for tilbud om kompetenceudvikling som forberedelse til kurset. Den enkelte underviser skal føle sig parat og reelt set formå at tilrettelægge sin undervisning

således at den matcher intentioner og mål for hele kurset. Uddannelses tilbud i den forbindelse bør ligge som optakt til kursusafholdelsen, altså inden kurset faktisk bliver afholdt – måske endda i semestret før. Og hvilken studieleder kender til næste semesters fordeling af underviserressourcer et halvt år i forvejen?

Vigtig er også undervisernes evne til at samarbejde om at afvikle kurset, måske i kraft af roller som koordinatore. Det er krævende at få et forløb på 13 uger til at køre – man skal mødes og orientere hinanden og fra starten stikke retningslinjer ud for at skabe konsistens således at studerende oplever ro omkring de rammer som de i forvejen kan være usikre på.

Flere udfordringer kalder på en indsats: Ikke mindst skal også de studerende indstille sig på opgaven, dvs. forstå hvordan de skal agere under den uvante undervisningsform – nogle vil juble, andre vil vægre sig og skulle hjælpes på vej af kompetente undervisere. Der skal desuden tænkes i tid og sted for samarbejde imellem undervisere og studerende fra de deltagende institutioner i kursusforløbet, evt. med it-kommunikationsmuligheder og derudover it-support.

Mit håb til kurset er at det vil overleve i sin essentielle form, og det glæder mig at læse at idéen implementeres som en fast del af uddannelserne i fremtiden. Gavnligt ville det også være at det gode kursuskoncept finder vej videre til andre uddannelsessammenhænge som ikke er støttet med midler fra European Regional Development Fund eller andre fonde. Med andre ord hvordan det interessante koncept og idéerne derfra kan genanvendes på tværs af uddannelser fremover med de ressourcer og med den underviserstab som er til rådighed på uddannelsesinstitutionerne.

Til sidst vil jeg give et skulderklap til projektets ansvarlige og til ildsjæle som måtte have lyst til at kaste sig ud i lignende pædagogiske projekter.

Undervisningen må ikke nedprioriteres



Videnskabsminister
Charlotte Sahl-Madsen (Det
Konservative Folkeparti)

Kommentar til Frederik Voetmann Christiansens aktuelle analyse "Er forskningsfinansieringen blevet uddannelsernes værste fjende?", MONA, 2010(2)

Forskningsfinansieringen undergraver undervisningskvaliteten på universiteterne. Det hævder Frederik Voetmann Christiansen i et indlæg i *MONA* med den argumentation at bevillingssystemets sammensætning indvirker på universiteternes fordeling af stillingskategorierne adjunkt og postdoc, hvilket igen indvirker – negativt – på universiteternes prioritering af undervisningsaktiviteter.

Frederik Voetmann Christiansen mener at konkurrenceudsatte forskningsbevillinger kan være medvirkende til at universiteterne øger antallet af postdoc-ansættelser – og at en øget brug af stillingskategorien postdoc kan være med til at forrykke fokus væk fra undervisning og over til forskning.

Jeg vil gerne takke Frederik Voetmann Christiansen for at sætte fokus på undervisningskvaliteten og for at opfordre universitetsledelser og politikere til at overveje hvordan vi kan styrke rammevilkårene for universiteternes undervisningsaktiviteter.

Regeringen ønsker at de studerende skal tilbydes forskningsbaseret undervisning på højeste niveau. Og derfor skal undervisningskvalitet og en kontinuerlig udvikling af de didaktiske aspekter af undervisningen være et højt prioriteret område.

Vi skal have resultater af den fagdidaktiske forskning i spil i alle forelæsningsale, laboratorier og undervisningslokaler. Og underviserne – hvad enten det er professorer, lektorer, adjunkter, postdoc'er eller ph.d'er – skal have mulighed for at forberede deres undervisning og ikke mindst for at udvikle og opgradere deres undervisningskompetencer i hele deres karriereforløb.

Derfor er det også et problem hvis undervisere oplever at undervisningsaktiviteter nedprioriteres, eller at undervisningserfaring ikke er karrieremæssigt fremmende.

Jeg mener dog ikke at det er et korrekt billede der tegnes i Frederik Voetmann

Christiansens indlæg. Eller at ændringer af bevillingssystem og stillingsstrukturer i sig selv vil være en sikker metode til at opnå bedre undervisningskvalitet.

Undervisning i centrum – ikke på sidelinjen

Hvorfor skulle flere postdoc-ansættelser i sig selv forringe universiteternes muligheder for at prioritere kvalitetsudvikling af undervisningen?

Universiteternes kerneopgaver inkluderer *både* forskning og undervisning. Det er universiteterne selv der vælger hvem de ansætter, men de har en forpligtelse til at vælge den bedste ansøger til en given stilling. Derfor er det også uheldigt *hvis* der ved ansættelser generelt kun ses på ansøgerens forskningsresultater. Universitetsansatte skal også have stærke kompetencer inden for undervisning og vidensformidling. Og universiteterne har ansvaret for at sikre at dette er tilfældet.

I den sammenhæng er jeg i dialog med universiteterne om hvorvidt undervisningskompetencerne i højere grad kan sikres vægt i forbindelse med de varige ansættelser.

Den indholdsmæssige ramme for de stillingskategorier der kan benyttes for det videnskabelige personale ved universiteterne, fremgår af cirkulære om stillingsstrukturen for videnskabeligt personale ved universiteterne. Heri er et antal hovedstillinger der fordeler sig på adjunkt-, lektor- og professorniveau. I tråd med universitetets hovedopgaver omfatter alle hovedstillingerne både forskning og forskningsbaseret undervisning.

Postdoc-stillingen kom til i 2005 som afløser for forskningsstipendiaten. I modsætning til en adjunkt har en postdoc ikke krav på pædagogisk opkvalificering. Omvendt er en postdoc dog heller ikke udelukket fra at følge adjunktpædagogikum som Frederik Voetmann Christiansen beskriver det i sin artikel.

Universiteterne fastlægger selv den nærmere fordeling mellem de forskellige opgaver som de ansatte skal løse. Vægtningen mellem de forskellige opgaver kan variere over tid og fra ansat til ansat. Stillingsstrukturen er altså i sig selv ikke til hinder for at universitetet fx skemalægger det samme antal undervisningstimer for en adjunkt som for en postdoc.

Jeg ser dog gerne at de to stillinger i højere grad sidestilles ved en eventuel kommende revision af stillingsstrukturen. Den nuværende stillingsstruktur er blevet til efter drøftelser med Akademikernes Centralorganisation i forbindelse med fusionerne mellem sektorforskningsinstitutioner og universiteterne i 2007.

Afbalanceret bevillingssystem

Frederik Voetmann Christiansen mener at konkurrencen om forskningsmidlerne siden ca. 2005 har lagt et nyt pres på den enkelte forsker. Men gennem de seneste år har

der været relativt små udsving i forholdet 60/40 mellem universiteternes basismidler og den tilskudsfinansierede forskning på universiteterne. Og samtidig er de samlede offentlige forskningsbevillinger steget markant.

Ved evalueringen af universitetsloven i 2009 var der nedsat et uafhængigt internationalt ekspertpanel. Panelet anførte blandt andet at basismidlerne udgør et relativt stort beløb i forhold til de fleste andre europæiske lande, bl.a. vores skandinaviske naboer Norge og Sverige. Panelet fandt det vigtigt at sikre et afbalanceret finansieringssystem der omfatter en betydelig andel basismidler som stilles direkte til rådighed for universiteterne, men som også omfatter en stor del konkurrenceudsatte midler – nogle til “fri” forskning, andre til forskning på forud fastlagte politiske/strategiske forskningsområder.

Dermed giver panelet klar opbakning til regeringens politiske mål om et afbalanceret finansieringssystem.

Undervisningsforum

Det er naturligvis altid væsentligt med fokus på om de bagvedliggende mekanismer – for eksempel bevillingssystemet og stillingsstrukturen – gør det vanskeligt for universiteterne at prioritere deres kerneopgaver på en hensigtsmæssig måde. Ingen er interesseret i at vilkårene for undervisningen på universiteterne vanskeliggøres.

Men jeg er helt uenig når Frederik Voetmann Christiansen bl.a. skriver at det ikke er let at se hvad universiteterne kan gøre for at styrke undervisningen, andet end at lægge pres på politikerne for at få en ændring af den nuværende bevillingspraksis.

Der er adskillige gode eksempler på at universiteternes ledelser ønsker at prioritere undervisningsaktiviteterne. Christiansen nævner selv en række initiativer på Københavns Universitet, herunder undervisningsevaluering, universitetspædagogiske kurser til ph.d.-studerende og brug af undervisningsportfolier ved ansættelser.

Og det er væsentligt at vi opnår en generel styrkelse af universiteternes pædagogiske og didaktiske indsatser så vi også modarbejder opkomsten af kulturer hvor undervisning opleves som en belastning for de ansatte. Det indebærer bl.a. at vi skal styrke den fagdidaktiske forskning og vidensdelingen mellem de faglige miljøer.

Jeg vil som nævnt gerne i dialog med universiteterne om hvordan undervisning kan opprioriteres, herunder hvordan rammeforholdene evt. kan justeres. Derfor har jeg taget initiativ til at samle universiteternes ledelser, de ansvarlige politikere, forskere og undervisere til et undervisningsforum allerede i det tidlige efterår.

Fremover skal det være en årlig begivenhed med det formål at diskutere undervisningskvalitet og undervisningsudvikling. Har vi den viden og forskning der behøves for at kunne udvikle undervisningen på universiteterne? Hvordan anvender vi denne viden til fornyelse og udvikling af undervisningen? Er der tilstrækkelige muligheder

for vidensdeling og samarbejde om undervisningsudvikling? Hvordan styrker vi bedst undervisernes didaktiske kompetencer? Og hvordan sikrer vi at undervisningsindsatser også belønnes og meriteres?

Jeg ser frem til en fortsat dialog om og løbende fokus på undervisningskvalitet og undervisningsudvikling. Det er en helt afgørende indsats for at sikre de kommende kandidat-generationer en universitetsuddannelse der kvalitetsmæssigt er helt i top.

Basismidler til forskning er også afgørende for undervisningen



Rektor Jens Oddershede,
Syddansk Universitet,
formand for
Rektorkollegiet

Kommentar til artiklen "Er forskningsfinansieringen blevet uddannelsernes værste fjende?", MONA, 2010(2)

Frederik Voetmann Christiansen spørger i det sidste nummer af *MONA* om forskningsfinansieringen er blevet uddannelsernes værste fjende.

Det fremgår af artiklen at det ikke så meget er forskningsfinansiering i sig selv FVC finder problematisk, som den måde hvorpå midler til forskning bliver givet på – nemlig i stigende grad fra puljer, råd og programmer og ikke som basismidler til det enkelte universitet.

Undertegnede har med stor interesse læst FVC's velargumenterede artikel som rejser et par advarselstavler som mange både på universiteterne, i forskningsrådene og i den politiske verden kunne have gavn af at tage bestik af. Samtidig rummer artiklen imidlertid også en række udsagn som jeg faktisk finder ganske opmuntrende.

Men først til advarselserne: Det påpeges i artiklen at forholdsvis færre basismidler til forskning ikke kun er et problem for universiteternes mulighed for at planlægge og gennemføre en samlet strategi for forskningen og dermed for universitetets faglige udvikling. Flere forskningsmidler i konkurrence og færre som basismidler betyder også at universiteterne kan få svært ved at løfte deres ansvar både for forskernes karriereudvikling og for udbuddet af forskningsbaserede uddannelser fordi forholdsvis flere af de unge forskere ansættes som postdoc'er der primært skal forske for et bestemt projekt og ikke som adjunkter der både skal forske og undervise. I 2004 var kategorien postdoc næsten ukendt i Danmark og blev opgjort til 42,4 årsværk, hvorimod der var 1.075,4 årsværk i kategorien adjunkt. I 2009 var postdoc vokset til 1.386,2 årsværk, mens adjunktkategorien næsten var halveret og udgjorde 663,7 årsværk. Selvom adjunktansættelse i 2004 reelt ofte var en postdoc-ansættelse, så er den store relative forskyldning mellem de to ansættelseskategorier et klart faretegn i forhold til den forskningsbaserede uddannelse. (Kilde: opgørelse fra AC).

Det har altid været en udfordring for universiteterne og deres ledelser at alle dygtige forskere ved at de skal kunne klare sig i den internationale konkurrence på deres forskningsfelt. I den konkurrence tæller alene forskningsindsatsen som den afspejler sig i publikationer og konferencebidrag. I ansøgninger til nationale og internationale råd og programmer er det også alene forskningsproduktionen der bedømmes.

Ansvaret for at forskerne også får de nødvendige ressourcer – både i tid og i penge – til at være med til at udvikle gode, forskningsbaserede uddannelser og til at varetage undervisning, kommer dermed under pres. Både forskere og eksterne bevillingsgivere kan til tider opfatte kravet om at alle universitetets forskere skal medvirke til at løfte undervisningsopgaven, som et krav der dels gør det urimelig svært for den enkelte forsker at få fred til sin forskning, dels trækker fra omfanget af den forskning den eksterne bevillingsgiver forventer at få for sine penge.

Det opleves derfor også i nogle sammenhænge som særlig positivt hvis en forsker via en ekstern forskningsbevilling kan blive "frikøbt" så hun i en kortere eller længere periode kun skal forske og slet ikke skal undervise.

Det kan være fristende for den enkelte forsker og måske også for en ekstern bevillingsgiver hvis forskerne på den måde tages væk fra undervisningen så de i stedet kan bruge al deres tid på at forske. Fristende også for den enkelte forsker fordi det er hendes forskningsproduktion der kan måles og vejes og tælles med i den nationale og internationale behårde konkurrence om overhovedet at få penge at forske for. Og fristende for eksterne bevillingsgivere der kan synes at de får mere forskning for deres penge hvis forskerne ikke skal bruge tid på at undervise – eller måske endda på at lære at undervise.

Men hvis forskernes viden og indsigt skal bringes hurtigt og effektivt ud i det danske samfund, har vi brug for de forskningsbaserede uddannelser og for gode forskere der kan og vil undervise. Nationalt bør vi derfor gøre alt hvad vi kan, for at opbygge rammer der kan være med til at opveje det forhold at universiteternes forskere udelukkende konkurrerer på deres forskning som den afsætter sig i publikationer og konferencebidrag, mens indsatsen som underviser er vanskeligere at måle og sammenligne internationalt og derfor ikke opleves som meritgivende af den enkelte forsker.

Ud over at universiteterne fortsat må bestræbe sig på at forklare at tilstrækkelige basismidler er *sine qua non* for at kunne drive et moderne universitet effektivt, er der derfor også brug for at følge meget nøje hvordan et program som Det Frie Forskningsråds "Sapere Aude"-initiativ i praksis vil kunne fremme unge talenters udvikling både som forskere og som undervisere. Det vil jo være særdeles uhensigtsmæssigt hvis en offentlig dansk indsats på en halv milliard kroner til at støtte unge forskeres udvikling ikke også fører til at vi får flere rigtig gode undervisere på de danske universiteter.

Hvor man måske før universitetsloven af 2003 kunne påstå at universiteterne til tider fremstod som et "forskerfællesskab" hvor forskerne ganske vist selv valgte deres

ledere, men i øvrigt på godt og ondt var helt overladt til sig selv, er der nu reelt en fare for at vi ender med at universiteterne bliver "forskerhoteller" hvor den enkelte forsker formelt er ansat på universitetet og har sin husleje betalt, men hvor finansieringen af de konkrete forskningsprojekter skal skaffes fra eksterne aktører der dermed også kommer til at bestemme hvad forskerne overhovedet skal have mulighed for at forske i.

Som alternativ til disse to – for mig at se lige uønskelige – alternativer ser jeg fremtidens frugtbare universitet som et forskningsfællesskab hvor dialogen om en langsigtet, sammenhængende strategi både inddrager og muliggør den vidensopbygning og den forskningsindsats som er forskernes opgave. Og hvor vi samtidig har de ressourcer der skal til for at kunne give ordentlige rammer for udvikling og udbud af undervisning der bygger på forskningen og inddrager forskerne.

Og dermed kommer jeg til det jeg fandt særdeles opmuntrende da jeg læste Frederik Voetmann Christiansens artikel: Både hans egne oplevelser med adjunktpædagogikum og de udsagn en række unge forskere er citeret for, tegner et billede af at fremtidens forskere ikke ønsker kun at forske og at være gode til at forske. De vil også meget gerne undervise, og de vil gerne have mulighed for at blive gode også til at løse den opgave.

Dermed er det op til politikere og universiteter sammen at skabe rammerne for at alle unge forskere kan få rimelige vilkår både for at forske og for at undervise. Det er en opgave som jeg personligt glæder mig til at være med til at løse.

Litteratur

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

Når matematikken slår rødder



Mikkel Willum Johansen,
Københavns Universitet



Anmeldelse

“Når matematikken slår rødder”.

Af Aksel Bertelsen: Systeme, 2009

Kravet om tværfagligt samarbejde i almen studieforberedelse har unægtelig budt på en del udfordringer, men heldigvis har det også ført til at matematik i visse tilfælde er blevet indtænkt i nye og interessante sammenhænge. Aksel Bertelsens *Når matematikken slår rødder*

er vokset ud af et af den slags tværfaglige projekter hvor matematikken blev præsenteret på en (i forhold til den traditionelle undervisning) ny og anderledes måde. Bogen giver en overvejende matematikhistorisk gennemgang af en række væsentlige matematiske emner og krydrer det hele med citater og overvejelser fra Platons filosofi. Bogen er tænkt som en lærebog der kan inspirere til tværfagligt samarbejde mellem matematik, historie og oldtidskundskab. Den vil også kunne fungere fint i et samarbejde mellem filosofi og matematik.

Bogen beskæftiger sig primært med geometri og introducerer både den euklidiske, den analytiske og den projektive af slagsen. Der er dog også afstikkere til sandsynlighedsregning og til brugen af matematiske modeller i økonomi. I forbindelse med gennemgangen af den euklidiske geometri gives desuden en kort introduktion til Platons filosofi. De enkelte afsnit kan uden det store tab af mening læses uafhængigt af de foregående, hvilket er en stor fordel i undervisningsammenhænge hvor man typisk vil beskæftige sig med et enkelt emne.

Formålet med bogen er at beskrive

hvad der sker når matematikken “slår rødder”. Med det udtryk hentyder forfatteren til det afgørende punkt i matematikkens udvikling hvor intuitive observationer rodfæstes i form af et passende matematisk begrebsapparat og tilhørende regneoperationer. Matematikken slog rødder da streger blev til matematiske linjer, da antal af konkrete objekter blev til de naturlige tal osv. Bertelsen bruger primært Platons filosofi som teoretisk baggrund for at forstå processen. Platons idélære er da også velegnet til at forstå hvordan vores erfaringer med virkelighedens geometriske egenskaber kan omsættes til det univers af ideelle matematiske objekter vi finder i Euklids geometri. Afsnittet om Euklid er også klart bogens bedste, hvor Bertelsen glimrende beskriver hvordan matematiske opdagelser og filosofiske overvejelser befrugtede hinanden og førte til skabelsen af en slidstærk matematisk teori. Her fungerer bogens præmis optimalt, og afsnittet er velegnet til tværfagligt samarbejde med både filosofi og oldtidskundskab.

I bogens øvrige afsnit træder Platon i baggrunden, og henvisningerne til hans tænkning virker noget søgte. Det er ikke oplagt at Platons filosofi kan kaste nyt lys over sandsynlighedsregningens eller den analytiske geometris opståen, og disse afsnit har mere karakter af traditionel matematikhistorie hvor centrale begreber og idéer samt de ræsonnementer der lå bag deres indførelse, optrævles. Det er en fornøjelse at få denne historiske dimension på teorierne – matematik bedrives alt for ofte som et historieløst fag. Bertel-

sens historieskrivning er overvejende internalistisk; han beskæftiger sig primært med internt matematiske ræsonnementer og motiver og inddrager kun sjældent samfundsmæssige forhold eller udviklingen af nye teknologier i beskrivelsen af matematikkens udvikling. Det er sådan matematikhistorien traditionelt er blevet skrevet, men netop i denne sammenhæng hvor teksten skal kunne bruges til tværfagligt samarbejde med historie, havde det været ønskeligt hvis eksterne samfundsforholds mulige påvirkning af matematikken i højere grad var blevet inddraget og diskuteret. Det er svært at få ægte tværfaglighed ind i projekter med matematik og historie. Projekterne har en tendens til blot at blive parallelforløb hvor de to fag løseligt beskæftiger sig med begivenheder der tilfældigvis fandt sted i samme historiske periode. Og det problem vil *Når matematikken slår rødder* ikke løse.

Bogen er skrevet som et sammenhængende narrativ hvor matematiske ræsonnementer, beviser og symbolmanipulation er integreret i den øvrige tekst. Bertelsen gør dermed op med den sædvanlige lærebogsmatematik hvor der typisk skelnes skarpt mellem matematik og perspektiverende tekst, og hvor matematikken altid kommer i rækkefølgen definition, sætning, bevis. Det er befriende at matematikken sættes i sammenhæng med de tanker og overvejelser der motiverede den, selvom det gør teksten lidt sværere at overskue. Der er jo en pædagogisk pointe i den traditionelle opdeling af matematisk tekst, men Bertelsen har

her foretaget et valg der sagtens kan begrundes.

Bogen er velskrevet, og de matematiske pointer forklares godt og understøttes som oftest af passende opgaver hvor læseren får mulighed for at arbejde aktivt med stoffet. Jeg vil her navnlig fremhæve den letlæste og meget intuitive introduktion til projektiv geometri. Jeg har aldrig før set stoffet præsenteret på en så letforståelig måde. Bogen benytter sig dog indimellem af begreber som den typiske gymnasieelev ikke kan forventes at blive fortrolige med ud fra bogens beskrivelser alene. For eksempel betjener flere af bogens ræsonnementer sig af at de reelle tal kan repræsenteres binært, og selvom den binære notation tydeligt forklares, kræver det nu engang træning inden man kan operere med den. I disse tilfælde kan bogen ikke stå alene, men må understøttes af passende materiale fra læreren.

I undervisningssammenhæng er bogens helt store aktiv uden tvivl de grundige og gennearbejdede opgaver man finder på bogens sidste godt 20 sider. Opgaverne har en passende sværhedsgrad. De består som oftest af mange delopgaver der gør det lettere at komme i gang med opgaven også for svagere elever, og de giver dermed eleverne en god mulighed for at gennemføre visse centrale ræsonnementer (som udledningen af at $\sqrt{2}$ ikke kan skrives som en uforkortelig brøk) på egen hånd. Løsning af opgaver fra bogen vil uden videre kunne udgøre en central del af et projekt baseret på bogen. Det er en stor hjælp til læreren!

Almen studieforbereelse (AT), som bogen er henvendt til, rummer et krav om refleksion over metodevalg, og det kan derfor ærgre, at undre, at *Når matematikken slår rødder* ikke griber de oplagte muligheder for at diskutere valg af matematisk metode, fx i forbindelse med grækernes opdagelse af inkommensurable størrelser og efterfølgende skift til et geometrisk paradigme eller ved indførelsen af analytisk geometri som alternativ til den klassiske passer og lineal-geometri. Eleverne står jo også i dag med et valg mellem klassisk og analytisk geometri, og en diskussion af hvad der mere præcist fik Descartes til at indføre analytisk bogstavregning, ville have opfordret eleverne til at reflektere over dette valg.

Som filosof må jeg desuden undre mig over den næsten påfaldende mangel på refleksion. Platons filosofi beskrives, men sættes aldrig til diskussion. *Når matematikken slår rødder* er ikke tænkt som en indføring i matematikkens filosofi eller videnskabsteori. Og det er den heller ikke. Det er en matematikhistorie med perspektiveringer til Platons filosofi. Dermed hører bogen – med undtagelse af de indledende afsnit om Platon og Euklid – bedre hjemme i den særfaglige matematikundervisning end i tværfaglige AT-sammenhænge. Og det er en skam. Der findes jo masser af matematikhistorie på hyldeerne rundt omkring, men meget lidt materiale der kan inddrage matematik i AT-samarbejdet på en fornuftig måde.

Lærebog i eksperimentel matematik for gymnasiet



H.C. Thomsen, emeritus,
Frederiksberg Gymnasium

Anmeldelse

“MAT Eksperimenter”

af Jens Carstensen, Systime, 2009

Ved den – i skrivende stund – seneste reform af den gymnasiale matematikundervisningsbekendtgørelse blev “eksperimentel matematik” eksplicit nævnt på alle de tre niveauer der undervises i.

Dette betyder at eleverne nu får en mulighed for at prøve hvordan det er at “lave matematik” sådan som matematikere oftest gør det – nemlig prøvende sig frem og bevægende sig fra overbevis til bevis.

En af de flittigste gymnasie matematiklærebogsforfattere, Jens Carstensen, har (selvfølgelig) fulgt op på denne nyskabelse med bogen *MAT Eksperimenter*. På bagflappen står der: “I gymnasiets matematikundervisning skal der gennemføres forløb, der tager udgangspunkt i den eksperimenterende tilgang til matematik. Først med denne bog foreligger der velegnet undervisningsmateriale til det formål.” Dette er godt nok en tilsnigelse, for allerede i 2007 udgav Matematiklæ-



rerforeningen *Eksperimentel matematik – en inspirationsbog til undervisning*. Men hvor denne sidste er en lærerbog, er Carstensen en bog til elever – på A- og B-niveauerne som der står i forordet.

Bogen indeholder 11 forløb som i udstrakt grad lægger op til selvstændigt arbejde, gætteri, efterprøvning osv. Flere af forløbene indeholder åbne spørgsmål

både i selve forløbet og til slut så der stadig er ubesvarede spørgsmål – spørgsmål som der måske endnu ikke findes svar på. Et af dem er det klassiske: Vælg et trecifret tal så sidste ciffer er mindre end det første. Skriv derefter det tal der fremkommer når cifrenes rækkefølge byttes om. Træk det sidste tal fra det første så der fremkommer en forskel d . Skriv det tal der fremkommer når rækkefølgen af cifrene i d byttes om. Læg de sidste to tal sammen. Hvad opdager du?

Forløbet slutter med en “Mulig opgaveformulering” som denne (side 28):

“I en rapport om *Det mystiske tal 1089* skal du behandle følgende punkter

1. Gør rede for, hvordan 1089 fremkommer ved hjælp af et eksempel og derefter generelt.

2. Vis nogle eksempler med tal med fire cifre som begyndelsesværdi og formulér en regel, hvis det er muligt.”

Et par af forløbene er gengangere fra bogen *Matematiske Essays* udgivet af Matematiklærerforeningen i 1993 – angiveligt som opfølgning på bekendtgørelsesændringerne i reformen af 1988. Det er interessant at se hvordan forfatterens ambitionsniveau på elevernes vegne har ændret sig på de 16 år!

Selvom der er megen eksperimentel matematik på nettet, er det godt at der nu foreligger en samling (mere) på dansk.

Nyheder

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

MONA-konference den 27. oktober om evaluering af kompetencer i matematik og naturfagene

MONA-konferencen er for alle der arbejder med undervisning, forskning eller udvikling inden for matematik og naturfag – både i grundskolen, ungdomsuddannelserne, professionshøjskoler, universiteter, uformelle læringsmiljøer og politiske organisationer.

Vi ønsker at bringe forskere, undervisere og beslutningstagere sammen om at udveksle indsigter i og erfaringer med kompetenceevaluering og diskutere hvordan vi kan forbedre situationen i hele uddannelsessystemet. Der er i disse år meget fokus på at udvikle og anvende test og forbedre brugen af evaluering. Der er de nationale indsatser, fx de nationale test i folkeskolen og PISA, men der er også mange mindre initiativer til at udvikle hvordan vi tester og evaluerer, for at styrke hele spektret af ønskede kompetencer inden for matematik og naturfagene. Hvor debatten i en del år har været præget af ønsker om at ensrette og standardisere, er der nu gang i forsøg på at forny test og evalueringsformer – fx fælles naturfagsprøve i folkeskolen, inddragelse af internet i eksamen og portfolio- og projekteksamener på videregående uddannelser. Konferencen vil tage afsæt i aktuelle indsatser på alle uddannelsesniveauer og dermed give inspiration på tværs af fag og niveau.

Der bliver en række workshopper der formidler konkrete erfaringer med eller indsigter i kompetenceevaluering – det

være sig i grundskolen, ungdomsuddannelser eller videregående uddannelser.

Program og tilmelding på www.indku.dk/mona/konference2010.

Konferencen afholdes på Trinity Hotel & Conference Center i Fredericia den 27. oktober kl. 9.30-17.30.

Bedömningskonferens: "Ökat tryck på bedömning och dokumentation – vad får det för konsekvenser?"

Afholdes den 20.-21. oktober i Stockholm. Der er mere om denne konference og om tilmelding på www.did.su.se/pub/jsp/polopoly.jsp?d=10481&a=47380.

Arrangør er Stockholms universitets Institutionen för didaktik och pedagogiskt arbete, Campus Konradsberg, 106 91 Stockholm.

Konference: Sammenhænge og progression i scienceundervisningen

Onsdag den 27. oktober 2010 afholdes konferencen "Overgange i sciencefagene mellem folkeskole, gymnasier og videregående uddannelser" på Ingeniørhøjskolen i København, Lautrupvang 15, 2750 Ballerup. Baggrunden for konferencen er et oplevet problem i overgangene i scienceundervisningen på de forskellige niveauer i uddannelsessystemet, hvilket arrangørerne ikke mener er befordrende for tilgangen til fagområdet.

Målet for konferencen er at skabe opmærksomhed på problematikken og give inspiration til formuleringen af mulige handlingsforslag der kan lette overgan-

gene mellem de forskellige niveauer i uddannelsessystemet og gerne også styrke sammenhængen mellem sciencefagene. På sigt kan konferencen bidrage til strukturændringer der kan lette overgange mellem sciencefagene på de forskellige niveauer i uddannelsessystemet.

Konferencen tilrettelægges af en tværfaglig gruppe fra Ingeniørhøjskolen i København, Aalborg Universitet København og Ballerup Kommune. Professor Paola Valero (AAU) og professor Claus Møldrup (KU) giver keynote-foredrag. Der er workshopper om strukturelle problemer i scienceundervisningen, studerendes identitetsdannelse, det eksperimenterende arbejde, om studenter-væksthus, tiltrækning og fastholdelse af nye grupper af unge, om scienceagenter og om naturfag for børn.

Yderligere oplysninger og tilmelding opnås ved henvendelse til Niels-Erik Parbst, nep@ihk.dk.

Naturvidenskab – kreativitet og kompleksitet

Onsdag den 3. november 2010 kl. 10.00-20.00 afholder Syddansk Universitet Science-dag 2010 på Campusvej 55, 5230 Odense M, lokale 100 ved hovedindgangen.

Invitationen gælder gymnasielærere i biologi, biotek, datalogi, fysik, kemi og matematik: Mød frontforskningen, og få nye impulser og perspektiver på de naturvidenskabelige fag.

Årets tema er kreativitet og kompleksitet. Den naturvidenskabelige tænkning er kreativ, og den giver os redskaber til

at forstå og håndtere kompleksitet. Programmet består i år dels af tværfaglige plenumoplæg, dels af parallelle faglige sessioner hvor det er muligt at blive informeret om forskningen inden for fagene biologi, biotek, matematik, datalogi, fysik og kemi.

De tværfaglige plenumoplæg:

– Professor Jesper Wengel fra SDU fortæller om forskningen som en kreativ proces.

– Professor Manfred Euler fra IPN – Leibniz Institute for Science and Mathematics Education i Kiel giver eksempler på hvordan naturens komplekse dynamiske systemer kan inddrages i naturfagsundervisningen.

– Professor emeritus David Favrhøldt fra SDU slutter dagen af med at fortælle om Niels Bohr. En fortælling der illustrerer at naturvidenskabelig tænkning er en kreativ proces.

Information om Science-dag 2010: www.sdu.dk/Samarbejde/UndervisUngdomsudd/NAT/Science_dagen.aspx.

Konference om naturfaglige metoder i natur/teknik

Den 18. november 2010 fra kl. 13 til 17 åbner Experimentarium dørene til en konference om værdien af at sende lærere på kursus og om at sætte de naturfaglige metoder på skemaet i natur/teknik.

Målet er at dele og debattere den viden og de erfaringer Experimentarium har fået ved at udvikle MetodeLab-projektet. Da MetodeLab er blevet evalueret af Danmarks Evalueringsinstitut, vil deres resultater blive præsenteret under

konferencen. Og så får deltagerne i øvrigt mulighed for at overvære to faglige indlæg: *Making practical work more effective. Setting learning objectives, which support teaching of the nature of science* med professor Robin Millar fra York University samt *Metoder er ikke kun teknik, men en hovedvej til større fagligt udbytte* med lektor Jens Dolin fra Institut for Naturfagernes Didaktik, KU.

Læs mere om MetodeLab og tilmelding til konferencen på www.metodelab.dk.

Nyt ph.d-kursus på IND: Research and teaching of science: Improving the synergy

En introduktion til en række perspektiver på hvordan man kan skabe god sammenhæng mellem forskning og undervisning inden for Science. Tilmeldingsfrist er 15. september. Læs mere på www.ind.ku.dk/researchandteachingofscience.

