

MONIA

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



DET NATURVIDENSKABELIGE FAKULTET
KØBENHAVNS UNIVERSITET

2007-2

MONA

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

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

Redaktion

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

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

Redaktionskomité

Jens Dolin, institutleder, Institut for Naturfagernes Didaktik, Københavns Universitet
Karsten Enggaard, centerleder, Center for Anvendt Naturfagsdidaktik

Nina Troelsgaard Jensen, lektor, Frederiksberg Seminarium

Keld Nielsen, institutleder, Steno Institut, Århus Universitet

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

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

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

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

Manuskripter

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

Abonnement

Abonnement kan tegnes via www.nat.ku.dk/mona. Meddelelser vedr. abonnement, flytning, mv., se denne hjemmeside.

Produktionsplan

MONA 2007-3 udkommer september 2007.

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

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

MONA 2007-4 udkommer december 2007.

Deadline for indsendelse af artikler hertil: 22. august 2007.

Deadline for kommentarer, litteraturanmeldelser og nyheder hertil: 2. oktober 2007.

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

Tryk: narayana press

ISSN: 1604-8628

© MONA 2007. Citat kun med tydelig kildeangivelse.

Indhold

- 4 Fra redaktionen
- 6 Artikler**
- 7 Naturfagene i den nye læreruddannelse
Peter Norrild
- 20 Naturvidenskab efter gymnasireformen – intentioner og resultater
Jens Dolin
- 29 Rigtige piger går ikke på htx, men piger er glade for at gå der
Lars Ulriksen & Henriette Lind Holmegaard
- 47 Kursusundervisning og løsningsprocesser i universitetsmatematik:
En kamp mellem “stort” og “småt”
Stine Timmermann
- 63 Kommentarer**
- 64 Matematikundervisning er fuld af overflødig opgaveregning
Kim Foss Hansen
- 68 Masser af rapporter og strategiplaner – men hvordan ændres praksis i
fysiklokalet?
Helene Sørensen
- 72 Tværfagligt samarbejde – hvor svært kan det være?
Jens Kristensen
- 78 Litteratur**
- 79 Tankevækkende pointer for praktikerne. Anmeldelse:
Kunne det tænkes? - Om matematiklæring
Kjeld Bagger Laursen
- 83 Nyheder**

Fra redaktionen

Så nærmer vi os afslutningen på endnu et skoleår. Et år der i uddannelsesverdenen i perioder har været præget af alvorlige diskussioner og ind i mellem lige frem konflikt. I folkeskolen har elevplaner været til heftig diskussion, og i gymnasieskolen har der været udtrykt kraftig kritik af uhensigtsmæssigheder ved gymnasiereformen. Dertil kommer diskussioner af den nye læreruddannelse på seminarierne og fusioner på CVU-området. Man kan roligt sige at der er gang i forandringerne i uddannelsesverdenen i Danmark!

Sidste nye tiltag i forhold til det naturfaglige område er vel regeringens ønske om udarbejdelse af en national strategi for styrkelse af natur, teknik og sundhed inden for hele uddannelsessystemet. Læs mere om dette i nyhedssektionen sidst i MONA.

I dette nummer har vi to artikler der kigger på to af de aktuelle forandringer, henholdsvis folkeskolelæreruddannelsen og gymnasiereformen. Forhenværende seminarirektor, Peter Norrild, giver en aktuel analyse af naturfagenes situation i den nye læreruddannelse der får virkning fra 1. august 2007. Nogle af naturfagene ser for en umiddelbar betragtning ud til at stå styrket i den nye uddannelse. Men der er begrundet tvivl om hvorvidt det nu også bliver tilfældet i praksis. Artiklen analyserer den nye uddannelses muligheder og problemer i forhold til bl.a. de valgmonstre som karakteriserede linjefagsvalget i den gamle uddannelse. Endelig vurderes uddannelsen i forhold til de anbefalinger der blev givet af udvalget bag rapporten "Fremtidens naturfag i folkeskolen" fra februar 2006.

I den følgende artikel analyserer Jens Dolin, Københavns Universitet, naturfagenes situation i gymnasiet her ca. to år efter gymnasiereformen. Et centralt spørgsmål er hvorvidt den tolkning man i reformen giver naturvidenskaben, er fornuftig. Forfatteren anvender fysik som eksempel og diskuterer specielt hvorfor fysik er blevet et alment, fælles fag, og hvilke krav det stiller. Endelig fremhæves udvalgte resultater fra nogle af de foretagne evalueringer og hvilke didaktiske udfordringer naturfagslærerne står over for.

Dette nummers tredje artikel handler om elever på htx set gennem et kvantitativt blik på køn, oplevelser og interesser. Lars Ulriksen og Henriette Lind Holmegaard, begge fra DPU, præsenterer de første resultater fra en landsdækkende spørgeskemaundersøgelse blandt htx-elever. Undersøgelsen viser at drengenes valg af htx frem for alt er begrundet i en interesse for naturvidenskab, mens pigerne har flere begrundelser som vægter næsten lige meget. Der er forskelle med hensyn til hvilken type naturvidenskab eleverne interesserer sig for og sætter pris på. Forskellene følger kønnene, men også studieretningerne. Mens en stor del af drengene interesserer sig for teknologi, interesserer den største del af pigerne sig for sundhed og sygdom. Pigerne

på htx føler sig godt tilpas på uddannelsen. Samtidig er hver tredje dreng og hver femte pige enig i at “rigtige piger interesser sig ikke for teknik- og naturvidenskab”.

Vi slutter artikelsektionen med en præsentation af et analyseværktøj som forfatteren, Stine Timmermann, RUC, har anvendt til at analysere en universitetslærers gennemgang af matematiske beviser samt måden hvorpå studenterne selv konstruerer beviser i universitetsmatematik. Analysen skelner mellem hvad der er “stort” og “småt” i beviset, det vil sige bevisets struktur, dets komponenter og detaljer, hvilket gør det muligt at forklare miskommunikationen mellem studenterne og læreren, og hvordan studenternes opmærksomhed på de forskellige bevisaspekter influerer på løsningsprocessen.

I vores kommentarsektion findes denne gang tre indlæg. Det første af Kim Foss Hansen tager afsæt i den tidligere bragte artikel om opgavediskursen i matematikundervisning, og der argumenteres her for at problemet ikke er opgaveregning i sig selv, men overflødig opgaveregning, hvilket forfatteren mener matematikundervisningen er fuld af.

Helene Sørensen beskæftiger sig i den følgende kommentar med piger og fysik og mulighederne for reelt at ændre praksis i fysiklokalet, hvilket er en reaktion på artiklen fra martsnummeret om pigers mulige eksklusion af fysikundervisningen.

I den sidste kommentar diskuterer Jens Kristensen hvilke former for tværfagligt samarbejde der er mulige og ønskelige i gymnasiet. Dette er en reaktion på artiklen i MONA 2007-1 hvor nogle af de glæder og problemer der er ved tværfaglighed, blev analyseret. Kommentaren her giver bud på en terminologi over forskellige former for tværfagligt samarbejde og de vanskeligheder der kan være forbundet med dem.

I litteratursektionen bringer vi en praktikers vurdering af bogen “Kunne det tænkes? – Om matematiklæring”, der er en opsamling på forskningen udført under Center for Forskning i Matematiklæring.

Fra MONA-redaktionen selv er der ikke så meget nyt at meddele. Antallet af abonnenter er svagt stigende, dog uden at være prangende. Redaktionsarbejdet tilføres friske kræfter netop i denne tid, og vi håber at også vores læsere ude i de forskellige uddannelses- og forskningsmiljøer fortsat vil bidrage med indhold til tidsskriftet. Vi modtager også meget gerne input til forbedring af indholdet og kategorierne for dette – skriv blot til mona@ind.ku.dk.

God læselyst!



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

Artiklerne ligger inden for følgende kategorier:

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

Artikler

Naturfagene i den nye læreruddannelse

Peter Norrild (fhv. rektor for Aalborg Seminarium, seniormedarbejder ved CVU Nordjylland og DPU)

Den nye læreruddannelse, der får virkning fra 1. august 2007, ændrer bl.a. grundlæggende linjefagsstrukturen i uddannelsen. Den lov vi forlader, indførte 4 linjefag for at styrke fagligheden i uddannelsen. Baggrunden for ændringen af uddannelsen mod færre linjefag skal ses som led i en politisk proces der har til formål fortsat at styrke både fagligheds- og evalueringskulturen i skolen. Nogle af naturfagene ser for en umiddelbar betragtning ud til at stå styrket i den nye uddannelse. Men der er begrundet tvivl om hvorvidt det nu også bliver tilfældet i praksis. Artiklen analyserer den nye uddannelses muligheder og problemer i forhold til bl.a. de valgmønstre som karakteriserede linjefagsvalget i den gamle uddannelse. Endelig vurderes uddannelsen i forhold til de anbefalinger der blev givet af udvalget bag rapporten "Fremtidens naturfag i folkeskolen" fra februar 2006.

Den 9. juni 2006 vedtog Folketinget "Lov om uddannelsen til professionsbachelor som lærer i folkeskolen" (Undervisningsministeriet, 2006), som med tilhørende bekendtgørelse om uddannelsen (Udkast til Bekendtgørelse, 2006) får virkning fra 1. august 2007. Forud var gået adskillige års heftig debat om den gamle lov fra 1997, der trådte i kraft i 1998. Debattens retning og hovedtemaer blev kun i begrænset omfang påvirket af den evaluering af uddannelsen som Danmarks Evalueringsinstitut (EVA) publicerede allerede i oktober 2003 (Læreruddannelsen, EVA-rapport, 2003). Da selvevalueringssprocessen i forbindelse med evalueringen blev gennemført i foråret 2003, havde de første lærere der var uddannet under 1997-loven, kun været ude i skolen i et halvt år.

Evalueringen konkluderede at 97-loven i det store og hele fungerede godt i forhold til de præmisser der var opstillet for evalueringen, nemlig de målsætninger der var udtrykt i bemærkninger til 97-loven. EVA-rapporten anbefalede også at nyordningen med de 4 linjefag burde bevares. Forbedringer ville kunne opnås ved mere konsekvent håndhævelse indgangsniveauet (bl.a. gymnasialt B-niveau til linjefagene), ved opstramninger i de studerendes deltagelse i uddannelsen, ved placering af de pædagogiske fag tidligere i uddannelsen, ved styrkelse af fagdidaktikken og ved et bedre samspil mellem uddannelsens teoretiske dele og praktikken.

Debatten om faglighed

Debatten i medierne om læreruddannelsen skal naturligvis ses i sammenhæng med den debat om faglighed i folkeskolen der fik vind i sejlene allerede i 90'erne med udgangspunkt i de problematiske danske resultater i de første internationale undersøgelser af børns kundskaber og færdigheder i læsning, matematik og naturfag – alt sammen noget der blev understreget og underbygget gennem PISA-undersøgelsernes resultater fra 2000 og 2003 om de 15-åriges faglige kompetencer.

Kernefaglighedsrapporterne fra 2002-2003 i dansk, matematik, fremmedsprog og naturfag (herunder rapporten "Fremtidens naturfaglige uddannelser" (Andersen et al., 2003)) havde temmelig samstemmende anbefalinger mht. læreruddannelsen. Sammenfatningen af de fire udvalgs arbejde blev publiceret i "Fremtidens uddannelser" (Busch et al., 2004). Vedrørende styrkelse af fagdidaktikken og indgangsniveauet var anbefalingerne i øvrigt ret parallelle med EVA's. Anderledes forholdt det sig imidlertid med holdningen til den faglige og fagdidaktiske fordybelse i linjefagene.

Kernefaglighedsrapporterne anbefalede, i modsætning til EVA, færre linjefag for at skabe rum til at øge størrelsen på de enkelte linjefag, der efter 97-loven var på 0,55 årsværk (i dansk og matematik dog 0,7 årsværk). EVA-rapporten begrundede ønsket om at fastholde 4 linjefag med bl.a. hensynet til skolernes behov i time- og fagfordelingen og for at kunne tilrettelægge skemaer hvor lærerne ikke underviser et stort antal klasser med kontakt til et tilsvarende stort antal børn. EVA pegede også på at de lærerstuderende i forbindelse med selvevalueringen hvor 3 eller 4 linjefag var et diskussionsemne, ret massivt ønskede at fastholde 4 linjefag. Fra Lærerseminariernes Rektorforsamling var anbefalingen 3 linjefag kombineret med fasespecialisering i de store fag dansk og matematik.

Anbefalinger til ministeren

På naturfagsområdet blev anbefalingerne fra kernefaglighedsudvalgenes rapporter i 2002-2003 præciseret i rapporten "Fremtidens naturfag i folkeskolen" (*Fremtidens naturfag i folkeskolen*, 2006) som tidligt på året blev publiceret af "Udvalget til forbedrelse af en handleplan for naturfagene i folkeskolen". Udvalget var blevet nedsat 1. november 2005 af undervisningsministeren som led i regeringens opfølgning på Globaliseringsrådets arbejde.

I "Fremtidens naturfag i folkeskolen" side 9 skriver udvalget bl.a.:

Læreruddannelsen mangler plads til både fagspecifik og fagdidaktisk fordybelse. De nuværende linjefag er for små, og en del af de linjefagsstuderende har utilstrækkelige faglige forudsætninger fra ungdomsuddannelserne. De nuværende linjefag giver ikke en fælles naturfaglig og naturfagsdidaktisk baggrund på tværs af de 4 skolefag, hvilket kraftigt forringer naturfagernes muligheder for fagligt samspil og synergi.

Udvalget gav på den baggrund bl.a. følgende anbefalinger:

- De naturfaglige linjefag skal være på mindst 1 årsværk.
- De naturfaglige linjefag skal have et fælles "områdedidaktisk" modul på mindst 20 % og et specialefag: biologi, fysik/kemi, geografi eller natur/teknik.
- For at vælge et naturfagligt linjefag skal den studerende have mindst B-niveau med karakteren 8 i et af fagene biologi, fysik eller kemi i sin adgangsgivende eksamen.
- Det anbefales at læreruddannelsen organiseres med studieretninger eller fagpakker hvor flere fag spiller hensigtsmæssigt sammen.

Forliget om den ny læreruddannelse tilgodeså kun delvist de ønskede anbefalinger. Fysik/kemi og natur/teknik fik den ønskede størrelse (på 1,2 årsværk), og det vil give visse betyde lærere med bedre faglige og fagdidaktiske kompetencer. Men biologi og geografi er fortsat små linjefag der heller ikke bygger på et fælles områdedidaktisk grundmodul. Adgangskravene til linjefagene er blevet skærpet i læreruddannelsesbekendtgørelsen, men ikke på så enkel og præcis en måde som foreslået af udvalget. Fagpakker kom end ikke på tale.

Hovedtræk af den nye læreruddannelse

- Den nye læreruddannelse er (fortsat) på 4 årsværk = 240 ECTS-point og omfatter:
- Pædagogiske fag (almen didaktik, psykologi og pædagogik) med et samlet omfang på 0,55 årsværk
- Kristendomskundskab/livsoplysning/medborgerskab med omfang på 0,28 årsværk
- 2-3 linjefag med tilsammen 2,4 årsværk
- Et beskåret "pædagogisk fagområde". Til gengæld indgår et mindre pædagogisk og almindidaktisk element i alle linjefag
- Et professionsbachelorprojekt i slutningen af uddannelsen på 0,17 årsværk
- Praktik i alle 4 år (med alle valgte linjefag) på 0,6 årsværk
- Tilbudsfag (omfattende skolens timeløse fag, praktisk-musisk kursus, skrivning og retorik)
- Et fastsat vejledende timetal for læreruddannelsens fag. For et lille linjefag på 0,6 årsværk er undervisningstimetallet fx 240 timer a 45 min., hvortil kommer vejledning
- Skærpelse af indgangsniveauet, primært til linjefagene
- Skærpelse af deltagelsespligten – mødepligt til undervisningen i 1. studieår
- Bestemmelse om at ministeren kan fravige lovens bestemmelser hvis det sker for at fremme forsøgs- og udviklingsarbejde

Linjefagsstrukturen i den nye læreruddannelse

- Linjefag på 1,2 årsværk: dansk (med aldersspecialisering), matematik (med aldersspecialisering), *fysik/kemi*, *natur/teknik*, engelsk, historie og idræt.
- Linjefag på 0,6 årsværk: *biologi*, *geografi*, billedkunst, dansk som andetsprog, fransk, tysk, hjemkundskab, kristendomskundskab/religion, materiel design, musik, samfundsfag og specialpædagogik.
- Linjefag der skal vælges som *obligatoriske*: Mindst ét af fagene dansk (med aldersspecialisering), matematik (med aldersspecialisering), *fysik/kemi* og *natur/teknik*.
- Linjefagene dansk og matematik består begge af et grundmodul (fællesmodul) på 0,6 årsværk og et specialiseringsmodul på 0,6 årsværk. Specialiseringsmodulerne retter sig mod henholdsvis undervisning på indskolings- og mellemtrin og mellem- og sluttrin i skolen.
- *Natur/teknik* og *fysik/kemi* har et fælles grundmodul på 0,6 årsværk efterfulgt af specialiseringsmoduler i fagene på 0,6 årsværk.
- Studerende kan med ovennævnte kombinationer af årsværk vælge 2 eller 3 linjefag, så summen af linjefagsårsværk bliver 2,4.

Læreruddannelsen – et politisk kompromis mellem flere hensyn

Læreruddannelsen er i modsætning til de fleste andre videregående uddannelser et anliggende der indgående og detaljeret beskæftiger Folketinget, de politiske partier, skoleverdenen og pressen. Næsten alle er enige om at uddannelsen er presset mht. forventninger og indholdselementer, og næsten alle vil have noget mere ind i uddannelsen uden tilsvarende at kunne pege på hvad der skal ud.

Den politiske opmærksomhed kan være et gode for læreruddannelsen og et udtryk for en erkendelse af den betydning alle partier tillægger folkeskolen. Men opmærksomheden kan også medføre at lovarbejdet får præg af at alle forligsparter skal have lidt ved bordet. Og forligstraditionen om de store uddannelsesreformer er heldigvis fastholdt af VK-regeringen.

Krav og forventninger fra omverdenen

Kompromisvilkår medfører sjældent den teknisk set bedste lov, men noget der – i hvert fald for en tid – er politisk opbakning til. At den tid kan være kort, var den gamle lov et eksempel på. Allerede et par år henne i uddannelsen, endnu før de nye kandidater kom ud i skolen, meldte de kritiske røster sig igen mod læreruddannelsen. Baggrunden var først og fremmest de dengang nyligt offentliggjorte PISA-resultater, men meget andet kom også på dagsordenen.

Som eksempler på meget af det andet der kom på banen, husker jeg fra min tid som rektor i læreruddannelsen utallige henvendelser og forespørgsler fra foreninger, organisationer og enkeltpersoner a la: Har I et særligt kursus i førstehjælp, behandling

af sorgramte børn, forebyggelse af mobning, rusmidler, klasserumsledelse, drama osv.? – ofte foranlediget af sager der var kørt op i pressen. Mit svar var ofte: “Nej, det har vi ikke, men det indgår på forskellig måde i fag, kurser og praktik. Og husk så også på at man heller ikke må forvente at en nyuddannet lærer er klædt fuldt på til alt i skolens hverdag. Tilsvarende vil vi jo heller ikke se en nyuddannet sygeplejerske på intensivafdelingen eller en nyuddannet læge i færd med et kompliceret operativt indgreb. Uddannelsen fortsætter jo alle andre steder ude i praksis”.

En meget læseværdig generel vurdering af den nye læreruddannelse er skrevet af Kirsten Krogh Jespersen (Krogh Jespersen, 2007). Artiklen peger på at kritikken af den gamle uddannelse (efter 97-loven) også kom fra læreruddannelsen selv der fandt 4 linjefag inden for rammerne 2,35 årsværk og svækkelsen af det pædagogiske fagområde problematisk. Artiklen peger også på en række af de paradokser som læreruddannelsesforliget har ført med sig. På linjefagsområdet spørger Krogh Jespersen: “Hvorfor er linjefaget engelsk dobbelt så stort som tysk, og hvorfor er historie dobbelt så stort som samfundsfag? Og er der nødvendigvis en sammenhæng mellem linjefagets størrelse og fagets størrelse i folkeskolen?” Og man kunne til Krogh Jespersens eksempler føje spørgsmålet: Hvorfor er fx fysik/kemi på 1,2 årsværk og biologi og geografi begge kun på 0,6 årsværk? Svarene på ovennævnte spørgsmål skal dels findes i fagenes størrelse i det samlede skoleforløb, dels i den betydning fagene tillægges af de uddannelsespolitikere som står bag forliget.

En længere læreruddannelse?

Fra tid til anden dukker der også forslag op om at forlænge læreruddannelsen fra 4 til 4½ eller 5 år for at mindske indholdspresset i uddannelsen og for at styrke praktikken. Baggrunden for det er dels at uddannelsen er presset af øgede krav og forventninger, dels en forestilling om at en længerevarende uddannelse i sig selv kan hæve professionens status. Disse argumenter var stærkt i spil i den læreruddannelsesdebat der førte til 97-loven fra bl.a. Danmarks Lærerhøjskole og Danmarks Lærerforening der begge ønskede uddannelsen forlænget.

I en tid hvor skattestoppet er politisk urørligt, er en udvidelse af uddannelsen ikke det nemmeste at komme igennem med. Hertil kommer så at en 4-årig læreruddannelse allerede er ude på kanten af rammerne for en professionsbacheloruddannelse i henhold til “Bologna-deklarationen” (3-4 år). Forlængelse af uddannelsen vil placere den i kategorien kandidatuddannelse (over 4 år), og følgen heraf kunne være at hele institutionsstrukturen omkring de mellemlange videregående uddannelser (CVU’er – på vej mod professionshøjskoler) ville komme i fare hvis et så stort uddannelsesområde som læreruddannelsen faldt ud af professionsbachelorkategorien. En 5-årig læreruddannelse ville nemlig naturligt skulle placeres på universiteterne. Noget helt andet er så om en 5-årig uddannelse ville være helt så attraktiv som en 4-årig for

den gruppe af unge der typisk søger læreruddannelsen. Det spørgsmål har betydning fordi nedgangen i søgningen til læreruddannelsen i de senere år på ny åbner risiko for fremtidig lærermangel i Danmark.

Muligheder og begrænsninger for naturfagene med den nye lov

Til og med sommeren 2010 vil alle nyuddannede lærere have 4 linjefag. Først herefter slår den nye lov igennem. Fremtidens folkeskolelærere vil have 2 eller 3 linjefag. Og før man vurderer den nye lovs virkning på tilvalget af naturfaglige linjefag, kan det være nyttigt at se på valgmønstrene under den gamle lov.

Linjefag	Procentvis fordeling af valg	Procent stud. med faget ca.
<i>Natur/teknik</i>	4,0	14,0
<i>Biologi</i>	2,7	9,5
<i>Geografi</i>	2,9	10,2
<i>Fysik/kemi</i>	2,3	8,1
Billedkunst	6,6	23,1
Dansk	23,3	81,6
Dansk som 2. sprog	2,6	9,1
Engelsk	7,5	26,3
Fransk	0,2	0,7
Historie	6,0	21,0
Hjemkundskab	4,2	14,7
Håndarbejde	2,6	9,1
Idræt	8,7	30,5
Krist./religion	3,8	13,3
Matematik	11,6	40,6
Musik	3,3	11,6
Samfundsfag	4,0	14,0
Sløjd	1,6	5,6
Tysk	1,9	6,7
I alt	100	349

Tabel 1. Linjefagsvalg ved alle 18 seminarier pr. 1. februar 2006, 97-loven med 4 linjefag. Ved at gange valgprocenten med anslået 3,5 (og ikke 4) fås den omtrentlige procentdel af de ordinære studerende der har linjefaget. Den anslåede faktor 3,5 skyldes at undersøgelsen også omfatter studerende på åben uddannelse, herunder studerende på meritlæreruddannelsen.

Tabel 1 viser det procentvise valg af linjefag i januar 2006 på alle landets lærerseminarier. Den giver et ret præcist billede af linjefagsvalget over en årrække efter 97-loven. Heraf ses at naturfagene med undtagelse af natur/teknik tilhører kategorien af små linjefag (med en valgprocent mindre end 3).

Fag	Vejledende timetal	%
Dansk	1.920	26,1
Engelsk	570	7,8
Tysk/fransk	330	4,5
Historie	300	4,1
Kristendom	300	4,1
Matematik	1.170	15,9
<i>Natur/teknik</i>	300	4,1
<i>Geografi</i>	120	1,6
<i>Biologi</i>	150	2,0
<i>Fysik/kemi</i>	210	2,9
Idræt	600	8,2
Musik	270	3,7
Billedkunst	240	3,3
Håndarbejde	130	1,8
Sløjd	130	1,8
Hjemkundskab	130	1,8
Valgfag	240	3,3
Klassens tid	240	3,3
Sum	7.350	100,0

Tabel 2. Skolefagenes andel af undervisningstimetallet i folkeskoleforløbet fra 1. til 9. klasse. Baseret på vejledende klokketimetallet for skoleåret 2006/07.

Linjefagsvalg og skolens behov

Sammenlignes den procentvise fordeling af linjefagsvalg i tabel 1 med fagenes procentvise andel af den samlede undervisningstid i tabel 2, får man en idé om hvorvidt de studerendes valg modsvarer fagenes aktuelle størrelse i skolen. Og den sammenligning giver ikke umiddelbart anledning til panik. Men i virkeligheden har en sådan sammenligning kun begrænset mening, først og fremmest fordi der aktuelt er stor mangel på lærere med linjefagskompetence i de fleste af naturfagene, men også fordi lærere med 4 linjefag jo ikke nødvendigvis ude i praksis fordeler undervisningen ligeligt på alle fire skolefag. Nyere dimittendundersøgelser fra Aalborg Seminarium

og Aalborg Kommune¹ viser fx at langt de fleste nye lærere efter 97-loven typisk kun underviser i mellem 2 og 3 af deres linjefag og derudover i et eller flere fag de slet ikke er uddannede i.

Linjefagsdækningen i folkeskolen

Den seneste undersøgelse af linjefagsdækningen er gennemført af UNI-C for Undervisningsministeriet, Finansministeriet og Kommunernes Landsforening (Rapport fra arbejdsgruppe, 2006). Se tabel 3.

For det relativt nye skolefag natur/teknik er baggrunden for en stor lærermangel selvindlysende. Natur/teknik kom som et helt nyt fag med folkeskoleloven af 1993, som trådte i kraft i 1994. De første uddannede lærere med linjefaget dimitterede i 2002, altså 8 år senere. Og nogen rigtig massiv efteruddannelse for at give lærere kompetence i det nye fag blev aldrig iværksat i kølvandet på 93-loven.

	Natur/ teknik	Biologi	Geografi	Fysik/ kemi	Dansk	Matematik
Antal klasser indberettet	3.943	1.618	1.299	1.760	5.845	5.792
Linjefagsuddannelse	16 %	57 %	40 %	79 %	64 %	57 %
Kompetencer svarende til linjefag	35 %	22 %	22 %	16 %	23 %	23 %
Andre kompetencer	48 %	21 %	38 %	5 %	13 %	21 %

Tabel 3. Linjefagsdækningen i folkeskolen 2006 i udvalgte fag. Uddrag af undersøgelse udarbejdet af UNI-C for UVM og KL. Kompetencer svarende til linjefag er typisk opnået gennem efteruddannelse.

Regeringen har imidlertid nu afsat 230 mio. kr. til en ekstraordinær indsats på efteruddannelse af lærere og skoleledere i 3 år fra og med 2007. 150 mio. kr. af disse midler afsættes til naturfag, matematik og engelsk – med linjefagsuddannelse i natur/teknik som førsteprioritet blandt flere mulige indsatser. Tilskuddet nedsætter kommunernes direkte udgifter i forbindelse med efteruddannelsen. Målet er, som ministeriet udtrykker det, at alle skoler har mindst én linjefagsuddannet lærer med natur/teknik! Og det er da i hvert fald en begyndelse eller første trin i den “nationale redningsplan for natur/teknik” som udvalget bag “Fremtidens naturfag i folkeskolen” havde blandt sine anbefalinger til regeringen.

¹ Forfatteren er i sin egenskab af forhenværende rektor for Aalborg Seminarium i besiddelse af dokumentation for disse undersøgelser som dog ikke er udformet til offentliggørelse og derfor ikke indgår i referencelisten. Særligt interesserede kan henvende sig til forfatteren.

For de øvrige naturfag på skolens sluttrin er linjefagsdækningen bedre. Fysik/kemi er oven i købet det fag i hele folkeskolens fagrække der gennem en årrække har haft den bedste dækning med linjefagsuddannede lærere. Baggrunden er formodentlig, som UVM og KL selv anfører, at skolelederne vægter linjefagskompetence særlig højt i dette fag fordi det kræver faglig baggrund at vurdere risikoen ved praktiske øvelser. Hertil kommer at fysik/kemi altid har været et prøvefag. I biologi og geografi som først på det allerseneste er blevet prøvefag, er linjefagsdækningen mindre end i fysik/kemi, men dog som i de fleste af skolens fag stigende i forhold til tidligere undersøgelser.

“Lim i skemaet”

Folkeskolen har mange lærere ansat med geografi og biologi som linjefag. De har blot ikke undervist i fagene i en længere årrække. Årsagen er sikkert fagenes lave status i skolen som ikke-prøvefag, og hertil kommer for biologis vedkommende også vanskeligheder ved at gennemføre eksperimentelt og undersøgende arbejde uden for skolen i et skemamæssigt meget lille fag. I adskillige kommuner er den lave status tidligere kommet kontant til udtryk ved at man lokalt er gået under det vejledende timetal ved simpelthen at fjerne en biologi- eller geografitime fra skemaet. Det kan også udtrykkes på den lidet flatterende måde: Biologi og geografi har ligesom visse andre ikke-prøvefag været brugt som lim i lærerens skema når time- og fagfordelingen på skolen skulle gå op. Linjefagskompetence har tidligere ofte været underordnet andre hensyn.

Valgmønstre efter den nye læreruddannelse – analyse eller gætværk

Den nye læreruddannelse giver mulighed for at vælge enten 2 store linjefag eller 1 stort og 2 små linjefag. Selv om fysik/kemi og natur/teknik begge er store linjefag, kan de dog godt vælges sammen i kombination med et 3. mindre linjefag. Baggrunden er selvfølgelig at de 2 fag bygger på det samme fælles grundmodul på 0,6 årsværk.

Hvor mange der fremover vælger 2 eller 3 linjefag, står foreløbigt hen i det uvisse. Fra læreruddannelsesevalueringen fra 2003 ved vi at de studerende mht. spørgsmålet om 3 eller 4 linjefag som dengang var i spil, generelt foretrak 4 frem for 3 linjefag. Om man så heraf kan slutte at de studerende i den nye uddannelse generelt vil foretrække 3 linjefag frem for 2, er imidlertid usikkert. Dels tilkendegiver linjefagenes størrelse klart at nogle fag er vigtigere end andre – eller fylder mere i skolens liv – dels vil de studerende måske med færre valgmuligheder end tidligere i højere grad lade professionshensyn (fx fagenes status, størrelse, samspil og placering i skoleforløbet) indgå i deres overvejelser end tidligere hvor “hjertets valg” var det helt dominerende.

Kompetence i mere end et naturfag

Arbejdsgruppen bag "Fremtidens naturfag i folkeskolen" har fremhævet betydningen af at flere lærere end tidligere får kompetence i mere end et naturfag. Principielt er intet til hinder for at en studerende vil kunne vælge både 2 og 3 naturfag i læreruddannelsen. Men det sker næppe i noget betragteligt omfang. En arbejdsgruppe under det naturfagsdidaktiske videncenter CAND² har forsøgt at analysere fremtidige naturfaglige linjefagsvalg i en dialog med en bredere kreds af naturfagslærere i læreruddannelsen ved møder i København, Odense, Aalborg og Århus.

Det er CAND-gruppens opfattelse at lovens principielle muligheder for tilvalg af mere end ét naturfagligt linjefag kun vil blive udnyttet af marginalt få studerende på landsplan. Det begrundes dels i evalueringen af prøvevalg på to større seminarier efter lovforslagets offentliggørelse, dels i erfaringer fra de studerendes valgmønstre under den nuværende lov³. Også ret få studerende forventes at ville udnytte den nye lovs mulighed for valg af fysik/kemi eller natur/teknik som obligatorisk 1. linjefag.

Det forventes til gengæld at det meget store flertal vil basere deres obligatoriske 1. valg på dansk eller matematik. Forligspartierne har ved at give natur/teknik og fysik/kemi status som dansk og matematik, dvs. som fag der kan vælges som 1. obligatoriske fag, ønsket at give et politisk signal om disse fags særlige betydning. Spørgsmålet er om det overhovedet får nogen virkning.

CAND-gruppens undersøgelser af de studerendes valgmønstre efter 97-loven viser at studerende der vælger 2 naturfag, praktisk taget altid har fagene i kombination med matematik. Et valgmønster med 2 naturfag i kombination med dansk er næsten ikke eksisterende. Der er derfor heller ikke grund til tro at denne kombination vil optræde i den nye uddannelse med færre valgmuligheder. Og når et naturfag har været valgt af studerende med dansk som 1. fag, har der altid været tale om natur/teknik, biologi eller geografi. Fysik/kemi er helt fraværende i kombination med dansk.

Fysik/kemi

På baggrund af prøvevalgene og valgerfaringer fra den gamle læreruddannelse vurderer CAND-gruppen fysik/kemi til at blive det mest "truede" naturfaglige linjefag

2 CAND er *Center for Anvendt Naturfagsdidaktik*. CAND er som videncenter næsten landsdækkende med partnere fra CVU'er overalt i landet. CAND har bl.a. i projekt 1.1 (om udvikling af grunduddannelserne) arbejdet med vurdering af de mulige følger af den nye læreruddannelse. Se i øvrigt www.cand.nu.

3 Prøvevalgene fra de to seminarier (Aalborg Seminarium og Frederiksberg Seminarium) havde ret begrænset deltagelse, i alt ca. 500 studerende, og de konkrete forudsætninger (baggrundsoplysninger mv.) for de studerendes valg er dårligt belyst. Valgene er også sket på lidt forskellige forudsætninger på de to seminarier med hensyn til bindinger i udbuddet af fag. Derfor kan prøvevalgene kun give et fingerpeg om hvordan studerende fremover vil vælge. CAND-gruppen har derfor lagt mere vægt på analysen af valgmønstre under 97-loven. Ingen seminarier laver statistik der giver information om de studerendes linjefagskombinationer. CAND-gruppen har derfor måttet kontrollere denne artikels påstande ved manuelt at gennemgå studieadministrationens udskrevne lister på personniveau på seminarierne i Aalborg og Silkeborg og ved optælling kontrollere at der var dækning for påstandene om de omtalte valgkombinationer.

fremover, valgmæssigt set. Vælges fysik/kemi sammen med matematik, vil det som stort linjefag give en uddannelse med kun 2 store linjefag der begge baserer sig på 2 principielt uafhængige fællesmoduler. Hvis antagelsen om at de studerende i større omfang vil søge kompetence i 3 linjefag, holder, kan denne fagkombination af matematik og fysik/kemi som normalt anses for hensigtsmæssig, være truet.

Natur/teknik

Natur/teknik blev efter 97-loven et ganske populært linjefag (se tabel 1). I den nye uddannelse får det nok lidt sværere odds. Det antydes også i prøvevalgene. Selv om natur/teknik er skolefag på 1.-6. klassetrin, optræder det med ganske få timer – især på de første klassetrin. Som stort linjefag på 1,2 årsværk kommer det til at fylde meget i uddannelsen og arbejdslivet, og vælges det sammen med dansk eller matematik, har man ikke mulighed for at tage et 3. fag. En ringere søgning vil udsætte det tidspunkt hvor skolen har det nødvendige antal uddannede natur/teknik-lærere. Jeg har kendskab til flere skoler der tvinger nyuddannede lærere med natur/teknik ind i 5-8 forskellige klasser hver med ca. 20 elever. Det holder man ikke til ret længe til som lærer!

Store fag er måske sværere?

At natur/teknik og fysik/kemi er blevet store fag, kan måske af de kommende lærerstuderende tolkes som at fagene er blevet sværere og mere krævende. Man kan i hvert fald ikke afvise at en sådan tankegang kunne trives i den kreds af unge som typisk søger læreruddannelsen. Vejledningen forud for linjefagsvalget må i hvert fald nok tage højde herfor.

Naturfagenes ligestilling og sammenhæng

I arbejdsgruppen bag "Fremtidens naturfag i folkeskolen" var der enighed om i videst muligt omfang at søge fagene biologi, fysik/kemi og geografi "ligestillet" i skolen og læreruddannelsen som en af forudsætningerne for at få etableret et større og mere aktivt samspil mellem fagene der typisk lever hver deres liv i skolen. Den ny læreruddannelse afspejler ikke dette. Det grundmodul der nu er beskrevet med identitet, mål og CKF'er for fagene natur/teknik og fysik/kemi, burde også være grundmodul for biologi og geografi. Det beskriver nemlig fællesforløbets betydning for at den studerende kan forstå naturfagenes rolle og samspil i samfundet og i det samlede skoleforløb. Et kig på grundmodulets (fællesforløbets) identitetsbeskrivelse i bekendtgørelsen om læreruddannelsen taler for sig selv.

Identitet for: Det naturfaglige fællesforløb for fagene fysik/kemi og natur/teknik

Fællesforløbet omhandler dels naturfagernes begrundelse og rolle i samfundet og i skolen, fagernes indbyrdes sammenhæng gennem skoleforløbet, dels samspillet med andre af skolens fag.

Det omfatter bl.a. eksemplariske erkendelses- og arbejdsformer i naturfagene samt undervisningsformer, der skal fremme progression i elevernes faglige læring og udvikle deres praktiske færdigheder, kreativitet og lyst til at stille spørgsmål og lave undersøgelser.

Fællesforløbets stofområder er natur, teknik, livsbetingelser og levevilkår samt videnskabsteoretiske og historiske tilgange.

Der indgår almene læringspsykologiske og didaktiske elementer i fællesforløbet som forudsætning for planlægning, tilrettelæggelse og gennemførelse af den konkrete undervisning med henblik på at afdække forskellige perspektiver på børns naturfaglige læring på forskellige alders- og udviklingstrin – herunder andetsprosperspektivet.

Fællesforløbet er forudsætningen for specialiseringsforløbene i linjefagene fysik/kemi og natur/teknik. (citeret fra "Bekendtgørelsen" – bilag 2)

Udbuddet af fag og adgangskrav

De større læreruddannelsesenheder (seminarier) vil formentlig kunne udbyde de fleste af fagene i linjefagsrækken. For mindre seminarier i de tyndere befolkede områder kan man måske risikere at visse af naturfagene ikke kan udbydes eller ikke udbydes til start hvert år, ligesom visse mindre søgte kombinationer af fag kan blive umulige. Meget afhænger dels af det kommende valgmønster, dels også af om der er et tilstrækkeligt antal naturfagligt interesserede studerende der faktisk opfylder adgangskravene til linjefagene i bekendtgørelsen. Adgangskravene er detaljeret fastlagt i uddannelsesbekendtgørelsen og dens bilag 5.

Men helt sikkert er det at den ny læreruddannelse meget hurtigt, og også før de første kandidater kommer ud i skolen, vil blive evalueret på om den bliver i stand til at producere det nødvendige antal naturfagslærere. Svaret er måske allerede givet: Alene det forhold at de studerende i snit i den nye uddannelse kommer til at vælge mellem 2 og 3 linjefag – mod tidligere 4 – vil sammen med den markant ringere søgning til læreruddannelsen som er konstateret de seneste 2 år, betyde færre nye lærere med naturfaglige linjefag.

Referencer

- Andersen, N.O., Busch, H., Horst, S. & Troelsen, R. (2003). *Fremtidens naturfaglige uddannelser*. Uddannelsesstyrelsens temahæfte nr. 7, Undervisningsministeriet.
- Bekendtgørelse om uddannelse til professionsbachelor som lærer i folkeskolen, Bekendtgørelse nr. 219 af 12. marts 2007*. (2006). Undervisningsministeriet.
- Busch, H., Frydensberg Elf, N. & Horst, S. (2004). *Fremtidens uddannelser*. Uddannelsesstyrelsens temahæfteserie nr. 2, Undervisningsministeriet.
- EVA (2003): *Læreruddannelsen*. København: Danmarks Evalueringsinstitut
- Fremtidens naturfag i folkeskolen*. (2006, februar). Rapport fra Udvalget til forberedelse af handlingsplan for naturfagene i folkeskolen, Undervisningsministeriet. www.uvm.dk/06/documents/nat.pdf (lokaliseret 16/4 2007).
- Krogh Jespersen, K. (2007, januar). *Læreruddannelsen i kritisk belysning*. Netudgave på www.folkeskolen.dk/ObjectOtherShow.aspx?ObjectId=45236 (lokaliseret 16/4 2007).
- Lov nr. 579 af 9. juni 2006: *Lov om uddannelse til professionsbachelor som lærer i folkeskolen*. *Rapport fra arbejdsgruppen om efteruddannelse af lærere og skoleledere*. (2006, juni). KL, Finansministeriet og Undervisningsministeriet.

Naturvidenskab efter gymnasiereformen – intentioner og resultater

Jens Dolin, Institut for Naturfagenes Didaktik, Københavns Universitet

Artiklen belyser hvilke udfordringer gymnasiereformen skal være et svar på, og om den er det. Et centralt spørgsmål i den sammenhæng er hvorvidt den tolkning man som følge heraf giver naturvidenskaben, er fornuftig. Forfatteren anvender fysik som eksempel og diskuterer specielt hvorfor fysik er blevet et alment, fælles fag, og hvilke krav det stiller. Endelig fremhæves udvalgte resultater fra nogle af de foretagne evalueringer og hvilke didaktiske udfordringer naturfagslærerne står over for.

Den nye gymnasiereform har nu fungeret i knap to år, og selv om det er for tidligt at afsige endelige domme, tegner der sig dog nogle tendenser som det nok er værd at diskutere. Jeg omtaler kun de obligatoriske niveauer i det almene gymnasium. De skal ses som en (naturlig) forlængelse af folkeskolens naturfaglige undervisning og som et grundlag for en mere studieorienteret undervisning for de særligt interesserede.

Gymnasiereformen som startede august 2005, er ikke grebet ud af den blå luft. Den er nok i sin konkrete udformning et resultat af politiske forhandlinger – med deraf følgende uhensigtsmæssigheder – men den er grundlæggende baseret på et omfattende udviklingsarbejde i forbindelse med *Udviklingsprogrammet for fremtidens ungdomsuddannelser* (Undervisningsministeriet, 1999). Programmet løb 1999-2003, og her blev der for første gang udformet en samlet ramme inden for hvilken det gymnasiale udviklingsarbejde skulle udfolde sig. Inspireret af OECD's tankegange om livslang læring og det voksende fokus på kompetencebegrebet blev der formuleret en række indsatsområder som forsøgsarbejdet skulle beskæftige sig med. Det drejede sig fx om undervisningens organisering, samspillet mellem fagene, kompetenceudvikling, samarbejde mellem skoler m.fl. Programmet finansierede en bred vifte af undervisningsprojekter og efteruddannelsesaktiviteter som blev rapporteret i en lang række publikationer (se us.uvm.dk/gymnasie/udvikling). Ikke mindst fysikundervisningen i det almene gymnasium var et stort forsøgsområde, og som eksempel på rapporter kan nævnes:

Udvikling af fysikundervisningen i det almene gymnasium (nr. 4, august 2000), som var en opfordring til at deltage i forsøg og udviklingsarbejder med undervisningen i

fysik. Opfordringen førte til i alt 77 godkendte projekter, hvor de tre største områder var projektarbejde i fysik, tværfaglige aktiviteter og eksamen. Forsøgene blev evalueret og evalueringerne blev rapporteret i *Forsøg med fysikundervisningen 2000-2002* (nr. 22, november 2002) og *Forsøg med fysikundervisningen 2002-2003 – opsamling af erfaringer* (nr. 50, november 2003).

Samtidig tog den faglige forening i fysik og fagkonsulenten i fysik sammen initiativ til en debat om fysikundervisningen som blev udgivet i *Hvorfor? – et spørgsmål om fysikundervisningen i det almene gymnasium* (nr. 23, november 2002). Heri gav en række fysikdidaktikere og fysiklærere deres bud på hvorfor og hvordan fysik skulle indgå i det almene gymnasium i den kommende reform. Der blev givet en vifte af begrundelser som fokuserede på at fysik skulle være et alment dannende fag for alle, skulle vægte en kompetencetilgang, skulle fastholde de matematiske aspekter og skulle give plads til begejstring. Der blev lagt meget vægt på at det var den naturvidenskabelige tankegang og fysiks betydning for erkendelse og samfund frem for den konkrete viden der var fysiks bidrag til almindelsen, og som var de væsentligste argumenter for fysiks plads i gymnasiet på de grundlæggende niveauer.

Disse tendenser til at fremme fysikkens metaaspekter og til at arbejde kompetencorienteret gik igen i de øvrige naturfag. Specielt det alment dannende aspekt har været genstand for overvejelser, og Fysiklærerforeningen og Uddannelsesstyrelsen afholdt i 2000 en konference med titlen *Fysik og almindelse* (Undervisningsministeriet, 2000) som var med til at sætte fysik på “dannelseslandkortet”.

Jeg vil tro at det er viljen til at stille disse grundlæggende spørgsmål og lødigheden og mangfoldigheden af de givne svar der har været med til at placere fysik som *det* fælles, almindelige naturvidenskabelige fag. Fysik C skal da også ifølge læreplanen give “[...] eleverne en grundlæggende indsigt i naturvidenskabelige arbejdsmetoder og tænkemåder med vægt på almindelsen.”, og de skal kunne “[...] reflektere over indhold og argumentation, samtidigt med at de møder perspektiveringer af faget.” Dvs. en øget vægt på viden om fysik og fagets processider.

Valget af fysik som det fælles naturfag skal nok også ses som en del af det løft gymnasireformen generelt skulle give naturvidenskaberne. Biologi og naturgeografi anses for at være blødere fag, dvs. mindre matematisk orienterede og dermed lettere for eleverne, så disse fag ville på mange måder udgøre en enklere indgang til naturfagene. Men med valget af fysik får alle elever et “rent” naturvidenskabeligt fag – det som mange vil opfatte som det klassiske naturfag. De skal desuden have to af de tre øvrige naturfag (kemi, biologi og naturgeografi) på C-niveau og mindst et af naturfagene på B-niveau.

Som en fælles introduktion til naturfagsområdet blev der udviklet et “Naturvidenskabeligt grundforløb”. Det afvikles i det første semester og er et ligeværdigt samarbejde mellem de fire naturfag. Det er en generel introduktion til naturviden-

skabernes arbejds måder og tankegange og har bl.a. til formål at styrke elevernes interesse for naturfagene. Det er desuden interessant ved ikke at have noget konkret indhold, men udelukkende at skulle fremme de naturfaglige kompetencer. Der er til gengæld gjort en del ud af at beskrive nogle didaktiske principper og arbejdsformer; fx skal det induktive undervisningsprincip prioriteres for at stimulere og opmuntre til selvstændige arbejdsprocesser.

Generelt gælder det at naturfagene i det nye gymnasium er beskrevet i såvel indholds- som kompetencetermer, og at der er formuleret et obligatorisk kernestof som omfangsmæssigt giver plads til at vælge yderligere emner, fx til at fremme kompetencer eller dannelsesaspekter.

Herudover er naturfagene indlejret i et omfattende reformkompleks der stiller store krav til fagligt samspil, og som betyder voldsomme ændringer for de betingelser fagene skal udfoldes på.

Modedefænomener eller nødvendig tilpasning?

Man kan selvfølgelig vælge at sige at alt det nye med kompetencer, fokus på læring og metakognition osv. går over – og tilbage bliver som sædvanlig den konkrete faglige viden. Vi er nogle stykker der kan huske hvorledes projektarbejde og tværfaglighed ved sin indførelse i uddannelsessystemet i begyndelsen af 1980'erne blev udskældt som faglighedssænkende modedefænomener. Men de viste sig at udtrykke en nødvendig faglig udvikling som tilpassede uddannelserne og fagene til samfundets behov. Denne udvikling er fastholdt i reformen skønt det nu, af delvis politiske grunde, kaldes sagsorientering og fagligt samspil og dermed har en lille nuanceforskydning (se fx (Dolin, 2006a)).

Kompetenceorienteringen er en naturlig fortsættelse. Hvor det problembaserede og tværfaglige havde udspring i fagets rolle i samfundet (også videnskabssamfundet), så har det nye fokus på kompetencer sit udspring i det enkelte menneskes position i samfundet og herunder evnen til at kunne bringe sin viden i anvendelse i personlige og samfundsmæssige situationer. Denne individualisering skal kobles til videnskabs-samfundets ændrede vidensforståelse og i det hele taget den øgede vægt som der samfundsmæssigt lægges på viden. Det vidensproducerende samfund (Nowotny, Scott et al., 2001) og det ændrede vidensbegreb (siteret, praksisrelateret) stiller krav til fagene om at skulle fungere som epistemiske kulturer (Knorr-Cetina, 1999), dvs. ikke som vidensopbevarere, men som specifikke måder at skabe viden på.

Kompetencebegrebet indfanger dette aspekt: Den enkeltes evne til – sammen med andre – at producere viden selv, hvilket ofte vil sige at kunne anvende og dermed transformere kendt viden til nye situationer. Også den øgede vægt på dannelse kan ses i dette perspektiv, især hvis dannelse også opfattes som selvdannelse, dvs. den enkeltes gøren faget til sit eget. Hele denne udvikling sætter fagene under pres, og

det gælder måske især ikke-hermeneutiske fag som fysik. Den stiller også krav til lærerne om at kunne forvalte en sådan faglighedsopfattelse. Fagets praksis må ændres i overensstemmelse med de nye mål og styringsdokumenter. Der skal meget kortfattet udtrykt ske en bevægelse fra regning af standardopgaver, indlæring af formler og udførelse af standardøvelser til opstilling af nye problemstillinger og brug af viden på ukendte områder og i kontekstrige, autentiske situationer. Dvs. undervisningen skal i stedet for indlæring af et fast pensum sikre udvikling af vidensdannelsesprocesser og give eleverne et greb om fagets vidensforståelse.

Dette er naturligvis ikke nyt, men en logisk videreudvikling af den tidligere bekendtgørelses krav om at arbejde med forskellige dimensioner af fysikken. Man kan måske sige at dimensionerne bliver mere centrale – samtidig med at de mange forsøgserfaringer inddrages.

Den skitserede opprioritering af det anvendelsesorienterede og reflektive er desuden i overensstemmelse med udenlandske tendenser. Det amerikanske *Project 2061* (<http://www.project2061.org/>) lagde vægt på *science for all*, og det engelske *Beyond 2000* (Millar & Osborne, 1998) fremhævede nødvendigheden af at lære eleverne om naturvidenskaben. Begge projekter har haft stor indflydelse på naturfagsundervisningen såvel i de respektive lande som internationalt. De understreger begge de kulturelle og demokratiske begrundelser for den naturfaglige undervisning på grundniveauerne (dvs. til og med gymnasiets C-niveauer), og de kommer med anbefalinger vedrørende naturfagsundervisningen der langt hen ad vejen er taget hensyn til i reformens læreplaner og vejledninger. Internationalt bæres tendensen af et fælles fokus på *scientific literacy*, således som det fx danner grundlag for PISA's test af naturvidenskabelige kompetencer (<http://www.oecd.org/dataoecd/38/29/33707226.pdf>).

Didaktiske udfordringer

Jeg har i en tidligere artikel i MONA (Dolin, 2005) givet et bud på de vigtigste problematikker inden for naturfagsundervisningen. Af de der direkte vedrører gymnasireformen, vil jeg især pege på følgende:

Reformens krav om *fagligt samspil* mellem de tre hovedområder fordrer inddragelse af videnskabsteoretiske aspekter. Fysik skal i sit samarbejde med andre fag repræsentere den naturvidenskabelige faggruppe, dvs. fysik skal ikke kun bidrage til sagen med fagets konkrete viden, men også med viden og bevidstgørelse om *naturfagernes egenart*. Hvad kan naturfagene (som andre fag ikke kan), hvorledes skabes viden i de forskellige naturvidenskaber, hvilken status har denne viden i sammenligning med anden viden, hvilken rolle har naturvidenskaberne spillet historisk etc.? Der skal således udvikles en lærerbevidsthed og viden om naturfagernes metaperspektiver, dvs. viden om naturfagernes videnskabsteori og videnskabshistoriske hovedtræk. Det kræver en stor forskningsindsats og en omfattende efteruddannelse af lærerne.

Kompetenceorienteringen stiller krav om at kunne se anvendelsen af den konkrete viden som udtryk for fagets centrale kompetencer. Eleverne skal ikke kun lære at måle nøjagtigt, kunne foretage lineær regression eller at finde is' specifikke varmekapacitet – de skal tilegne sig en empiriskompetence. Der skal derfor være en vis generalitet og eksemplaritet i det faglige arbejde. Desuden skal den faglige kompetence opnås gennem en samtidig opøvelse af almene og personlige kompetencer i faget.

Den øgede vægt på *naturvidenskabelig dannelse* er kun mulig hvis der udvikles en vis fælles opfattelse af hvad der skal forstås herved. Dannelsesbegrebet er ikke veldefineret i reformsammenhænge, men det er en kompleks personlighedsorienteret kategori som integrerer fagligt indhold, faglig perspektivering, identitetsarbejde og etik (Dolin, 2006b). At undervise heri er ikke enkelt – især ikke hvis det er uklart hvad det er. Desuden er det et åbent spørgsmål om og hvordan den opnåede dannelse skal indgå i bedømmelsen af eleverne. Det der ikke indgår i karaktergivning, får ikke meget plads i et stærkt karakterorienteret system. Så hele *evalueringsspørgsmålet* er i det hele taget meget afgørende for hvorledes reformen vil udvikle sig. Hvis fx den øgede vægt på skriftlig eksamen slår igennem i flere skriftlige og færre mundtlige prøver, vil det nok øge evalueringens reliabilitet, men på bekostning af validiteten hvad angår metaperspektiver og omverdensrettede kompetencer. Det er meget svært at teste bløde kompetencer i en skriftlig test, og det er vel de færreste autentiske, hverdagsnære situationer hvor elever bruger naturvidenskabelig viden, som kræver skriftlig formulering.

Motivationsproblemet og *læringsproblemet* er to sammenhørende problemer som ligger i forlængelse af de foregående. Hvorledes får vi alle elever med, og hvorledes lærer de bedst naturfag (eller specifikt fysikken)? Den sidste del af spørgsmålet er måske det vigtigste og åbner op for grundlæggende overvejelser over hvornår man egentlig har lært et fag (som fysik). Inden for fagets egne rammer har vi opbygget en forestilling om forståelse baseret på evnen til at kunne gennemføre fagets vigtigste processer (regne opgaver, udføre øvelser, kende formler etc.). Men i en hverdagskontekst er kompetence snarere evnen til at kunne argumentere og handle med brug af fagets viden i komplekse situationer – at kunne tilpasse faget til en hverdagslogik. Det vil sige man skal evne det meget vanskelige at få to forskellige former for viden til at hænge sammen, nemlig hverdagslivets narrative tilgang og fysikkens logisk-deduktive (se fx min ph.d.-afhandling (Dolin, 2002) for uddybning). Det er et centralt formål med det nye tværgående forløb Almen studieforbereelse at gennemføre sådanne processer. Men det er en endog meget svær øvelse at få de to verdener, de to forskellige måder at erkende på, til at hænge sammen. Hverdagslivets mangfoldighed og kompleksitet er simpelthen svær at lukke inde i den naturvidenskabelige reduktion. I dagligdagen bruger vi det erfarede, det kendte, til at forklare det ukendte – i naturvidenskaberne er det omvendt. Her anvender vi det abstrakte og teoretiske,

det usynlige, det ikke-erfaredede, til at beskrive det velkendte. At få eleverne til at gennemføre begge processer fordrer fra lærerside en læringsteoretisk tilgang baseret på en bred vifte af undervisningsformer (herunder evalueringsformer).

Evnen til at kunne engagere og inddrage elevers følelser er afgørende nødvendig for at initiere og gennemføre denne proces. Selv om fysikkens viden (måske) er følelses- og værdimæssigt neutral, så er de der skal lære fysikken, ikke uden værdier og følelser. Hvis elever (ligesom alle andre) skal engagere sig i fysik, skal de have mulighed for at give det værdi for at forholde sig følelsesmæssigt til det. Det er desuden forudsætningen for senere at kunne adskille følelserne fra facts. Et vigtigt element kunne være at fokusere mere på *hvordan* den givne viden er fremkommet, fx ved at fortælle historierne om alle fejltagelserne, og *hvorfor* den er vigtig, frem for kun at undervise i *hvad* der er den rigtige viden. Undervisning med henblik på kompetence og dannelse fordrer netop at man arbejder med det usikre, det kontroversielle etc. (jf. autentisk fysik-projektet (Bangsgaard, Dolin et al., 2001)).

Gymnasireformens første år

Hvordan gik det så med reformens implementering? Jeg vil fremdrage nogle (meget få) resultater af evalueringen af grundforløbet (Dolin, Hjemsted et al., 2006) og af Fysik C (Andersen, Angell et al., 2006).

Grundforløbsevalueringen som omfattede grundige interviews med lærere, elever og ledelse på tre gymnasier gennem efteråret 2005 samt en spørgeskemaundersøgelse omfattende 724 lærere, 2.705 elever og ledelsen på 23 gymnasier, kan ses på <http://www.uvm.dk/06/documents/grund.pdf>. Evalueringen omfattede hele grundforløbet og ikke kun fysik eller de naturvidenskabelige fag, men giver et billede af de fælles problemer og muligheder i grundforløbet og de tværgående bånd, herunder Naturvidenskabeligt grundforløb.

Først og fremmest viste det sig at eleverne i vid udstrækning var i stand til at anvende viden og kompetencer tilegnet i ét fag i andre fag, så den øgede vægt på fagligt samspil har ikke været forgæves. De har også kunnet anvende de tillærte generelle gymnasiale arbejdsformer (såsom notatteknik og mindmap) i fagene. Der er desuden opbygget en evalueringskultur på skolerne og i fagene som på sigt kan vise sig som noget af det mest værdifulde ved reformen.

Det er svært at vurdere fagligheden idet grundforløbet jo netop skal lægge grunden for de næste to og et halvt års arbejde. Generelt anser naturfagslærerne niveauet i læreplanerne for at være for ambitiøst i forhold til den tid der er til rådighed, og en del giver også udtryk for at niveauet er lavere end før reformen. Dette kan skyldes at grundforløbets niveauer er forskellige fra det gamle gymnasiums niveauer og ikke direkte sammenlignelige, men også at kravene er anderledes. Desuden klager mange lærere over at omfanget af det skriftlige arbejde er mindre.

Det er interessant hvorledes kravet om at elever skal kunne skifte retning efter grundforløbet, har medført at fagene har udviklet en faglig kanon. Typisk har fysiklærerne på en skole diskuteret sig frem til fælles emner og tekster i Fysik C og i bidraget til Naturvidenskabeligt grundforløb. Denne diskussion har været frugtbar og givet liv til faggrupperne.

Det naturvidenskabelige grundforløb har fået meget forskellig udformning på de forskellige skoler. Men dette må vel vurderes positivt, ligesom der blandt lærerne er stor tilfredshed med friheden mht. valg af emner og eksperimenter. Af læreplanens kompetencer fokuseres der mest på empirikompetencen. De metodiske aspekter af naturfagene indgår med stor vægt hvorimod de mere videnskabsteoretiske og perspektiverende aspekter fylder væsentligt mindre. Der er desuden et skræmmende lille samarbejde med matematik. Spørgsmålet om hvorvidt Naturvidenskabeligt grundforløb er en anvendelig introduktion til naturvidenskab, skiller lærerne i to nogenlunde lige store grupper.

Lærernes arbejdsvilkår er meget ændrede. Langt de fleste lærere føler et stærkt øget arbejdspress, både pga. ændrede læreplaner og pga. en overvældende mødeaktivitet og følelsen af et stærkt øget dokumentationskrav. Til gengæld er der udbredt tilfredshed med den tvungne teamorganisering, som også viser sig at være en af de vigtigste forudsætninger for succesrig implementering.

Evalueringen af Fysik C omfattede en spørgeskemaundersøgelse blandt 59 lærere og 1.195 elever på 28 gymnasier som i foråret 2006 havde Fysik C, samt fokusgruppeinterview af elever og lærere på 8 skoler. Det overordnede indtryk er at indførelsen af Fysik C er forløbet tilfredsstillende. Faget lever op til de fastsatte mål, og disse ser ud til at passe til målgruppen. Nedtoningen af fysikkens formelle og matematiske sider anses for velbegrundet i lyset af elevernes forkundskaber – selv om der er uenighed blandt fysiklærerne herom. At fysikkens formelle og regnetekniske sider stadig anses for centrale af mange lærere, kommer til udtryk i evalueringsgruppens anbefalinger af at lægge mere vægt på udvikling af elevernes mundtlige kompetencer.

Evalueringen viste at Fysik C-undervisningen overordnet stimulerer elevernes interesse for fysik, dog ikke for elever med stor forhåndsinteresse for matematik. Desuden er der sket et drastisk fald i omfanget af det skriftlige arbejde.

Mange af reformens intentioner må således siges at være blevet opfyldt. Men evalueringerne viste også nogle problemer. Vigtigst er måske at strukturen har indbygget nogle modsætninger som det er svært at komme uden om. De tværgående bånd medfører med de valgte strukturer ofte meget opsplittede forløb i fagene som gør det svært at opnå kontinuitet og progression i enkeltfagernes undervisning.

Mange lærere, især naturfaglige, er stadig præget af pensumtænkning, dvs. underviser efter hvilken viden, typisk defineret gennem bestemte tekster, eleverne skal have, frem for efter hvilke kompetencer de skal opnå. Mange har således vanskeligt ved at

forbinde en overfaglig kompetencediskurs med faginterne begreber og arbejdsformer og i det hele taget at styre efter kompetencemål.

Her er så ikke sagt noget om hvorvidt implementeringsprocessen har været rimelig. Dette afhænger jo i vid udstrækning af det valgte ståsted. Mens Undervisningsministeriet vil sige at problemerne skyldes skolernes manglende forberedelse og læreres manglende vilje til omstilling, vil mange skolers ledelse pege på uklare styredokumenter, og lærerne vil hæfte sig ved den stærkt øgede arbejdsbyrde, følelsen af øget kontrol og den ændrede faglighed. Godt halvdelen af lærerne i grundforløbsevalueringen havde en positiv holdning til reformen da skoleåret startede, mens en fjerdedel var negativt stemt. I slutningen af semestret var kun en fjerdedel positivt stemt mens godt halvdelen havde en negativ holdning. Så noget kunne under alle omstændigheder tyde på at reformen kunne være blevet bedre forberedt. Og dagspressen og Gymnasieskolernes Lærerforenings blad Gymnasieskolen har da også været fyldt med stærkt kritiske indlæg.

Afslutning

Jeg ser ikke reformen som en revolution. Den er et led i den naturlige og nødvendige tilpasning af skolen og naturfagene til samfundsudviklingen og fagudviklingen, og på mange måder lever den op til de krav og de tendenser som kan aflæses af globalisering og videnssamfund. Og ja, så er der vel tale om et vist forfald af traditionelle naturfagstræk og fysikværdier: færre formler og mindre af det traditionelle stof. Men til gengæld er der større fremtidsrettethed: mere faglig valgfrihed, større vægt på reflektive og perspektiverende dimensioner og øget evne til at anvende fagene i ikke-faginterne sammenhænge.

Om naturfagene samlet set er blevet styrket, og om elevernes studiekompetence er øget, er det meget svært at sige noget entydigt om. Måske har flere elever fået en grundlæggende indsigt i naturvidenskaberne og færre en dybere. Det ser i hvert fald ud til at der er sket et drastisk fald i elever der tager Fysik B, mens Fysik A-niveauet er uændret. Men samtidig er mål, niveau og indhold ændret, hvilket vanskeliggør sammenligninger. Studiekompetencen kan først vurderes når eleverne er færdige med gymnasiet og starter på deres uddannelser. Noget tyder dog på at de elever der kommer ud af reformen, nok vil have kendskab til en mindre mængde fagligt stof, men til gengæld vil have nogle styrkede almene og personlige kompetencer og desuden vil have en mere kompetenceorienteret tilgang til fagene. De vil have mindre træning i opgaveregning, men de vil have større evne til fagligt samspil og faglig perspektivering, og de vil have større evne til problembaseret arbejde og studierelevante arbejdsmetoder. Så hvis studieegnethed anses som et spørgsmål om overensstemmelse mellem den studerendes kompetencer og studiets udformning, kan det godt være at nogle videregående studier vil beklage sig. Men det kan de pågældende studier heldigvis selv gøre noget ved.

Den største udfordring set fra gymnasiets side er uden tvivl at mange læreres faglighedsbegreb ikke er i overensstemmelse med gymnasireformens. Her skal der ske en gensidig tilpasning.

Hele denne udvikling i naturfagsundervisningen stiller desuden ganske store krav til lærerne. Det er krav som lærerne ikke har fået forudsætninger for at honorere gennem deres kandidatstudium, og som kun lærere med nyt pædagogikum i et vist omfang har fået belyst. Der er således ikke noget at sige til at mange naturfagslærere føler sig på tynd is og har et stort behov for især fagdidaktisk efteruddannelse. Det bliver derfor spændende at se i hvilket omfang den besparelse i skriftlig rettereduktion som ligger i reformen, rent faktisk bliver brugt til lærernes efteruddannelse som det var hensigten.

Referencer

- Andersen, R.N., Angell, C. et al. (2006). *Evaluering af fysik C*. www.uvm.dk.
- Bangsgaard, T., Dolin, J. et al. (2001). *Autentisk fysik*. Valby.
- Dolin, J. (2002). Fysikfaget i forandring. Læring og undervisning i fysik i gymnasiet med fokus på dialogiske processer, autenticitet og kompetenceudvikling. *IMFUFA-tekster nr. 410*. Roskilde: IMFUFA/RUC. (<http://diggy.ruc.dk/handle/1800/1645>).
- Dolin, J. (2005). Naturfagsdidaktiske problematikker. *MONA, 2005(1)*.
- Dolin, J. (2006a). III.2 Fag, hovedområder og fagligt samspil. I: E. Damberg, J. Dolin & G.H. Ingerslev. *Gymnasiepædagogik*. København: Hans Reitzel.
- Dolin, J. (2006b). I.4 Dannelse, kompetence og kernefaglighed. I: E. Damberg, J. Dolin & G.H. Ingerslev. *Gymnasiepædagogik*. København: Hans Reitzel.
- Dolin, J., Hjemsted, K. et al. (2006). *Evaluering af grundforløbet på stx*. www.uvm.dk.
- Knorr-Cetina, K.D. (1999). *Epistemic Cultures: How the Sciences Make Knowledge*. Harvard University Press.
- Millar, R. & Osborne, J. (1998). *Beyond 2000: Science education for the future*. London: King's College London.
- Nowotny, H., Scott, P. et al. (2001). *Re-Thinking Science: Knowledge and the Public in an Age of Uncertainty*. Oxford, UK: Blackwell Publishers Inc.
- Undervisningsministeriet. (1999). *Udviklingsprogrammet for fremtidens ungdomsuddannelser*. København: Undervisningsministeriet.
- Undervisningsministeriet. (2000). *Fysik og almendannelse*. København: Uddannelsesstyrelsen, Undervisningsministeriet.

Rigtige piger går ikke på htx, men piger er glade for at gå der

– et kvantitativt blik på køn, oplevelser og interesser

Lars Ulriksen, Institut for Curriculumforskning, DPU og Henriette Lind Holmegaard, Center for Ungdomsforskning, LLD, DPU

Artiklen præsenterer de første resultater fra en landsdækkende spørgeskemaundersøgelse blandt htx-elever. Undersøgelsen viser at drengenes valg af htx frem for alt er begrundet i en interesse for naturvidenskab, mens pigerne har flere begrundelser som vægter næsten lige meget. Der er forskelle med hensyn til hvilken type naturvidenskab eleverne interesserer sig for og sætter pris på. Forskellene følger kønnene, men også studieretningerne. Mens en stor del af drengene interesserer sig for teknologi, interesserer den største del af pigerne sig for sundhed og sygdom. Pigerne på htx føler sig godt tilpas på uddannelsen. Samtidig er hver tredje dreng og hver femte pige enig i at "rigtige piger interesserer sig ikke for teknik- og naturvidenskab".

Undersøgelsens afsæt

Htx (højere teknisk eksamen) er den nyeste af de fire gymnasiale uddannelser. Det er også den mindste med sine knap 9.000 elever. Det er ifølge bekendtgørelsen en erhvervsgymnasial uddannelse med fokus på tekniske og naturvidenskabelige fagområder. En ganske stor del af de færdige htx-studenter fortsætter da også på en teknisk eller naturvidenskabelig videregående uddannelse. Htx udgør derfor en interessant uddannelse set i lyset af ønsket om at rekruttere flere studerende til netop disse uddannelser.

Samtidig adskiller htx sig fra de øvrige gymnasiale uddannelser ved at det er en drengueuddannelse: Drengene udgjorde godt 80 % af htx-eleverne i 2005. Man kan derfor – efter temperament eller synsvinkel – sige at det er drengenes sidste fristed eller ulighedens sidste bastion.

Der er derfor flere grunde til at det kunne være interessant at blive klogere på htx-uddannelsen. Derfor har Center for Ungdomsforskning ved Learning Lab Danmark på Danmarks Pædagogiske Universitet sammen med Foreningen af Skoleledere ved

de tekniske skoler (FS) sat et forskningsprojekt i gang som skal give en større viden om htx, htx-eleverne og hvordan de oplever uddannelsen. Projektet, som desuden er støttet af Ingeniørforeningen i Danmark (IDA) og Undervisningsministeriet, har som sit mål at kunne sige noget om hvordan eleverne oplever at gå på htx, om der er dele af uddannelsen som støtter eller hæmmer udviklingen af en interesse for teknik og naturvidenskab og i forlængelse heraf en interesse for at søge videregående uddannelser inden for dette område.

Projektet, som løber fra sommeren 2006 til foråret 2008, omfatter en kvantitativ og to kvalitative dele. De kvalitative dele består dels i observation og interview med elever, lærere og ledelse på to htx-skoler og dels i analyse af bekendtgørelser, vejledning, læreplaner og undervisningsmateriale inden for udvalgte fag. Disse to dele påbegyndes i foråret 2007. I denne artikel vil vi præsentere nogle resultater fra den

Undersøgelsens gennemførelse

Den kvantitative del af projektet består af en netbaseret spørgeskemaundersøgelse blandt alle 1. og 2.g-elever på htx. Undersøgelsen blev gennemført i oktober-november 2006. 3.004 elever har udfyldt spørgeskemaet. Fordi det er en totalpopulationsundersøgelse, og der ikke foreligger præcise tal for antallet af elever i 1. og 2.g, er det vanskeligt at fastlægge en præcis svarprocent. På baggrund af tilmeldingstallene for 2005 og 2006 skulle der være 7.340 elever, men det er altså før nogle elever er faldet fra. I forhold til denne grundpopulation er besvarelsesprocenten 41. Sammenligner man med de senest tilgængelige tal i Statistikbanken (www.dst.dk), som gælder 1.g og 2.g i 2005 (dvs. de nuværende 2. og 3.g-elever), så var der på det tidspunkt omkring 6.000 elever. Det ville svare til en besvarelsesprocent på 50. Da der imidlertid er en stigning i antallet af elever fra 2005 og 2006, samtidigt med at det endnu ikke er dokumenteret hvorvidt frafaldet på de to årgange som er omfattet af gymnasireformen, er mindre, større eller det samme som før reformen, så vil vi skulle finde totalpopulationen et sted mellem de 6.000 og 7.340, og dvs. en besvarelsesprocent på mellem 40 og 50.

Ser man på bortfaldet, så er der stort set den samme kønsfordeling i undersøgelsen som i totalpopulationen. Pigerne udgjorde 19 % af 1. og 2.g-eleverne i 2005, og 20 % af besvarelsene i undersøgelsen kommer fra piger. Der er heller ikke et systematisk bortfald af skoler hvis man ser på om skolerne er beliggende i udkantsområder eller i byer, eller om der er tale om store eller små skoler. Vi har inddelt skolerne i tre kategorier efter størrelse hvor bortfaldet viser sig nogenlunde ens i alle tre grupper. Derimod er frafaldet større på Sjælland og øerne mens der har været større opbakning til undersøgelsen i Jylland. To tredjedele af de jyske skoler har en svarprocent der ligger over 60 % mens det på Sjælland og øerne kun gælder for en fjerdedel af skolerne. Denne overrepræsentation af jyske elever har imidlertid ikke sat sig spor i forhold til køn, skolestørrelse og urbanitet.

Selv om der altså er færre besvarelser end man kunne ønske sig, så viser bortfaldsanalysen at materialet er sikkert nok til at man kan fæste lid til resultaterne. Vi er imidlertid forsigtige med at konkludere på mindre forskelle som viser sig i analyserne, men fokuserer på de større tendenser.

kvantitative del af projektet som består i en spørgeskemaundersøgelse blandt alle elever som gik i 1.g eller 2.g på htx i efteråret 2006 (se tekstboks).

Spørgeskemaet er konstrueret i nogle hovedafsnit som omfatter elevernes baggrund, deres begrundelser for valg af htx, deres oplevelser af at gå på htx og af fagligheden på uddannelsen, deres interesser i forhold til teknik og naturvidenskab og deres overvejelser om hvad de skal efter de har afsluttet htx. I alt er skemaet på 45 spørgsmål hvoraf de 4 var åbne. I denne artikel vil vi efter en kort præsentation af nogle generelle resultater vedrørende htx sætte fokus på spørgsmålet køn og htx og på spørgsmålet om hvilke interesser eleverne har i forhold til teknik og naturvidenskab.

Oplevelsen af htx

Først og fremmest tegner spørgeskemaet et billede af yderst tilfredse htx-elever, og det gælder både pigerne og drengene. Knap halvdelen (44 %) er meget tilfredse og stort set resten (52 %) er tilfredse. Flere piger end drenge er enige i at skolen har gode sociale aktiviteter (67 % over for 59 %), og at skolen gjorde meget for at tage imod eleverne (76 % over for 70 %).

Eleverne er blevet bedt om at erklære sig enige eller uenige i nogle udsagn vedrørende htx. Her viser det sig at en større del af drengene end pigerne på htx oplever htx som en teoretisk uddannelse mens pigerne i højere grad opfatter den som praktisk. 56 % af drengene er enige i at htx er en teoretisk uddannelse mod 47 % piger. Stiller man spørgsmålet om hvorvidt de oplever htx som en praktisk uddannelse, bliver forskellen større. 70 % af pigerne er enige eller helt enige i at uddannelsen er praktisk, mod 59 % af drengene.

Denne forskel i oplevelsen hænger formentlig både sammen med de forventninger eleverne har til uddannelsen, og med deres opfattelse af hvad 'praktisk' og 'teoretisk' betyder. En større del af drengene end af pigerne har overvejet en erhvervsuddannelse i stedet for htx (jf. nedenfor), og det kan meget vel have betydning for oplevelsen af htx som teoretisk eller praktisk. Om drengene og pigerne forstår de to ord forskelligt, er det imidlertid ikke muligt at sige noget om ud fra spørgeskemaet.

Piger og drenge og valget af htx

Spørgsmålet om unges interesse for teknik og naturvidenskab i almindelighed og pigers og kvinders interesse i særdeleshed har haft en del opmærksomhed i de seneste år (Troelsen, 2005). Søgningen til de tekniske og naturvidenskabelige uddannelser er kønsmæssigt ret skæv selv om der er nogle væsentlige forskelle mellem forskellige typer af uddannelser. Som Rie Troelsen (2005, s.19) gør opmærksom på, så er det ikke alle uddannelser som oplever de samme problemer: Fysik mærker det mere end kemi, og på biologi, geografi og medicinstudiet er de kvindelige studerende i overtal. Hertil kan man føje at der også på ingeniøruddannelser er store forskelle afhængigt

af hvilken retning der er tale om (relativt flere inden for fx kemi og levnedsmiddel og færre inden for elektronik, ifølge Statistikbanken (www.dst.dk) den 15. februar 2007). Tilsvarende har de professionsorienterede uddannelser med store elementer af naturvidenskab, som farmaceut- og dyrlægestudierne, heller ikke problemer med at tiltrække kvindelige studerende.

Undersøgelsens opmærksomhed på htx-elevernes interesser hænger sammen med disse spørgsmål om køn i tilknytning til htx-uddannelsen. Det er her interessant at kigge nærmere på forskelle og ligheder i pigernes og drengenes interesser for teknik og naturvidenskab sammenlignet med den profil htx-uddannelsen har. Som det andet bliver interesserne for naturvidenskab interessante i relation til hvilket søgningsmønster disse interesser producerer i forhold til de videregående uddannelser.

Spørgeskemaundersøgelsen på htx omfatter altså de unge som har valgt en teknisk og naturvidenskabelig uddannelse, og den kan derfor sige noget om deres interesser og forskellene imellem dem.

Hvorfor htx og hvorfor ikke?

Når det gælder elevernes begrundelser for at vælge htx og deres interesser i teknik og naturvidenskab, viser der sig nogle interessante forskelle. Knap halvdelen af alle elever (47 %, men lidt flere af pigerne end drengene) var i tvivl om de skulle vælge htx eller noget andet. Men mens langt de fleste af pigerne (nemlig 63 %) vaklede mellem stx (det almene gymnasium) og htx, var det for de tvivlende drenge omkring halvdelen. Derimod vaklede 24 % af de drenge som var i tvivl, mellem htx og teknisk skole. Det var til sammenligning kun 8 % af de tvivlende piger som stod i den overvejelse.

Pigerne på htx er med andre ord enten overbeviste htx'ere eller overvejende bogligt orienterede mens en større del af drengene (11 % af den samlede gruppe af drenge) har haft en orientering mod en erhvervsuddannelse selv om den største gruppe af tvivlende drenge ligesom pigerne har skelet til stx. Tilsvarende er der både forskelle og ligheder når eleverne skal angive hvad der var udslagsgivende for deres valg af htx (se figur 1).

Som det fremgår af figur 1, er det de samme tre begrundelser som vælges hyppigst af drengene og pigerne:

1. Jeg har interesse for teknik- og naturvidenskab
2. Jeg skal bruge htx til at læse videre
3. Jeg slipper for de fag på stx og htx som jeg synes er overflødige.

Uddannelsesvalget er altså både et tilvalg af teknik og naturvidenskab og et fravalg af nogle andre fag. Men selv om rækkefølgen er den samme for drenge og piger, så er der en påfaldende forskel i andelen af drengene og pigerne som har krydset begrun-

	Piger	Drenge
På grund af min interesse for teknik- og naturvidenskab	48 %	67 %
Jeg skal bruge htx til at læse videre	45 %	46 %
Jeg slipper for fag på hhx og stx (det almene gymnasium) som jeg synes er kedelige eller overflødige	41 %	38 %
Jeg er god til naturvidenskab	20 %	24 %
Jeg havde hørt at htx har gode faciliteter (bygninger, computere, laboratorier)	20 %	23 %
Jeg havde hørt godt om de fag man har på htx	26 %	20 %
Jeg havde hørt godt om undervisningen	15 %	11 %
Jeg vidste ikke hvad jeg ellers skulle	9 %	11 %
Jeg har svært ved "de bløde fag" de har på stx (det almene gymnasium) (fx historie og religion)	12 %	11 %
Jeg skal bruge htx til at få et job	6 %	9 %
Jeg havde hørt at der er en god stemning på skolen	14 %	7 %
Skolen har et godt ry sammenlignet med hhx, hf og stx (det almene gymnasium)	8 %	6 %
Dem jeg kender, går på htx	2 %	5 %
Dem der valgte stx (det almene gymnasium) og hhx, er ikke mine typer	10 %	3 %
Det gav mig den korteste transporttid	1 %	1 %
Jeg havde hørt at man på htx kan få lov til at se ud som man vil	2 %	1 %

Figur 1. De overvejelser eleverne angiver som afgørende for valg af htx – der måtte sættes tre krydser. Sorteret efter faldende prioritering hos drengene.

delserne af. Mens stort set lige store andele af de to køn har afkrydset nr. 2 og 3, så er der større forskel for den hyppigst valgte – interessen for teknik og naturvidenskab. Her har 67 % af drengene, men "kun" 48 % af pigerne valgt den begrundelse. Det betyder at mens den for drengene er langt den hyppigst valgte begrundelse, så ligger den for pigerne mere lige med de to øvrige i top-tre. En tilsvarende forskel mellem én dominerende interesse blandt drengene og en mere jævn fordeling hos pigerne finder vi også i valg af studieretning. Her er én studieretning valgt af langt flere drenge end de øvrige. 35 % af drengene har valgt Mat A-Fys A mens næstflest har valgt Teknologi A-Design B og Kommunikation/It A-Engelsk A (begge 10 % af drengene). Blandt pigerne er derimod fire retninger stort set lige populære: Kemi A-Biologi B (19 %), Mat A-Fys A og Mat A-Biologi B (begge 18 %) og Teknologi A-Design B (17 %).

Der er med andre ord blandt pigerne en mindre dominerende *interesse* for teknik og naturvidenskab når de skal angive begrundelser for deres uddannelsesvalg. Til gengæld oplever over halvdelen af pigerne (57 %) dog at interessen for naturvidenskab bliver større undervejs på htx, mens dette tal tilsvarende er 44 % for drengenes vedkommende. Der er således flere piger som oplever at deres interesse for naturvidenskab skærpes i mødet med uddannelsen.

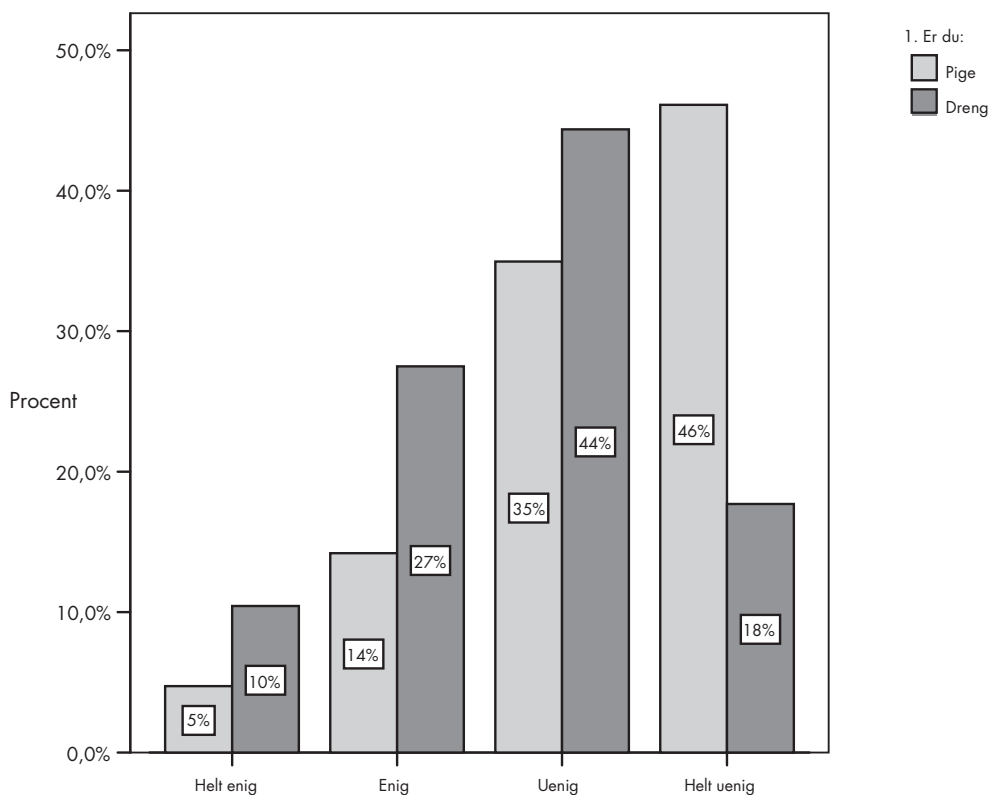
I spørgeskemaet har vi spurgt eleverne hvorfor de tror der er færre piger end drenge på htx. Eleverne har fået et antal udsagn at vælge imellem og har kunnet erklære sig helt enig, enig, uenig eller helt uenig i hvert udsagn. Spørgsmålet giver derfor ikke nødvendigvis et svar på *hvorfor* der er denne forskel, men det giver adgang til den blanding af forskellige forestillinger, fordomme og erfaringer som findes blandt eleverne. Flest er enige i at det er fordi mange piger ikke interesserer sig for matematik og fysik, og at pigerne ikke vælger htx da de tror drengene er nørdere. Begge udsagn er 75 % af eleverne enige eller helt enige i. Tredjeflest (66 %) er enige i at det er "på grund af teknologidelen, som mange piger synes er uinteressant". Når eleverne skal forklare hvorfor der ikke er så mange piger på htx, mener eleverne altså især at det skyldes pigernes manglende interesse for matematik, fysik, teknologi og de nørdede drenge.

Der er imidlertid i nogle af svarmulighederne en ret stor forskel mellem drengenes og pigernes svar. Således mener 66 % af drengene at undervisningen på htx er mere rettet mod drengenes interesser end pigernes. Kun 45 % af pigerne vælger denne begrundelse. Drengenes forklaringsmodel for den skæve kønsfordeling på htx er således atter at det er pigernes interesser som kolliderer med htx' organisering. Derudover mener 39 % af drengene mod 29 % af pigerne at de få piger skyldes at "pigerne har sværere ved fagene på htx, da de ikke er lige så gode til teknik- og naturvidenskab som drengene". Det er altså (igen især ifølge drengene) ikke kun pigernes interesser, men ligeledes deres faglige viden den er gal med.

Der er imidlertid ikke noget der entydigt tyder på at pigerne klarer sig dårligere end drengene. Det generelle billede er at flere af pigerne end af drengene synes det ikke er så svært at følge med, og samlet set er der ingen forskel på hvor godt de synes de klarer sig. Går man specifikt ind i de tekniske og naturvidenskabelige fag, så er der lige mange drenge og piger som synes de klarer sig godt, men flere drenge end piger som synes de klarer sig meget godt. Det kan enten være fordi de gør det, eller det kan være et udtryk for at pigerne er mere beskedne i deres selv vurdering. Ser man på eksamens- og årskaraktererne for Fysik A fra 2006 (http://www.uddannelsesstatistik.dk/pls/www_ndb/ndb), ligger pigerne højere end drengene i mundtlig eksamen og skriftlig årskarakter mens drengene ligger højest i den skriftlige eksamen og den mundtlige årskarakter.

Selv om der altså viser sig nogle forskelle på elevernes oplevelse af køn og interesser, er det omvendt vigtigt at holde fast i at der er et stort flertal som *ikke* mener der er en sådan kønsforskul med hensyn til interesser og færdigheder. Men besvarelsene

fortæller noget om de forestillinger de unge skal forholde sig til når de vælger gymnasial uddannelse. Det gælder forestillingen om nørder på htx, men også forestillingen om hvad "rigtige piger" kan, gør og interesserer sig for. På svarmuligheden "Rigtige piger interesserer sig ikke for teknik- og naturvidenskab" er 37 % af drengene og 19 % af pigerne enige (se figur 2). Figuren rejser en interessant problemstilling omkring htx-drengenes normer og forestillinger om hvad "en rigtig pige" er og interesserer sig for, og ikke mindst de konsekvenser disse normer og forestillinger konkret får for pigerne på htx. Samtidig er det påfaldende at knap hver femte pige på htx er enig i at "rigtige piger" ikke interesserer sig for naturvidenskab. Også disse pigers forestillinger om hvad rigtige piger er, og om det er efterstræbelsesværdigt at være en "rigtig pige", kan give et indtryk af de overvejelser som også må foregå når piger skal vælge gymnasial uddannelse. Her får vi svar fra elever som *har* valgt en teknisk og naturvidenskabelig uddannelse. Spørgsmålet er hvordan det ser ud for de elever som fravælger teknik og naturvidenskab hvad enten det er for ikke at blive opfattet som en nørd eller for at være en rigtig pige. Disse inklusions- og eksklusionsmekanismer er en del af undersøgelsens kvalitative fokus.



Figur 2. Grad af enighed i udsagnet "Rigtige piger interesserer sig ikke for teknik- og naturvidenskab".

Samtidig bliver disse kønsperspektiver yderligere interessante i relation til hvorvidt den skæve kønsfordeling reelt opleves som et problem. Er det overhovedet efterstræbelsesværdigt at rekruttere flere piger til htx? Skal man tro eleverne som har svaret på spørgeskemaet, så er de få piger et problem – for nogle af eleverne! En stor del af drengene ville gerne have at der var flere piger: 78 % af drengene svarer ja til at det ville være godt hvis der var flere piger, mens 21 % ikke mener det har nogen betydning for dem. Kun 2 % synes ikke det ville være godt. Derimod mener en stor del af pigerne ikke at det er et problem med de få piger: 54 % af pigerne svarer at det er uden betydning for dem om der kom flere piger eller ej. De øvrige piger er delt lige over i en gruppe som svarer nej til at det ville være godt med flere piger, og en gruppe som svarer ja. Begge grupper udgør 23 % af pigerne.

Der kan være forskellige bud på forklaringer af denne forskel. Ét bud er at pigerne på htx har det godt, de synes de klarer sig godt fagligt, trives socialt og at skolen har taget godt imod dem. De oplever ikke de mangler noget ved at der ikke er flere piger end der er, og derfor er det ikke noget de bekymrer sig om. Derimod savner drengene en større repræsentation af piger for at få et anderledes ungdomskulturelt miljø. En anden mulighed er at pigerne tildeles en særlig opmærksomhed både fra skolens side og de mandlige elever, og et bud kan være at pigerne ikke ønsker konkurrence om denne opmærksomhed.

Et tredje bud knytter sig til det forhold at valget af htx for 10 % af pigerne (figur 1) samtidig var et fravalg af eleverne på hhx og stx der ikke er "mine typer". I det åbne spørgsmål "Har du andre forklaringer på, hvorfor der er færre piger end drenge på htx, kan du skrive dem her" giver flere respondenter udtryk for at der på htx hersker en særlig pigekultur som skiller sig ud fra de øvrige gymnasiale uddannelser: *"Fordi at de fleste piger godt kan lide at være dullede, vælger de STX. De siger at HTX er for nørder, og det gider de ikke"*. Det er sandsynligt at i det mindste en del af htx-pigerne ikke ønsker samme dyrkelse af krop, mode og udseende som de mener karakteriserer en stor del af pigerne på hhx og stx, og at deres valg af htx netop er et valg af det "drenge-pigede" og et fravalg af det "dullede".

En anden mulighed berøres af en anden respondent i det åbne spørgsmål: *"Da de fleste piger på HTX er meget drengede gør det, at nye piger på første år som kommer og er mere pigede, bliver talt om med en negativ holdning. Det kan bl.a. være tøjet eller deres makeup... Derfor er det kun piger, der er drengede, som ender med at blive"*. Citatet indikerer at der sker bevægelse i pigernes ageren af deres køn fra de starter på htx, til de bliver indgroede htx'ere. Et skred der, som respondenten fortæller, betyder at man hvis man som pige ønsker at blive på htx, ikke samtidig kan dyrke tøj, makeup og andre pigede komponenter. Det er simpelthen direkte ekskluderende at være en "dulle" eller "meget piget".

Set i dette lys kan det forhold at en stor del af pigerne i undersøgelsen ikke har noget

særligt ønske om at der kommer flere piger på htx, være et udtryk for at de forventer at flere piger på htx vil forstærke den kultur som htx-pigerne oplever findes på de andre gymnasiale uddannelser hvor pigerne i højere grad indgår som "rigtige piger" med "smart tøj og makeup" for at få opmærksomhed og anerkendelse. Flere piger på htx vil set i det lys øge risikoen for at der udvikles et særligt piget udtryk, hvilket kan få konsekvenser for pigerne der vil få sværere ved at blive inkluderet som nogle der samtidig interesserer sig for teknik- og naturvidenskab (figur 2). Hasse (2002) finder tilsvarende træk i de kvindelige studerendes arbejde med at blive anerkendt som rigtige fysikstuderende. Kun 18 % af drengene er helt uenige i at rigtige piger ikke interesserer sig for teknik- og naturvidenskab. Det er i den forbindelse interessant hvordan kategorien "rigtig pige" forstås af eleverne, og hvilken betydning det har for pigerne at bestemte kvindelige kønsudtryk stilles i et modsætningsforhold til interessen for teknik- og naturvidenskab.

Dette er dog blot mulige forklaringer på at en stor del af htx-pigerne ikke ønsker flere piger på htx. Når den kvalitative empiri er i hus, vil vi kunne sige mere om *forklaringerne* på nogle af de forhold vi finder i det kvantitative materiale – således også hvorfor piger ikke nødvendigvis ønsker sig flere piger på htx.

Interesser for naturvidenskab

Vi har i spørgeskemaet stillet to spørgsmål som retter sig direkte mod elevernes interesser for teknik og naturvidenskab. Det ene trækker på ROSE-undersøgelsen (Relevance of Science Education), hvor 15-årige skoleelever i en række lande besvarede spørgeskemaer om deres holdninger til og interesser for naturvidenskab (Sjøberg & Busch, 2005). I ROSE-spørgeskemaet blev der givet en række specifikke områder ("Hvad vi drømmer om natten, og hvad drømmene betyder", "Hvordan atombomben virker", "Brugen af laser i teknologier" etc.) hvor eleverne skulle angive i hvor høj grad de ønskede at lære om det. Resultaterne fra undersøgelsen peger på meget store forskelle mellem hvad drenge og piger gerne vil lære noget om, og også at pigernes interesser for en dels vedkommende ligger i kanten af de klassiske naturvidenskabelige læseplaner (Busch, 2004a, Sjøberg & Busch, 2005).

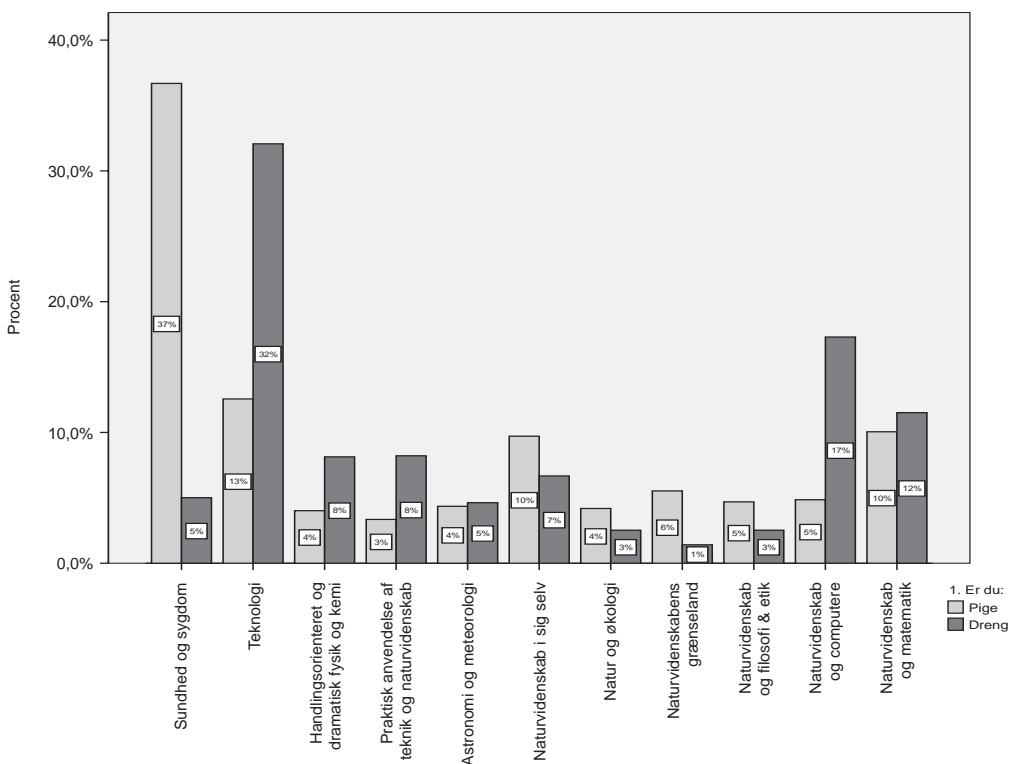
I vores skema tog vi udgangspunkt i nogle af de kategorier som ROSE-undersøgelsen samlede enkeltudsagnene i (konkret kategorierne som er brugt i Busch, 2004b), mens nogle af de konkrete spørgsmål blev brugt som eksempler på hvad kategorien dækkede over. Hertil føjede vi yderligere nogle overkategorier så der i alt var 11 forskellige kategorier (se tekstboks). Det gjaldt eksempelvis en skelnen mellem en interesse for at forstå hvordan konkrete teknologier virker (kategorien "Teknologi"), og en kategori som sigtede mere på en "gør det selv-dimension" (kategorien "Praktisk anvendelse af teknik- og naturvidenskab") for at indfange den praktiske interesse for teknik og naturvidenskab. Eksempler på andre tilføjelser var et spørgsmål som sigtede mod de

mere filosofiske dimensioner i naturvidenskaben, og et spørgsmål som rettede sig specifikt mod en interesse for computere.

I spørgeskemaet var spørgsmålet formuleret således: "Hvilken form for naturvidenskab interesserer dig mest?" Uanset at det ikke nødvendigvis fortæller hvad eleverne er interesserede i at arbejde med i skolen, fordi dét at interessere sig for noget er et vidt begreb (jf. Troelsen, 2006), så giver det dog et billede af i hvilken retning interesserne bevæger sig.

Det andet spørgsmål om interesse rettede sig mod hvad eleverne bedst kan lide ved teknik- og naturvidenskab. Her er der altså ikke i sig selv mulighed for at skelne mellem forskellige former for naturvidenskab, men det giver et billede af hvad eleverne forbinder med teknik- og naturvidenskab.

I figur 3 kan man se hvordan drengene og pigerne har svaret på spørgsmålet om hvilken form for naturvidenskab som interesserer dem mest. Eleverne måtte sætte ét kryds, og de har altså skullet vælge det de synes er mest interessant. Det betyder omvendt ikke nødvendigvis at de *ikke* interesserer sig for de øvrige former, men at det ikke er dem de vægter højest.



Figur 3. Svar på spørgsmålet "Hvilken form for naturvidenskab interesserer dig mest", særskilt for køn. Der måtte sættes ét kryds.

Kategorier for interesse

19. Hvad kan du bedst lide ved teknik- og naturvidenskab? (Sæt ét kryds ved det udsagn du synes er vigtigst).

- At det er dejligt konkret
- At det er viden man kan lære udenad
- At det kan anvendes
- At det er abstrakte tanker og ideer
- At der tit er øvelser der gør det lettere at lære
- At det giver mulighed for eksperimentering og udvikling
- Jeg er god til det
- At der kun er ét svar på tingene
- At det giver mulighed for at være kreativ
- At det handler om nogle grundlæggende spørgsmål i livet
- Jeg kan ikke lide teknik- eller naturvidenskab

20. Hvilken form for naturvidenskab interesserer dig mest? (Du må sætte ét kryds. Læs alle svarene med eksempler igennem inden du besvarer spørgsmålet).

- Sundhed og sygdom (Hvordan påvirker narkotika kroppen? Hvilken viden findes der om kræft? Hvordan er absorptionsevnen i solcreme, og hvor effektiv er forskellige solfaktorer? Hvad gør usund kost ved kroppen?)
- Teknologi (Teknikken bag teknologien, for eksempel hvordan kan mobiltelefoner sende og modtage SMS'er? Hvordan virker en computer? Hvordan bruges laser i strekkoder? Hvordan virker solceller?)
- Handlingsorienteret og dramatisk fysik og kemi (Hvordan virker atombomben? Hvordan virker biologiske og kemiske våben? Hvordan kan kunstgødning blive til sprængstof? Hvordan fungerer et atomkraftværk?)
- Praktisk anvendelse af teknik- og naturvidenskab (Hvordan konstruerer man et fjernsyn? Hvordan laver man et biologisk rensningsanlæg?)
- Astronomi og meteorologi (Hvad er sorte huller? Hvordan udforsker man stjerner? Hvordan finder man ud af hvordan vejret bliver?)
- Naturvidenskab i sig selv (Hvordan er atomer bygget op? Hvordan analyserer man et kemisk stofs egenskaber? Hvad går relativitetsteorien egentlig ud på?)
- Natur og økologi (Hvordan indvirker drivhuseffekten på naturen? Hvordan bliver naturen påvirket af menneskers brug af den? Hvad er klimaforandringer, og hvilken betydning har de?)
- Naturvidenskabens grænseland (Hvad gør akupunktur ved kroppen? Hvilke forsøg findes om tankelæsning, og hvad viser de? Kan naturvidenskaben forklare overnaturlige fænomener som for eksempel spøgelser?)
- Naturvidenskab og filosofi og etik (Skal man bremse opfindelser hvis de kan misbruges til at skade mennesker? Hvilke former for forskellige måder at tænke naturvidenskab på findes der? Hvordan blev universet skabt?)
- Naturvidenskab og computere (Hvordan laver man et computerspil? Hvordan kan man designe en hjemmeside så folk klikker de steder man vil have dem til?)
- Naturvidenskab og matematik (Hvordan laver man et matematisk bevis? Hvordan laver man matematiske modeller til at beregne for eksempel usikkerhed ved atomkraftværker eller klimaforandringer?)

Top-tre for pigerne er “Sundhed og sygdom” (37 %), “Teknologi” (13 %) og en delt tredjeplads til “Naturvidenskab i sig selv” og “Naturvidenskab og matematik” (begge 10 %). For drengene er det “Teknologi” (32 %), “Naturvidenskab og computere” (17 %) og “Naturvidenskab og matematik” (12 %).

Der er altså for begge køn et emne som er langt det mest populære, og der er derfor også en markant forskel mellem de to køns præferencer. Her er der en parallel til ROSE-undersøgelsen som også finder store forskelle mellem kønnene (Busch, 2004a, s. 35). Det gælder både de få drenge som nævner Sundhed og sygdom (5 %), og de få piger som vælger Naturvidenskab og computere (5 %). Omvendt er den form som næstflest piger vælger, også den form for naturvidenskab som nævnes af flest drenge. Tilsvarende kan drengene og pigerne mødes om Naturvidenskab og matematik. Mens der altså ikke kan findes en fuldstændig modstilling i to køns præferencer, så er der alligevel en markant kønsforskel som kan være relevant at tænke ind i uddannelses- og undervisningsplanlægningen. Det gælder også kategorien Teknologi som er så bred at det ikke er givet at de to køn har hæftet sig ved de samme elementer i kategorien (ligesom der kan være forskelle inden for hvert køn).

I et andet spørgsmål har vi bedt eleverne svare på hvad de bedst kan lide ved teknik- og naturvidenskab (se figur 4). Her er det de samme tre muligheder som ligger øverst for både piger og drenge:

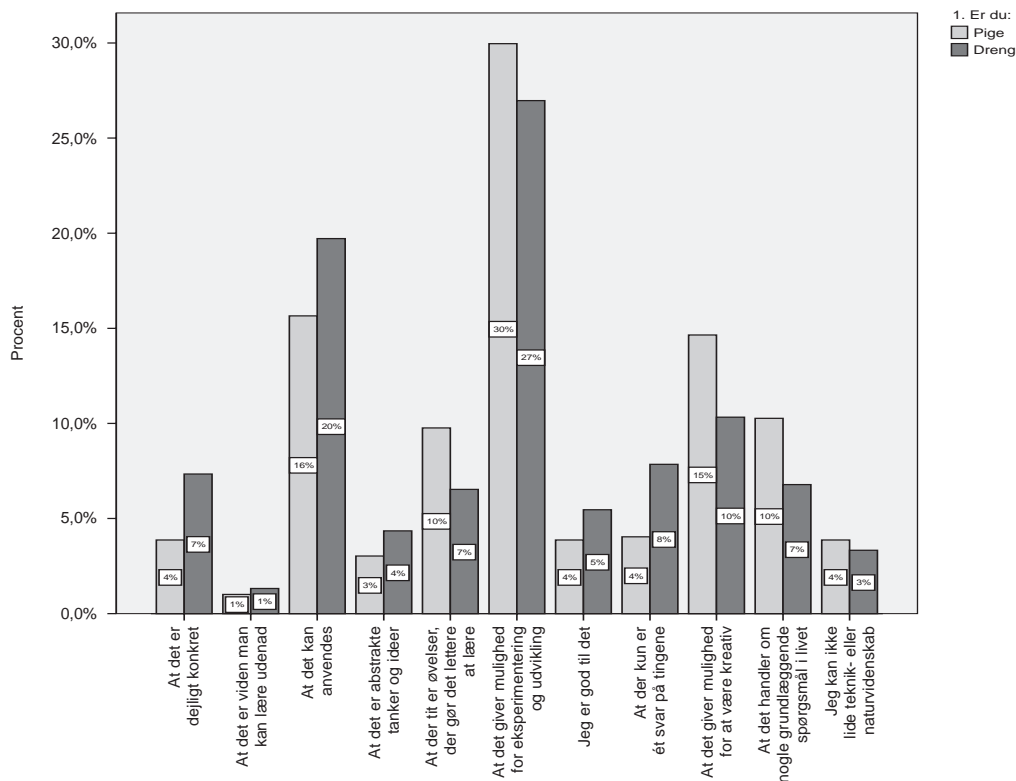
- at det giver mulighed for eksperimentering og udvikling
- at det kan anvendes
- at det giver mulighed for at være kreativ

Selv om der er enighed om de tre højest prioriterede begrundelser, så svarer flere piger end drenge “eksperimentering og udvikling” og “mulighed for at være kreativ” mens flere drenge end piger svarer “at det kan anvendes”. Samtidig er der klare forskelle fra nummer et til to til tre blandt drengene mens pigernes nummer to og tre er mere lige.

Går man længere ned i prioriteringerne, er der flere piger end drenge som fremhæver at teknik- og naturvidenskab “handler om grundlæggende spørgsmål i livet”, og “at der er øvelser, som gør det lettere at lære”, mens flere drenge end piger nævner “at der kun er ét svar på tingene”, og “at det er dejligt konkret”. I de øvrige muligheder er der ret små forskelle mellem besvarelsene.

Samlet er der altså et billede af at htx-eleverne lægger vægt på det eksperimenterende og kreative. Men der er også træk som peger i retning af at pigerne på htx er mere orienterede mod det abstrakte, menneskelige og filosofiske i naturvidenskaben mens flere drenge er tiltrukket af det konkrete og eksakte.

Disse forskelle er imidlertid ikke alene noget der knytter sig til kønnet. Der er også en sammenhæng mellem valg af studieretning og interesser – naturligvis fristes



Figur 4. Svar på spørgsmålet "Hvad kan du bedst lide ved teknik- og naturvidenskab", særskilt for køn. Der måtte sættes ét kryds.

man til at sige: Det er vel at forvente at elever som vælger forskellige studieretninger, også har forskellige interesser. Eleverne har angivet studieretninger ved at vælge kombinationer af fag på A- og B-niveau fordi skolerne kalder studieretningerne noget forskelligt.¹

Hvis man alene ser på de studieretninger som har 100 elever eller flere repræsenteret i materialet, fremgår det ikke overraskende at elever med Mat A og Biologi B har en meget større andel som interesserer sig for sundhed og sygdom (28 % mens det er 11 % for hele populationen). Omvendt har kun 12 % af Mat A og Biologi B-eleverne angivet teknologi mens det gælder 28 % af eleverne samlet og eksempelvis 49 % af elever som har valgt Teknologi A og Samfundsfag B. Det er også færre af eleverne med Mat A-Fys A som har angivet denne interesse. Eleverne på studieretning med Mat A og Fys A er til gengæld overrepræsenteret i gruppen som interesserer sig for hand-

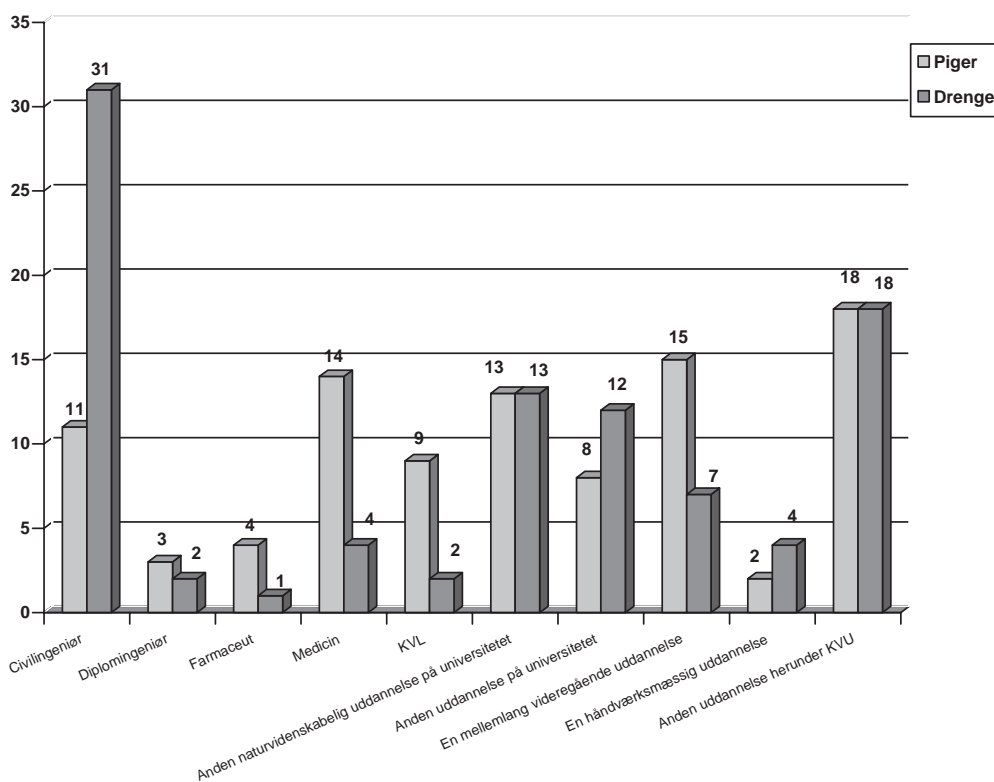
1 Nogle af eleverne har ikke valgt studieretning fordi skemaet er udfyldt i oktober og november. De er rubriceret i gruppen "Andet", men de elever som ikke kan huske deres studieretning, eller som har andre studieretninger end de nævnte (fx en del med kemi på A-niveau), har også sat kryds ved "Andet". På grund af denne spredning i typen af elever inddrager vi ikke denne gruppe i analysen.

lingsorienteret naturvidenskab (men altså ikke nødvendigvis praktisk anvendelse, hvor de ikke skiller sig ud), og i gruppen som interesserer sig for naturvidenskab i sig selv (sammen med Mat A-Biologi B-eleverne).

Når det gælder svaret på hvad eleverne godt kan lide ved teknik- og naturvidenskab, er der mindre udsving end med hensyn til hvad de interesserer sig for. Flere elever med Mat A-Fys A nævner at der kun er ét svar (11 %), mens det er 7 % for hele gruppen. Omvendt er det kun 7 % af Mat-Fys-eleverne som nævner at det er kreativt, mens det er 17 % og 16 % af eleverne med Kommunikation/It A-Samfundsfag B og Teknologi A-Samfundsfag B.

Interesser, køn og fremtid

I forhold til elevernes fremtidsplaner spiller pigernes og drengenes interesser for naturvidenskab igen en rolle. For drengenes vedkommende er der en klar hitter blandt de videregående uddannelser, da 31 % af drengene ønsker at læse til civilingeniør.



Figur 5. Svar på spørgsmålet "Hvilken uddannelse regner du med at starte på (sæt gerne flere krydser)". Kun de elever som angav at forvente at begynde på en uddannelse, har svaret.

Derudover fordeler størstedelen af drengene sig i naturvidenskabelig uddannelse på universitetet, anden uddannelse på universitetet og andre uddannelser (herunder en kort videregående uddannelse). Disse kategorier tegner tilsammen 74 % af drengene. Pigenes ønsker om videregående uddannelse samler sig ikke i nær så store klumper som drengenes. Blandt pigerne hitter medicin, en mellemlang videregående uddannelse, en anden naturvidenskabelig uddannelse på universitetet og anden uddannelse (herunder kort videregående uddannelse). Det er interessant at civilingeniør der trækker 31 % af drengene, tilsvarende appellerer til kun 11 % af pigerne. Det samme billede tegner sig ved medicin som 14 % af pigerne regner med at læse mod kun 4 % af drengene, og en mellemlang videregående uddannelse som 15 % af pigerne og 7 % af drengene har planer om i fremtiden.

Konklusion

Artiklen bygger på resultater af en landsdækkende spørgeskemaundersøgelse af htx-elevers oplevelser med uddannelsen. Generelt er eleverne yderst tilfredse med uddannelsen og skolens rolle i opstartsfasen af deres skoleforløb. Det er imponerende tal, ikke mindst i lyset af at kun halvdelen af eleverne var sikre på at de ønskede at starte på htx, mens den øvrige halvdel vaklede mellem htx og andre ungdomsuddannelser.

Undersøgelsen viser at pigernes og drengenes overvejelser om deres studievalg er forskellige, først og fremmest ved at langt den største del af drengene vælger htx fordi de har en stor interesse for teknik- og naturvidenskab, mens pigernes begrundelser for deres uddannelsesvalg er spredt over forskellige motivationer. Valget af htx er både et tilvalg af teknik og naturvidenskab, men også, og dette gælder især for pigerne, et fravalg af de øvrige gymnasiale uddannelsers fag og elevtyper. Dette bliver interessant i forhold til organiseringen af htx, herunder undervisningsplanlægningen. Men det bliver også interessant i relation til rekrutteringsstrategier til uddannelsen og hvorvidt htx skal trække pigerne til ved fagbeskrivelser eller ved at oprette nye "pigefag", som det for nylig er sket med faget design, eller om pigernes valg lige så vel inkluderer studiemiljøet, undervisningsformer og sociale aktiviteter, og om det er her htx skal lægge en indsats. I disse overvejelser er det også væsentligt at hæfte sig ved at pigerne tilsyneladende repræsenterer en mere varieret interesse for teknik og naturvidenskab. Det kunne tyde på at der er flere forskellige interesser og begrundelser bag pigernes valg af htx, og at der derfor heller ikke nødvendigvis er én vinderstrategi hvis man forsøger at rekruttere flere piger; det skulle da være at have en stor opmærksomhed på muligheden for at forfølge *forskellige* interesser og kulturer på htx frem for at tegne én profil og ét billede.

Eleverne har selv forskellige bud på den skæve kønsfordeling på htx og forskellige vurderinger af om htx retter sig mindre mod pigerne eller ej. Mens drengene mener htx mere retter sig mod drenginteresser, så deler pigerne ikke selv denne opfattelse.

Det kan skyldes at pigerne ikke ønsker at blive positioneret som et problem på den måde som spørgsmålet lægger op til. Det kan også tænkes at pigerne reelt ikke oplever at undervisningen er mere rettet mod drengene end mod dem. Endelig kan det også være at drengene i deres besvarelse af spørgsmålet refererer til de piger der befinder sig uden for htx, altså de piger som netop *ikke* har valgt htx.

Det er ligeledes ikke til at vide hvorvidt drengene tænker på pigerne uden for htx eller dem inden for murerne når 37 % tilkendegiver at rigtige piger ikke interesserer sig for teknik- og naturvidenskab. Uanset om det er piger på htx eller dem udenfor, er svaret interessant idet en forholdsvis stor del af drengene oplever at "rigtige piger" står direkte i modsætning til det at interessere sig for teknik- og naturvidenskab. Flere respondenter nævner i de åbne spørgsmål hvordan makeup, tøj og det at gøre noget ud af sit udseende ekskluderes fra pigekulturen på htx, hvilket giver god mening hvis det er det der menes med "rigtige piger", og således står i kontrast til at interessere sig for teknik- og naturvidenskab. Måske er det grunden til at kun en femtedel af pigerne ønsker flere piger på htx, da pigerne fra de andre gymnasiale uddannelser opleves som mere pigede, og der dermed ville være en overhængende fare for at pigekulturen ville ændres så htx-piger i højere grad ville opleves som "rigtige piger". Størstedelen af drengene mener derimod at det ville være godt hvis der var flere piger på htx.

En øget rekruttering af piger til htx vil imødekomme ønskerne hos en meget stor del af drengene på htx og måske også hos nogle af de piger og drenge som vælger stx frem for htx. Men undersøgelsen peger også på at det vil være imod en fjerdedel af pigernes udtalte ønske, og at det kan risikere at ødelægge en pigekultur som pigerne kan få svært ved at udvikle og være en del af andre steder. Stræber man derfor efter flere piger på htx, så kalder det på en høj grad af bevidsthed om hvad det gør ved den kultur – også pigekultur – som findes på uddannelsen nu, og hvordan uddannelsen sikrer en mere rummelig pigekultur der inkluderer flere "pigede" kønsudtryk uden at det samtidig medfører en eksklusion fra det at interessere sig for teknik og naturvidenskab.

Der er forskelle på hvilken type naturvidenskab eleverne interesserer sig for, og hvad det er ved naturvidenskab man særligt kan lide. Her følger vores undersøgelse ROSE-undersøgelsen som viser at drengene og pigerne har én interesse der er markant større end de øvrige, og som det andet køn ikke i tilsvarende grad finder interessant. For drengenes vedkommende er teknologi den største interesse mens pigerne interesserer sig for sundhed og sygdom. Der er også forskel på kønnene når eleverne bliver spurgt om hvad ved teknik- og naturvidenskab de bedst kan lide, og om deres ønsker om fremtidig uddannelse. En stor gruppe af drengene drømmer om en uddannelse til civilingeniør mens pigernes ønsker spreder sig over flere uddannelser.

Besvarelsene vedrørende interesser viser dermed som det ene en tydelig kønsforskelle i interesse, og at pigerne ganske vist har én interesse som dominerer, men

at den peger mod en bredere vifte af uddannelsesønsker. Når så relativt få piger har civilingeniør som uddannelsesønske, kan det meget vel hænge sammen med at det er en uddannelse som pigerne ikke forbinder med de dele af naturvidenskaben som de interesserer sig for. Samtidig er det en nærmere overvejelse værd om besvarelsenerne – ud over at vise pigernes interesse for den sundhed og sygdom – også viser at pigerne interesserer sig mere for naturvidenskab end for teknik. Som en elev skriver som en forklaring på at der er færre piger end drenge på htx:

At vi ikke har gjort meget opmærksom på, at vi ikke kun laver tekniske ting! Der er f.eks. mange af mine venner, der ikke troede at vi havde så meget naturvidenskabelige ting, som vi gør.

Måske skal htx også overveje hvordan forholdet er mellem “teknisk” og “naturvidenskabelig” i profilen og profileringen.

Den landsdækkende spørgeskemaundersøgelse er første led i en større undersøgelse af htx der foruden spørgeskemaundersøgelsen omfatter to kvalitative dele. Den første kvalitative del består i observation af undervisning i i alt fire klasser (en 1. og en 2.g.-klasse på to skoler), interview med lærere og elever knyttet til disse fire klasser samt med uddannelseslederen (svarende til rektor) på hver af de to skoler. Den anden består i analyse af læreplaner for udvalgte fag på htx. De kvalitative dele af undersøgelsen vil kunne kaste lys over nogle af de spørgsmål som vi har rejst i det foregående, ligesom de kan føre til yderligere analyser af det kvantitative materiale.

I forhold til observationer og interview vil vi forsøge at komme tættere på spørgsmålet om “rigtige piger” og teknik og naturvidenskab, oplevelsen af at være pige og dreng på htx og de to køns oplevelser af kønsfordelingen på uddannelsen. Blandt de øvrige temaer som er kommet frem i spørgeskemaet, vil vi blandt andet kigge nærmere på forståelsen af teknologi over for naturvidenskab (hvad er forskellene mellem de to?) og på opfattelsen af det teoretiske og det praktiske i forhold til htx, hvor pigerne i højere grad end drengene opfatter htx som praktisk. Hvad betyder praktisk så i denne sammenhæng? Også de forskellige interesser i forhold til naturvidenskab som viser sig på studieretninger og mellem kønnene, vil indgå i det kvalitative materiale. Her vil ikke mindst analysen af læreplanerne kunne bidrage til en diskussion af hvordan forholdet er mellem elevernes forskellige interesser og de temaer som skal indgå i undervisningen.

Observationer og interview gennemføres i marts 2007, og erfaringer og analyser fra dette materiale vil have betydning for hvilke fags læreplaner vi udvælger til analyse. På den måde kan de kvantitative og de kvalitative metoder bruges til at supplere, nuancere og måske korrigere hinanden. I efteråret 2007 præsenteres foreløbige konklusioner fra undersøgelsen ved en workshop for lærere, elever og ledere fra htx,

både for at få yderligere grundlag for analyser af materialerne og for at foretage en kommunikativ validering af analyserne. Den samlede undersøgelse afsluttes i februar 2008.

Referencer

- Busch, H. (2004a). Pige- og drengemner i naturfag. *Aktuel Naturvidenskab*, 5, s. 33-35.
- Busch, H. (2004b). *15-åriges interesse for naturvidenskab, teknologi og naturfag i skolen – De første resultater fra den danske ROSE-undersøgelse*. Præsentationsfolder. <http://www.dpu.dk/site.aspx?p=5871> (lokaliseret 9/4 2007).
- Hasse, C. (2002). *Kultur i bevægelse – fra deltagerobservation til kulturanalyse – i det fysiske rum*. Frederiksberg: Samfundslitteratur.
- http://www.uddannelsesstatistik.dk/pls/www_ndb/ndb (lokaliseret 22/2 2007).
- Notat om kønsfordeling*. Universitets- og Bygningsstyrelsen, Ministeriet for Videnskab, Teknologi og Udvikling (dateret 26. juli 2006) Fundet på <http://www.ubst.dk/upload/Nyheder/notat%20om%20kønsfordeling.pdf> (lokaliseret 15/2 2007).
- Sjøberg, S., & Busch, H. (2005). Ungdomskulturen: Elevernes erfaringer, holdninger og interesser. I: S. Sjøberg, *Naturfag som almindannelse*. Århus: Klim.
- Statistikbanken, Danmarks Statistik: <http://www.statistikbanken.dk/statbank5a/default.asp?w=1024> (lokaliseret 24/2 2007).
- Troelsen, R. (2005). Unges interesse for naturfag – hvad ved vi, og hvad kan vi bruge det til? *MONA*, 2005(2), s. 7-21.
- Troelsen, R. (2006). Interesse og interesse for naturfag. *NorDiNa. Nordic Studies in Science Education*. 5, december 2006.

Kursusundervisning og løsningsprocesser i universitetsmatematik: En kamp mellem “stort” og “småt”

Stine Timmermann, IMFUFA, Institut for Natur, Systemer og Modeller, RUC

På videregående universitetskurser i matematik bruger studenter en stor del af tiden på at prøve at forstå beviser i lærebøger og på selv at lære at konstruere beviser i form af løsninger til opgaver. I denne artikel præsenterer jeg et analyseværktøj der både kan bruges til at analysere en lærers gennemgang af et lærebogsbevis samt måden hvorpå studenterne selv konstruerer beviser. Analysen skelner mellem hvad der er “stort” og “småt” i beviset, det vil sige bevisets struktur, dets komponenter og detaljer, hvilket gør det muligt at forklare miskommunikationen mellem studenterne og læreren, og hvordan studenternes opmærksomhed på de forskellige bevisaspekter influerer på løsningsprocessen.

Introduktion

Den matematikdidaktiske forskning i undervisning og læring på universitetsniveau fik en seriøs saltvandsindsprøjtning med publiceringen af den siden meget refererede bog “Advanced Mathematical Thinking”, redigeret af David Tall (Tall, 1991). Heri giver førende matematikdidaktiske forskere deres bud på hvordan den didaktiske forskning kan bidrage til viden omkring undervisning og læring af matematik på universitetsniveau. Siden er antallet af videnskabelige artikler på området steget betydeligt, hvor litteraturen deler sig mellem forslag til og undersøgelser af nye undervisningsmåder på den ene side og afdækning af studenteres vanskeligheder med læring af forskellige konkrete matematiske emner (såsom grænseværdibegrebet) samt problemløsning (herunder også beviskonstruktion) på den anden. Studier af studerendes løsningsprocesser har vist at studenter ofte bruger betragtninger og ræsonnementer som ikke er forankret i egenskaber ved de matematiske objekter og begreber der er på banen, men derimod bygger på genkendelige og overfladiske sammenligninger med tidligere opgaver eller eksempler (Lithner, 2003). Ofte har disse strategier ikke den

store succes. En ting er at studenterne ikke kan løse opgaverne, en anden og måske mere alvorlig er at de tilsyneladende træner “ikke-matematiske” strategier i en opgaveløsningsituation hvilket ikke er hensigtsmæssigt i og med at meningen med at løse opgaver er at studenterne skal øge deres matematiske viden og træne deres matematiske kompetencer. For at komme problemet til livs er det selvfølgelig nødvendigt at undersøge *hvorfor* studenter bruger disse strategier. Kan man finde belæg for at det skyldes undervisningen? Og er det egentlig muligt at relatere studenternes løsningsprocesser til undervisningen?

Denne artikel præsenterer et analytisk værktøj som kan bruges både til at analysere aspekter af undervisningen samt til at analysere studenternes løsningsprocesser. Den bagvedliggende tanke er at hvis undervisningen og løsningsprocesserne kan beskrives på samme måde, vil det give mulighed for en undersøgelse af i hvilken grad og på hvilken måde studenternes løsningsprocesser kan siges at være påvirket af den undervisning studenterne har deltaget i. En sådan undersøgelse udgør hoveddelen af mit igangværende ph.d.-projekt. I denne artikel fokuseres der på præsentationen af analyseapparatet. Undersøgelserne der skaber grundlaget for denne artikel, omhandler universitetsundervisning i matematisk analyse, den Weierstrass'ske analyse (se tekstboks 1 for yderligere oplysninger om undersøgelserne). På alle niveauer i uddannelsessystemet og inden for alle naturvidenskabelige fag er det imidlertid interessant at spørge om og undersøge sammenhængen mellem klasserumsundervisning og elevers/studerendes opgaveløsningsprocesser, og derfor vil denne artikel også have interesse for undervisere og studerende på andre niveauer og i andre fag end universitetsmatematik.

I særlig grad belyser denne artikel hvordan lærer og studerende kan gå fejl af hinanden i undervisningen. Det ene eksempel jeg giver, omhandler lærerens gennemgang af et lærebogsbevis, og her er både lærer og studerende enige om det overordnede “projekt” (studenterne skal forstå beviset), men alligevel opstår der misforståelser fordi læreren bevæger sig på et andet niveau og har en anden matematisk dagsorden end studenterne. Dernæst illustrerer jeg hvordan de samme problemstillinger kan genfindes i situationer hvor studenterne selv arbejder med stoffet, det vil sige i situationer hvor de forsøger at løse opgaver, og at dette kan forklare aspekter af studenternes løsningsprocesser.

Udvikling af et analyseredskab

På baggrund af klasserumsobservationer, observationer af opgaveløsningsprocesser samt i særlig grad interviews af læreren og studenterne (se tekstboks 1) har jeg udviklet en måde hvorpå undervisningen, med specielt fokus på bevisgennemgang, og løsningsprocesserne kan analyseres. I det følgende vil jeg præsentere ideen bag analysen, og senere i artiklen analyseres to eksempler, et fra undervisningen og et af studenternes løsningsproces.

Tekstboks 1: Fakta om det observerede kursus og undersøgelsesdesignet

Artiklen bygger på observationer foretaget på et analysekursus på et dansk universitet. På kurset blev der undervist efter lærebogen "An Introduction to Analysis" af William R. Wade (Wade, 2004). Pensum omfattede kontinuitet, differentiability og integrabilitet af funktioner på de reelle tal samt tal- og funktionsfølger og tal- og funktionsrækker. Bevisførelse og beviskonstruktion blev vægtet meget højt. Denne type kursus tages normalt som det andet analysekursus i en matematikuddannelse og ligger derfor typisk på andet eller tredje semester. Der var to kursusgange om ugen, hver af tre timers varighed hvor de første 1-2 timer blev brugt på forelæsning mens den resterende tid blev brugt til "lektiecafé" hvor studenterne arbejdede alene eller i mindre grupper omkring løsning af opgaverne. Læreren var ansvarlig for begge aktiviteter, og der var ikke tilknyttet en undervisningsassistent til kurset. Kun enkelte gange blev opgaveløsninger gennemgået for den samlede klasse. 24 studerende var tilmeldt kurset. Ud over "ikke-deltager"-observationer af forelæsningerne og studenternes opgaveløsning (Bryman, 2001) blev både læreren og studenterne interviewet omkring deres syn på og forestillinger omkring undervisning, specielt med fokus på dialogen i undervisningen samt på opgaveregning. Læreren blev derudover også interviewet omkring hans syn på indholdet i forelæsningerne, specielt med hensyn til formålet med at gennemgå beviser fra lærebogen på tavlen. 9 studerende meldte sig til at udfylde en forberedelseslogbog til hver kursusgang hvor de noterede deres tidsforbrug samt hvordan de forberedte sig.

Fra studenter-interviews fremgik det at størstedelen af studenterne oplevede at læreren fokuserede meget på "tekniske detaljer" og ikke på "konceptuelle ting". Det var ofte svært for dem at følge med når et bevis blev gennemgået på tavlen, og de oplevede et manglende overblik over pensum og sammenhæng mellem de forskellige begreber de blev introduceret til. Flere udtalte at de ville have lettere ved at løse opgaverne hvis undervisningen fokuserede mere på "det konceptuelle".

Læreren på den anden side oplevede at de studerende ikke deltog tilstrækkeligt aktivt i undervisningen, og at de derfor ikke fik nok ud af deres deltagelse. Han prøvede at opnå en dialogisk undervisning hvor begreber, strukturer og sammenhænge kunne diskuteres, men følte ikke at de studerende bed på krogen når han lagde op til det. Samtidig ønskede han at give de studerende eksempler på hvordan et matematisk område kan opbygges helt fra grunden, og beviserne spillede for ham en vigtig rolle i den sammenhæng. Tavlegennemgangen af beviserne var for læreren en nødvendig måde at give de studerende en fornemmelse af "fast grund under fødderne" samt mulighed for bedre at kunne huske sætninger senere.

Denne modstrid mellem lærerens og studenternes opfattelser af undervisningen fandt jeg relevant for analysen af studenternes løsningsprocesser. Udtalelserne centrede sig om samspillet eller måske mere præcist kampen mellem detaljerne i beviserne på den ene side og overblikket over og strukturen af de involverede matematiske begreber på den anden. Jeg havde selv en fornemmelse af hvad de studerende mente

med detaljer og “det konceptuelle”, men for at gøre det muligt at foretage en videnskabelig undersøgelse af hvilket fokus der var på detaljerne og “konceptualiteten” i undervisningen, var det nødvendigt med en præcisering. Præciseringsarbejdet bestod i på baggrund af eksempler fra forelæsningserne samt fra opgaveløsningsprocesserne at konkretisere “detaljerne” og “det konceptuelle/strukturelle”. Undervejs i dette arbejde udviklede analyseapparatet sig, og det blev hensigtsmæssigt at skelne mellem de tre begreber *struktur*, *komponenter* og *detaljer*, som vil blive konkretiseret nærmere i det følgende. En struktur består af et netværk af komponenter, og komponenterne består igen af detaljer der kan variere i antal og kompleksitet. Strukturen lader sig ikke forstå uden et kendskab til detaljerne mens detaljerne er svære at tillægge mening uden en forståelse af komponenternes rolle i strukturen. Denne beskrivelse er imidlertid meget lidt operationaliserbar. For at konkretisere diskussionen præciseres og uddybes brugen af struktur, komponent og detalje i følgende sammenhænge:

- Dissektion af et foreliggende matematisk bevis
- Konstruktion af et bevis/undersøgelse af en egenskab

Hvad indeholder disse punkter? Traditionel universitetsundervisning er typisk opdelt i forelæsninger hvor læreren gennemgår en på forhånd angivet tekst, og øvelsestimer hvor en undervisningsassistent typisk er ansvarlig for at gennemgå opgaver. Gennem et universitetsstudium i matematik øges fokus på bevisførelse både i lærebøger og i forelæsningserne. En af pointerne ved at gennemgå lærebogsbeviser i undervisningen kunne være at lære de studerende at “dissekere” et matematisk bevis, hvilket vil sige at forstå opbygningen af beviset, den bærende idé eller ideer der ligger til grund for beviset, og også de tekniske detaljer der muliggør beviset (en anden pointe kunne være at vise de studerende prototyper på beviser som de kan bruge til løsning af opgaver). At dissekere et bevis eller at forstå et bevis handler om mere end blot at forstå de enkelte deduktive trin, hvilket Bourbaki pointerer:

Indeed every mathematician knows that a proof has not really been “understood” if one has done nothing more than verifying step by step the correctness of the deductions of which it is composed, and has not tried to gain a clear insight into the ideas which have led to the construction of this particular chain of deductions in preference to every other one. (Bourbaki, 1950, s. 223, fodnote)

Man kan populært sige at de studerende skal lære at skelne mellem hvad der er “stort” og “småt”. Efter et vist trin i matematikuddannelsen begynder de opgaver studenterne skal løse, typisk at være bevisopgaver og i mindre grad regneopgaver. I bevisopgaver kan studenten blive bedt om at bevise en given påstand af typen “vis at

funktionen er differentiabel”, eller det kan dreje sig om opgaver hvor studenten skal undersøge om objekter besidder en given egenskab, som for eksempel “undersøg om funktionen er kontinuert”. I den sidste type af opgaver spørges der ikke direkte efter et bevis, men det ligger implicit at svaret kræver en matematisk acceptabel retfærdiggørelse. I denne artikel bruges beviser altså i bred forstand som komplette formelle matematiske retfærdiggørelser af matematiske påstande, hvad enten påstandene fx er generelle sætninger i en lærebog eller fremsat i en opgavesituation (Niss & Jensen, 2002). Afgørelsen af hvad der udgør en “acceptabel formel retfærdiggørelse”, ligger i den undervisningsmæssige kontekst:

Et bevis er et matematisk argument, det vil sige en sammenhængende sekvens af udsagn for eller imod en matematisk påstand, med de følgende karakteristika:

- (i) beviset benytter påstande som er accepteret af klasserumssamfundet, og som er sande og til rådighed uden yderligere retfærdiggørelse,
 - (ii) beviset benytter ræsonnementsformer som er valide og kendte, eller inden for begrebslig rækkevidde, af klasserumssamfundet, og
 - (iii) beviset kommunikeres ved hjælp af ytringsformer som er passende og velkendte, eller inden for begrebslig rækkevidde, af klasserumssamfundet.
- (forfatterens egen oversættelse af (Stylianides, in press))

Det er således det konkrete klasserumssamfund – hvilket inkluderer læreren – der afgør om en sekvens af matematiske udsagn kan defineres som et bevis. Det er (selvfølgelig) ikke til diskussion hvorvidt en matematisk udsagnssekvens der i klassens lærebog har overskriften “bevis”, faktisk kan defineres som et bevis. En definition der ville lede til det modsatte, er absurd. Men i en opgavesituation hvor der efterspørges et bevis, er der spillerum for fortolkning. Jeg har valgt at det er “tilstrækkeligt” at løseren af opgaven mundtligt har formuleret en sekvens af udsagn der kan accepteres som et bevis i den pågældende kontekst (analysekurset). Denne definition mener jeg ligger inden for ovenstående definition af et bevis, jf. punkt (iii).

Dissektion af et matematisk bevis

Følgende definition på struktur, komponent og detaljer i et matematisk bevis benyttes:

Strukturen af et bevis er et hierarkisk netværk bestående af hovedtrinene/komponenterne i den valgte bevisstrategi. Elementerne i realiseringen af komponenterne betegnes detaljerne i beviset.

Bevisstrategien i et lærebogsbevis er allerede valgt, og studentens job er derfor ikke at vælge en bevisstrategi men derimod at identificere lærebogens bevisstrategi. Derudover kræver en dissekering af beviset en identifikation af komponenterne og detaljerne i disse skridt. Komponenterne i et bevis er som oftest relaterede, og på samme måde er detaljerne i en komponent internt relaterede, men detaljerne for en komponent kan også være relaterede til detaljer for en anden komponent. Relationerne mellem komponenter og detaljer i et bevis giver således anledning til et netværk i hierarkiet. Dette vil blive eksemplificeret nedenfor. Med denne karakteristik af bevisstruktur, komponenter og detaljer bliver det muligt at analysere hvorvidt der i en bevisgennemgang i en undervisningssituation tales om strukturen, komponenterne eller detaljerne.

Lad os se på et konkret eksempel, nemlig sætningen som forbinder grænseværdibegrebet med følgekonvergens (se tekstboks 2). Grænseværdibegrebet er centralt i formuleringen af kontinuitet og præsenteres typisk i gymnasiet. I nutidens gymnasium defineres funktionsgrænser med limes-notationen mens man først på universitetsniveau indfører den formelle epsilon-delta-definition (se tekstboks 3). Grænseværdibegrebet præsenteres i forbindelse med studiet af funktioner. En funktion $f(x)$ siges at have en grænseværdi eller konvergere i et bestemt punkt a hvis funktionsværdierne nærmer sig en bestemt værdi når x nærmer sig a . Men man kan også tale om grænseværdi for en reel talfølge, der er en ordnet mængde af uendelig mange reelle tal hvor det n 'te tal i følgen noteres x_n . Hvis følgens værdier nærmer sig en bestemt værdi a når n vokser, siger man at talfølgen har en grænseværdi, at den konvergerer (den formelle definition siger at der givet et positivt tal epsilon eksisterer et naturligt tal N således at afstanden $|x_n - a|$ er mindre end epsilon når n er større end N). Intuitivt er der således en sammenhæng mellem grænseværdibegrebet for funktioner og konvergens af følger, og det er præcis den sammenhæng den valgte sætning handler om.

Tekstboks 2: Sætning om følgekarakteristik af grænser

Lad $a \in \mathbb{R}$, lad I være et åbent interval som indeholder a , og lad f være en reel funktion defineret overalt på I muligvis fra regnet a . Så vil

$$L = \lim_{x \rightarrow a} f(x)$$

eksistere hvis og kun hvis $f(x_n) \rightarrow L$ for $n \rightarrow \infty$ for enhver følge $x_n \in I \setminus \{a\}$ som konvergerer mod a for $n \rightarrow \infty$. (Egen oversættelse af sætning 3.6 i (Wade, 2004, s. 60))

Jeg vil i den følgende analyse tage udgangspunkt i lærebogens formulering af beviset for sætningen. Beviset henviser undervejs til definitionen for konvergens af funktioner (se tekstboks 3).

Tekstboks 3: Definition af funktionskonvergens

Lad $a \in \mathbf{R}$, lad I være et åbent interval som indeholder a , og lad f være en reel funktion defineret overalt på I muligvis fraregnet a . Så siges $f(x)$ at *konvergere mod L for x gående mod a* hvis og kun hvis der for ethvert $\varepsilon > 0$ eksisterer et $\delta > 0$ (som generelt afhænger af ε, f, I og a) således at

$$(1) 0 < |x - a| < \delta \text{ medfører } |f(x) - L| < \varepsilon.$$

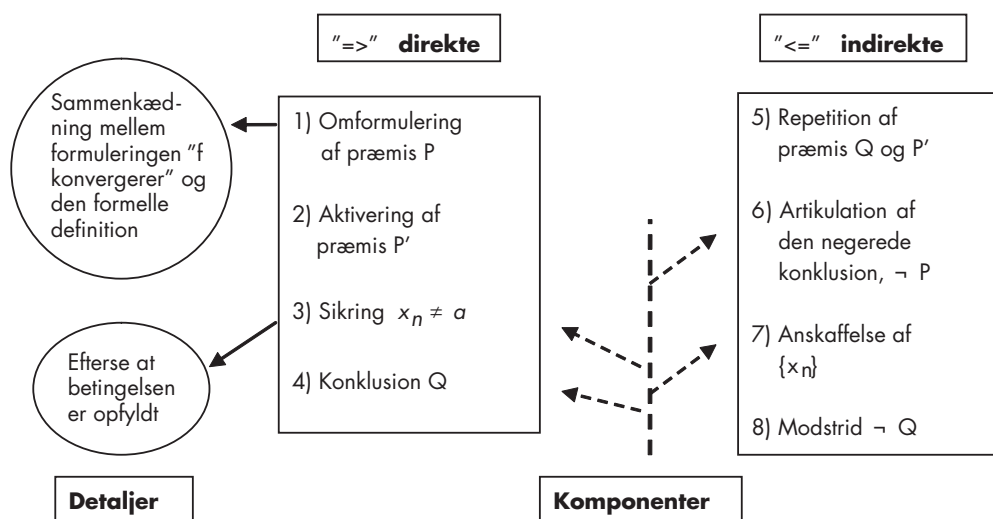
(Egen oversættelse af definition 3.1 i (Wade, 2004, s. 58))

Sætningen angivet i tekstboks 2 involverer en biimplikation, det vil sige der er to påstande i den samme sætning. Den første implikation (angives med “ \Rightarrow ”) siger at hvis grænsen for en funktion f findes i et punkt a , så vil f 's billedværdier af en følge som konvergerer mod a , have den samme grænse. Den anden implikation (angives med “ \Leftarrow ”) siger det omvendte, nemlig at hvis billedværdierne af enhver følge der konvergerer mod a , også konvergerer mod en bestemt grænseværdi, så vil funktionen have den samme grænseværdi i a . Størstedelen af beviser for sætninger indeholdende biimplikationer opdeles i to dele hvor hver implikation vises for sig. I den valgte bevisstrategi vises først implikationen “ \Rightarrow ” ved et direkte bevis, mens implikationen “ \Leftarrow ” herefter vises ved et modstridsbevis. Jeg vil koncentrere mig om beviset for den første implikation. Hele beviset for sætningen som den er angivet i lærebogen, findes i tekstboks 4. For at lette gennemgangen af analysen er der indsat tal (i kantede parenteser) til at angive de forskellige komponenter i bevisstrukturen.

Beviset kompliceres af at sætningen indeholder *to* præmisser. I den første implikation opereres der således med de to præmisser P: “ $f(x) \rightarrow L$ for $x \rightarrow a$ ” og P': “ $x_n \rightarrow a$ for $n \rightarrow \infty$ ” samt konklusionen Q: “ $f(x_n) \rightarrow L$ for $n \rightarrow \infty$ ”. Bevisstrategien er “*hvis P og P', så Q*”. I første skridt formuleres præmissen P mens præmis P' formuleres i andet trin. Der er ikke tale om to ens formuleringer idet der i andet trin drages konsekvenser af præmis P' hvor der i første skridt kun sker en omformulering af præmis P. Derfor kaldes den første komponent en omformulering mens anden komponent indeholder en aktivering af præmis P'. Detaljerne i de to komponenter er relaterede, idet det fundne delta i første komponent benyttes som “epsilon” i definitionen på en konvergerende følge i anden komponent. I det tredje skridt sikres det at $x_n \neq a$, hvilket er en nødvendig betingelse for at resultaterne i komponent ét og to kan kombineres, og på denne måde er de tre første komponenter relaterede. I fjerde skridt samles resultaterne fra de tidligere komponenter, og konklusionen kan drages. Detaljerne i beviset udgør realiseringen af komponenterne. Eksempelvis kræver en realisering af den tredje komponent blot at man tjekker eller efterser at den ønskede betingelse er opfyldt, så detaljerne for denne komponent er relativt enkle. Anden del af beviset kan analyseres på tilsvarende vis. Den samlede analyse er anskueliggjort i figur 1.

Tekstboks 4: Bevis

[1] Antag at f konvergerer mod L for x gående mod a . Givet $\varepsilon > 0$, så eksisterer et $\delta > 0$ således at (1) er opfyldt. [2] Hvis $x_n \in I \setminus \{a\}$ konvergerer mod a for $n \rightarrow \infty$, så er det muligt at vælge et $N \in \mathbf{N}$ således at $n > N$ medfører $|x_n - a| < \delta$. [3] Da $x_n \neq a$, [4] følger det fra (1) at $|f(x_n) - L| < \varepsilon$ for alle $n > N$. Det betyder at $f(x_n) \rightarrow L$ for $n \rightarrow \infty$. [5] Omvendt, antag at $f(x_n) \rightarrow L$ for $n \rightarrow \infty$ for enhver følge $x_n \in I \setminus \{a\}$ der konvergerer mod a . [6] Hvis f ikke konvergerer mod L for x gående mod a , så eksisterer et $\varepsilon > 0$ (kaldet ε_0) således at implikationen " $0 < |x - a| < \delta$ medfører $|f(x) - L| < \varepsilon_0$ " ikke holder for ethvert $\delta > 0$. [7] Derfor eksisterer der for ethvert $\delta = 1/n$, $n \in \mathbf{N}$, et punkt $x_n \in I$ som opfylder to betingelser: $0 < |x_n - a| < 1/n$ og $|f(x_n) - L| \geq \varepsilon_0$. [8] Den første betingelse og klemme-sætningen medfører at $x_n \neq a$ og $x_n \rightarrow a$, så ifølge hypotesen fås $f(x_n) \rightarrow L$ for $n \rightarrow \infty$. Specielt gælder $|f(x_n) - L| < \varepsilon_0$ for store n , som er i modstrid med den anden betingelse. (Egen oversættelse (Wade, 2004, s. 60). Tallene der henviser til analysen, er tilføjet)



Figur 1. En skematisk oversigt over strukturen i beviset. Den første implikation vises ved et direkte bevis mens den anden vises ved et indirekte bevis, et modstridsbevis. Cirklene længst til venstre giver eksempler på to detaljer, nemlig detaljen for den første og den tredje komponent i den direkte del af beviset.

I det efterfølgende vil jeg illustrere at denne måde at analysere et lærebogsbevis på faktisk kan bruges til at forstå dialogen i klassen når læreren gennemgår beviset.

Analyse af en bevisgennemgang i klassen

Lærerens gennemgang af beviset tager 25 minutter. Jeg har udvalgt to situationer som har flere illustrative pointer. Læreren lægger ud med at proklamere at første del

af beviset næsten er trivielt. Herefter laver han en illustration på tavlen som i det følgende uddrag kommenteres (bemærk at læreren har valgt en anden notation end lærebogen: a i stedet for grænsen L og x_0 i stedet for punktet a):

Lærer: Øh, her har vi a . Vi har en graf f . Vi har et epsilon-vindue. Vi har et delta der matcher ... og vi har en følge, øh, x_n , som konvergerer ned mod x_0 , og vi vil gerne vise at følgen af funktionsværdier $f(x_n)$ konvergerer mod a , og det vi ved, det er at hvis bare x holder sig inden for det der delta-interval omkring x_0 , så ligger alle $f(x)$ -værdierne inden for epsilon-intervallet omkring a . Og så siger jeg, hvis nu vi skal sikre os at $f(x_n)$ højst er epsilon væk fra a , så er det jo sådan set nok bare at bure x_n inde i det her interval fra minus delta til delta, for så ved vi at funktionsværdierne ligger inden for det rigtige interval ... og der ... Kan vi sikre os at x_n kommer til at ligge inden for intervallet fra x_0 minus delta til x_0 plus delta?

Karin: Er det noget med at vælge et n der er tilpas stort?

Lærer: Det lyder som en rigtig god ide, synes jeg. Kan vi det?

Karin: Det kan vi godt.

Lærer: Det kan vi godt. Hvad, øh, hvad, hvor stort skal det være?

Thomas: Større end store N .

Karin: Ja, det skal være større end store N .

Lærer: Neej, det er store N vi er ved at vælge, ikke også? Hvor stort skal vi vælge store N ?

Kasper: Så stort, sådan at differensen mellem følgen og grænseværdien er mindre end, numerisk mindre end delta.

I uddraget starter læreren med at repetere konklusion Q ("og vi vil gerne vise ...") og går derefter videre med komponent 1 ("det vi ved, det er ..."). Herefter foretager han faktisk en reformulering af den logiske struktur ("Og så siger jeg, ...") og afslutter med en henvisning til komponent 2 ("Kan vi sikre os, ..."). Efter Karins spørgsmål som henviser til komponentens detaljer, responderer læreren igen med en henvisning til komponent 2 ("Kan vi det"). Her ville et fornuftigt svar nemlig være "ja, det kan vi idet $\{x_n\}$ konvergerer", hvilket ville være at henvise til præmis P' og ikke til detaljen af den anden komponent. I lærerens næste replik skifter han imidlertid til et detaljefokus ("hvor stort skal det være?"), og Kasper er sidst i uddraget i stand til at udspecificere detaljen.

Uddraget viser tre interessante ting. Dels foretager læreren en ændring af den logiske struktur i beviset uden at gøre det klart for de studerende. Derudover skifter læreren mellem et komponentperspektiv og et detaljeperspektiv mens studenterne i deres spørgsmål og svar fastholder et fokus på detaljerne. Man kan således sige at læreren her lader sig styre af studenternes detaljefokusering.

Et minut senere i gennemgangen forekommer følgende dialog omkring den tredje

komponent:

- Lærer:* Og så vil jeg lige skynde mig at tilføje sådan lige at nul er mindre end afstanden fra x_n til x_0 , og det kommer af at min følge aldrig tager værdien x_0 . Ikke også? Det er bare gratis med.
- Karin:* Det er bare gratis med?
- Lærer:* Ja, altså, det var bare med, min følge, den var indeholdt i I fra regnet x_0 , så der er ikke nogle af x_n 'erne der kan være x_0 .
- Karin:* Hvorfor er det gratis?
- Lærer:* Jamen, jeg mener, så sikrer det mig at afstanden er større end nul. Det er det der er gratis. Når jeg først har betalt den anden pris, ikke også?

Her tager læreren først et komponentperspektiv ("Og så vil jeg lige ..."), men afslutter med detaljen ("Det er bare gratis med"), som jo netop bestod i at man blot skulle indse at betingelsen var opfyldt. Karin forstår tydeligvis ikke detaljen, og det hjælper ikke at læreren prøver at forklare komponentens detaljer igen. Læreren prøver at vende tilbage til komponenten ("Jamen, jeg mener ..."), men vil alligevel gerne forklare detaljen, nemlig hvorfor det er gratis.

Igen skifter læreren mellem at tale om komponenten og dens plads i beviset, altså strukturen, og detaljerne bag realiseringen af komponenten. Karin fastholder et fokus på detaljen; hun vil forstå hvorfor det er gratis, men det er tilsyneladende ikke muligt for hende at forstå detaljen uden en forestilling om hvor i bevisstrukturen komponenten og derved detaljen hører hjemme.

De to uddrag illustrerer at studenterne har "ret i" at undervisningen fokuserer på detaljerne i beviserne, men det er tilsyneladende ikke læreren der udelukkende kan holdes ansvarlig for det. Studenternes spørgsmål og kommentarer omhandler i disse uddrag kun detaljerne, og læreren synes at prøve at fange hvor de studerende er. Men uddragene viser også at læreren ikke er eksplicit omkring bevisets struktur, komponenterne og detaljerne, og at han ændrer og sammenblander disse dele af beviset uden at de studerende gøres det klart.

Analyse af en løsningsproces

Hele øvelsen med at udvikle en måde at analysere data på handlede om at gøre det muligt at sammenholde undervisningen med studenternes løsningsprocesser. I dette afsnit anvendes en lignende analyse derfor på to studerendes forsøg på at løse en bevisopgave fra lærebogen. Situationen foregår i kursustiden, hvilket betyder at læreren er til stede i lokalet mens de to studerende forsøger at løse opgaven. Idet der ikke på forhånd foreligger et færdigt lærebogsbevis der kan ligge til grund for en analyse svarende til analysen af bevisgennemgangen, baseres analysen på en (af

mig) konstrueret løsningsproces. Der er således ikke tale om et formelt bevis der ville kunne forekomme i en lærebog. Ligesom to lærebogsbeviser for den samme sætning sjældent er identiske, vil løsninger til den samme opgave således også kunne variere. Og det vil kunne give anledning til forskellige analyser. I den forstand er den følgende analyse ikke entydig. Opgaven lyder:

Opgave: Antag at $\{b_n\}$ er en følge af ikke-negative tal der konvergerer mod 0, og at $\{x_n\}$ er en følge af reelle tal som opfylder $|x_n - a| < b_n$ for store n . Vis at x_n konvergerer mod a . (Egen oversættelse af opgave 2.4 i (Wade, 2004, s. 38))

Der er følgende præmisser i opgaven:

- P1: $\{b_n\}$ er en følge af ikke-negative tal, $b_n > 0$ for alle $n \in \mathbb{N}$.
- P2: $\{b_n\}$ konvergerer mod 0.
- P3: $|x_n - a| < b_n$ for store n .

Samt en konklusion:

- Q: $\{x_n\}$ konvergerer mod a .

Strukturen i sætningen/opgaven er således at "hvis P1, P2 og P3, så Q". Et første fornuftigt skridt på vejen til en løsning kunne være at beskrive følgekongvergens mere operationelt end den står i konklusionen. Her skal løseren af opgaven altså kunne huske eller på anden måde blive klar over at der findes en formel definition af følgekongvergens. Hvis den formelle definition ikke indføres undervejs, vil studenten muligvis kunne overbevise sig selv om rigtigheden af påstanden, men argumentationen vil aldrig gælde som et formelt matematisk bevis. Det er derfor nødvendigt at der først foretages en oversættelse af konklusionen ved hjælp af den formelle definition af følgekongvergens. Ifølge definitionen konvergerer en følge af tal hvis der for ethvert $\varepsilon > 0$ eksisterer et naturligt tal N således at hvis man ser på de elementer i følgen med indeks større end N , så vil forskellen mellem disse elementer og grænsen numerisk være mindre end ε . Løseren skal altså for et givet epsilon på jagt efter et sådant naturligt tal N .

Hvilken information er der til rådighed? Der er de tre præmisser. Da oversættelsen af konklusionen pegede på at der skal findes et naturligt tal N , er det mest oplagt at springe P1 over og gå i gang med P2. Her bruges definitionen for følgekongvergens igen til at oversætte præmissen. Dette giver et naturligt tal N hvorom det vides at $|b_n| < \varepsilon$ når blot $n > N$. Nu skal kongvergens af de to følger $\{x_n\}$ og $\{b_n\}$ blot kombineres, og præmissen P3 er her den eneste hjælp. Oversættelsen af konklusionen peger på

at afstanden $|x_n - a|$ skal vurderes, og det er derfor naturligt at begynde med den. Ved brug af først P3 og dernæst P1 fås følgende relation $|x_n - a| < b_n = |b_n|$. Præmissen P2 giver at der findes et naturligt tal N således at hvis elementer i følgen $\{b_n\}$ med indekstal større end N betragtes, så vil $|b_n| < \varepsilon$, og derved eksisterer der et N således at $|x_n - a| < \varepsilon$ for $n > N$. Bruges definitionen på følgekongvergens endnu engang kan løseren konkludere at følgen $\{x_n\}$ konvergerer mod a .

Jeg benytter her samme definition på struktur, komponenter og detaljer som i den foregående analyse af en bevisdissektion. Strukturen i opgaven og derved i beviset er blevet beskrevet ovenfor. En oversigt over komponenterne i den skitserede løsningsproces ser således ud:

- Komponent 1: Oversættelse af Q.
- Komponent 2: Udvælgelse og aktivering af P2.
- Komponent 3: Sammenkædning af Q og P2 – gennem P3 og P1.
- Komponent 4: Tilbageoversættelse af Q.

Detaljerne i beviset er realiseringen af komponenterne, og de er beskrevet i ovenstående løsningsproces. Eksempelvis kræver realiseringen af den første komponent at løseren kan etablere en sammenhæng mellem ordlyden i konklusionen og den formelle definition. Der skal altså etableres en forbindelse mellem løserens begrebsbillede som er en betegnelse for den samling af billeder, forestillinger og eksempler løseren umiddelbart forbinder med et begreb, og den formelle begrebsdefinition der dækker over den formelle definition accepteret af det matematiske samfund på det pågældende niveau (Tall & Vinner, 1981).

Med analysen af den konstruerede løsningsproces er det nu tid til at se på den virkelige løsningsproces. De første ti minutter bruger de to studerende på at lede i bogen (også på sider der følger *efter* opgaven) efter resultater og eksempler som har overfladisk lighed med detaljer i opgaven. De hæfter sig eksempelvis ved en sætning hvor der indgår en følge der er mindre end en anden følge, i lighed med at $|x_n - a|$ er mindre end b_n . De bliver dog enige om at de "kun må bruge" oplysninger der er præsenteret *før* opgaven, og den ene studerende begynder derfor at se på definitionen for følgekongvergens (omtales som "2.1"):

Lise: Jamen. Vent lidt. Jeg skal lige prøve at lege lidt med den 2.1'er dér. Og så prøver jeg at sætte b_n ind, øhm. b_n minus 0 er mindre end epsilon. For store n 'er, og det er jo alligevel med i det. ... Og ... altså, Mette.

Mette: Hmm.

Lise: ... så kan man jo så sætte, så tager man jo den her, x_n minus a , den er jo så mindre end b_n minus 0, og den er jo så mindre end b_n , og den er mindre end

epsilon. Og hvis den her er mindre end epsilon ... så koverer, så konvergerer den til, mod, mod a .

Mette: Sig det lige en gang til. (Mette har siddet og skrevet selv og har ikke hørt efter Lise)

Lise: Altså, først, så sætter jeg b_n ind.

Mette: Ja.

Lise: Ja, det har du også gjort, og ifølge definition 2.1, så er b_n minus 0 mindre end epsilon.

Mette: Ja.

Lise: ... så er b_n også mindre end epsilon. Og den her følge, den var jo mindre end b_n , og b_n er mindre end epsilon ...

Mette: Ja.

Lise: ... så må det også gælde at den her er mindre end epsilon. Og når den er skrevet på den form, så er det jo sådan et klart eksempel på definition 2.1 som netop er definitionen på hvornår en "sequence konverger" (de griner) konvergerer.

Mette: En følge konvergerer.

Lise: Konvergerer, ja. ... så det er vel egentlig ikke meget mere end det?

Mette: Næh.

(Et minut senere; de venter på at læreren kommer over og kontrollerer deres løsning)

Mette: Man skal jo ... bevise at x_n går mod a .

Lise: At x går mod a ?

Mette: Ja.

Lise: Ja.

Mette: Har vi gjort det? (de fniser lidt)

Lise: Skal vi lige tjekke selv inden vi spørger? Her ... vis at x_n konvergerer mod a , jamen, det synes jeg også vi gør, fordi vi viser at den er mindre end epsilon for et tilpas stort n .

Mette: Okay.

Lise: Altså, det her, det er definitionen på om noget konvergerer, at den hersens ting her skal være mindre end epsilon for store, for store, for n 'er større end N .

I Lises første replik går hun i gang med at benytte definitionen på følgekonvergens på følgen $\{b_n\}$. Hun kan se i definitionen at udsagnet skal gælde når n er større end et N , og hun kommenterer at den betingelse er opfyldt ("For store n 'er, og det er jo alligevel med i det"). Så Lise berører her oversættelsen af konvergens af følgen $\{b_n\}$, hvilket er en detalje i den anden komponent. Dernæst ser hun på differensen mellem x_n og a og benytter præmis P3 til at konkludere at differensen er mindre end epsilon. Bortset fra at hun springer over argumentet med at følgen $\{b_n\}$ er positiv, så beskriver hun

her detaljerne i komponent 3. Hun afslutter med at konkludere at følgen $\{x_n\}$ derfor konvergerer, det vil sige komponent 4.

Lise repeterer sin argumentation for Mette (“Altså, først så sætter jeg b_n ind.”) og uddyber komponent 4 med de tilhørende detaljer (“Og når den er skrevet på den form ...”). Der er på dette sted nogle enkelte huller og uklarheder i deres bevis, fx benyttes P1 ikke, og det er uklart hvilket N der vælges hvornår (Lise taler blot om store n 'er), men ellers foreligger løsningen på opgaven. Hvad sker der så? De to studerende venter på at læreren skal komme og tjekke deres løsning, og så bliver Mette i tvivl og vender tilbage til konklusionen (“... bevis at x_n går mod a ”). Mette har ikke deltaget aktivt i løsningsprocessen, så det er ikke så overraskende at hun kommer i tvivl. Det samme kan man ikke sige om Lise. Hun har tidligere argumenteret overbevisende for at $\{x_n\}$ konvergerer, og alligevel drages hun i tvivl om deres løsning. Hun er dog i stand til at tjekke det og bliver igen overbevist om rigtigheden af deres konklusion. Men hvorfor tvivler hun? Indtil det punkt hvor Mette bliver i tvivl, har Lise behandlet detaljerne i komponent 2, 3 og 4. Men det er faktisk først til sidst da hun igen tjekker deres løsning at hun inddrager detaljerne i komponent 1. Hun er nødt til at gennemgå alle komponenterne i beviset før hun selv er overbevist om at hun har løst opgaven.

Analysen giver således en indsigt i den proces især Lise gennemgår.

Afsluttende bemærkninger

Med udgangspunkt i en matematikrelateret analyse har jeg i denne artikel præsenteret en måde hvorpå jeg kan beskrive, karakterisere og fortolke dialogen mellem lærer og studerende under gennemgangen af et bevis. Analysen er også forsøgt anvendt til at beskrive studerendes løsningsprocesser i forbindelse med selvstændig konstruktion af et bevis.

Analysen af lærerens bevisgennemgang viste at læreren i den specifikke bevisgennemgang hverken var eksplicit omkring strukturen i beviset eller omkring den måde han fremlagde strukturen på, eller hvilke komponenter og detaljer han talte om. Studenterne fokuserede på detaljer, og det virkede som om lærerens skift mellem et komponentperspektiv og et detaljeperspektiv var styret af studenterne. En studerendes manglende forståelse af lærerens forklaringer kunne forklares ved at hun ikke havde overblik over strukturen, komponenterne og detaljernes indbyrdes forhold.

Opgaveløsningseksemplet viste at en analyse baseret på struktur, komponenter og detaljer i beviskonstruktionen kunne forklare elementer i studenternes konkrete proces. Den ene studerende viste tegn på at have forstået strukturen i beviset, idet hun først opfattede beviset som afsluttet da alle komponenter i strukturen var gennemgået.

Selvom studenternes forestillinger om hvad der er “stort” og “småt”, synes at påvirke deres muligheder for at forstå bevisgennemgangen og konstruere beviser selv, så

er det i sig selv ikke nok til at påstå at der derved er etableret en årsagssammenhæng mellem undervisningen og det læringsmæssige udbytte. Men hvis tilstrækkeligt meget empirisk materiale ikke er i modstrid med denne fortolkning men derimod underbygger den, så kan forklaringsmodellen betragtes som en succes. Dermed ikke sagt at der ikke kan findes andre forklaringsmodeller der kunne have en lignende succes.


Fra et matematisk synspunkt er det ikke "nyt" at anskue et bevis som bestående af bærende elementer eller idéer og detaljer. Og analysen af lærerens gennemgang indikerer da også at han selv ser beviset som mere end en samling af detaljer. Men det er på ingen måde klart for de studerende. Efter at have fremlagt mine analyser for nogle af de studerende der deltog i observationerne, blev det klart for mig at denne måde at analysere undervisningen og løsningsprocesserne på ikke kun havde en beskrivende/forklarende pointe, men at analysen også kunne have en didaktisk pointe. De studerende mente at analysen gjorde beviset nemmere at overskue og gav dem en anden forståelse af beviset end de ville have fået ved at læse detaljerne i bogen og set læreren gennemgå dem ved tavlen. Analyseværktøjet kan derfor både finde anvendelse i konkrete forelæsninger hvis læreren eksplicit fremlægger bevisets struktur for de studerende, men værktøjet kunne også gøres til genstand for studenternes måde at forberede sig på. På baggrund af forberedelseslogbøgerne (kort omtalt i tekstboks 1) kunne jeg se at de fleste studerende læste beviserne lineært når de forberedte sig. Dette kan skyldes at de ikke var interesseret i at bruge for meget tid på at forberede sig. En anden forklaring kan være at den lineære læsning af et bevis er den eneste måde de kender til. Hvis de i undervisningen bliver præsenteret for analyseværktøjet, vil det give dem en meget konkret måde hvorpå de kan studere et bevis, og hvis læreren samtidig gennemgår beviset på denne måde, vil både forberedelsen og gennemgangen understøtte et fokus på strukturen og nedtone detaljerne. I litteraturen findes der lignende didaktiske forslag. Leron (1983) foreslår at beviser gennemgås ved den "strukturelle metode" (en flertrinnsmetode med fokus på den bærende idé i beviset) i stedet for efter den "lineære metode" (detaljerne i beviset gennemgås successivt). Didaktisk set adskiller den strukturelle metode sig ikke væsentligt fra den metode jeg har præsenteret i denne artikel, idet pointen stadig er at få de studerende til at fokusere på strukturen i stedet for detaljerne. Lerons model egner sig imidlertid ikke til at analysere "lineære" bevisgennemgange og har derfor ikke været brugbar til at analysere datamaterialet med.

Mange universitetsundervisere i matematik ville sandsynligvis være enige i at det er meningen at de studerende gennem deres studium skal blive i stand til selv at dissekere beviser. Nogle vil måske mene at det er en del af "legen" at de selv skal finde ud af det. Denne holdning deler jeg imidlertid ikke. Tværtimod mener jeg at enhver hjælp der kan tilbydes de studerende så de undgår en ren detaljefokusering, vil være positivt. Fokuseres der eksplicit på strukturen og de bærende idéer i beviserne, vil

det sandsynligvis give dem et bedre udgangspunkt for at forstå lærebogsbeviserne og samtidig gøre dem i stand til at konstruere beviser uden at være nødt til at tage "overfladiske" og ikke-matematik-relaterede strategier i brug.

Referencer

- Bourbaki, N. (1950). The Architecture of Mathematics. *The American Mathematical Monthly*, 57(4), s. 221-232.
- Bryman, A. (2001). *Social Research Methods*. Oxford University Press. USA.
- Leron, U. (1983). Structuring mathematical proofs. *The American Mathematical Monthly*, 90(3), s. 174-185.
- Lithner, J. (2003). Students' Mathematical Reasoning in University Textbook Exercises, *Educational Studies in Mathematics*, 52, s. 29-55.
- Niss, M. & Jensen, T.H. (2002). *Kompetencer og matematiklæring: Ideer og inspiration til udvikling af matematikundervisning i Danmark*. Uddannelsesstyrelsens temahæfteserie nr. 18. Undervisningsministeriet, Uddannelsesstyrelsen.
- Stylianides, A.J. (in press). Proof and proving in school mathematics. *Journal for Research in Mathematics Education*.
- Tall, D. & Vinner, S. (1981). Concept Image and Concept Definition in Mathematics with Particular Reference to Limits and Continuity. *Educational Studies in Mathematics*, 12, s. 151-169.
- Tall, D. (1991). *Advanced Mathematical Thinking*. Kluwer Academic Publishers.
- Wade, W.R. (2004). *An Introduction to Analysis* (3. udgave). Pearson Prentice Hall, USA..



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

Kommentarer

Matematikundervisning er fuld af overflødig opgaveregning

Kim Foss Hansen

Kommentar til artiklen "Opgavediskursen i matematikundervisningen" i MONA, 2007(1)

"Desværre foregår der i Danmark næsten ingen systematisk kortlægning af hvad tiden bruges til i matematikundervisningen, så en omfattende, facts-baseret dokumentation af opgavediskursens plads og omfang i matematikundervisningen er ikke til rådighed for de videre overvejelser. Derfor må læserne betjene sig af deres egne erfaringer når de forholder sig til de overvejelser som fremlægges i denne artikel." (Mogens Niss, MONA, 2007(1), side 10)

Det er så sandt som det er sagt. Faktisk skal man tilbage til 1975-80 for at finde den sidste større kortlægning af hvad der foregår i matematiktimerne (Hansen, 1980a). Klasseundervisning og opgaveløsning stod også stærkt i billedet dengang – og lærerne var godt klar over at den måde de underviste på, var medvirkende til at skabe en gruppe lavtpræsterende elever. Lærebogssystemerne var efter lærernes opfattelse en afgørende faktor i undervisningen – både for dens organisering og for mulighederne for at tilgodese de elever der faldt uden for det felt som lærebogssystemet var gearret til at kunne tilgodese. Lærebogssystemerne spillede en stor rolle idet de typisk var – og stadigvæk er – udformet på en sådan måde at det er mere end almindeligt svært for matematiklæreren at overskue dem og den måde de er skruet sammen på. Det betyder at læreren enten kan følge dem eller helt undlade at bruge dem. Desværre er der heller ikke offentliggjort nyere analyser af lærebogssystemerne. Den sidste er fra 1980 (Hansen, 1980b).

Danmark har gennem de seneste årtier udviklet sig til et land hvor manglende viden om den undervisning der foregår, er udtalt. Manglen på forskning i didaktiske spørgsmål er evident. Institutioner som Danmarks Pædagogiske Institut og Danmarks Lærerhøjskole er i praksis blevet nedlagt – og ingen nye steder har fået (eller taget) opgaven. Siden 1980 har jeg med interesse kigget på nyere lærebogssystemer, fulgt matematikundervisningen i forbindelse med inddragelse af edb-programmer (Hansen, 1993) og udviklingen af de diagnostiske prøver inden for matematik MG, FG og MI (se

www.dpf.dk/Default.aspx?Department=18&Category=3). Endelig har de sidste 14 års arbejde som proceskonsulent på et stort antal skoler i kølvandet på folkeskoleloven 1993 med efterfølgende ændringer og tiltag givet mig indsigt hvordan matematikundervisningen foregår.

Samme erfaringer

Min erfaring er den samme som Mogens Niss': Opgaveløsningen står stadigvæk som det mest centrale element i matematikundervisningen. Det kan man overbevise sig om ved selvsyn. Kig ind i en matematiktime – der løses opgaver; kig i en matematikbog – den består af opgave på opgave, nogle gange, men langt fra altid, garneret med billeder der skal konkretisere det opgaverne handler om; kig i Matematik (matematiklærerforeningens blad) – det handler også overvejende om opgaveløsning; kig på de skriftlige prøver – det er opgave på opgave. De diagnostiske prøver der anvendes i stor udstrækning i folkeskolen, er ligeledes opgave på opgave, og det samme gælder naturligvis for de nationale it-baserede test som for første gang er blevet anvendt her i foråret 2007 – opgave på opgave.

Matematik således som det fremtræder – i det mindste set udefra – er lig med opgaveløsning.

Ikke alle opgaver er lige relevante

Nu er der jo ikke noget galt i at løse opgaver, men det er ikke alle opgaver det er lige relevant at bruge tid på at løse. Nøjes man med at tage afsæt i de mest benyttede matematiksystemer i folkeskolen, så kan enhver ved selvsyn konstatere at det ikke er fagformålets tredje stykke der er dominerende – endsige bare nogenlunde tilgodeset i systemerne ("Undervisningen skal medvirke til, at eleverne oplever og erkender matematikkens rolle i en kulturel og samfundsmæssig sammenhæng. Med henblik på at kunne tage ansvar og øve indflydelse i et demokratisk fællesskab, skal eleverne kunne forholde sig vurderende til matematikkens anvendelse."). Det er heller ikke sætningen "*I vekselvirkning hermed skal eleverne have mulighed for at anvende og udbygge de tilegnede kundskaber og færdigheder gennem undervisning i tværgående emner og problemstillinger*" (folkeskolelovens § 5.1) der præger opgaverne.

Undervisningen i matematik har to hovedformål, nemlig dels at give eleverne mulighed for at lære matematik og dels at give dem mulighed for at anvende matematik i behandlingen af emner der ligger uden for matematikkens eget univers. Det er det § 5.1 i folkeskoleloven handler om. Det er det der går igen i fagets formål og i dets slut- og trinmål. Hvis vi dertil lægger at det er væsentligt at eleverne udvikler matematiske kompetencer, således som det er beskrevet i KOM-rapporten (Niss & Jensen, 2002), så er det klart at det ikke er tilfredsstillende hverken for den enkelte elev eller for samfundet at store dele af opgavediskursen er koncentreret i "øvelses-

enden". Det har fx ikke noget formål fortsat at øve noget der allerede er tilegnet, ligesom det heller ikke har noget formål for den lavtpræsterende elev at øve noget der kun vanskeligt tilegnes, hvis det der øves, kan udføres af en lommeregner – og eleven for længst har fattet at det drejer sig om addition eller multiplikation. Det er ikke ligeegyldigt hvad tiden bruges til. For den tid der bruges på nytteløst *drill* – blot fordi opgaverne i undervisningsmaterialet er der, og fordi det er nemt at undervise i – kunne være brugt til noget andet og mere fornuftigt.

Mogens Niss peger i afslutningen af sin MONA-artikel på de muligheder der er tegnet i KOM-rapporten – og der er mere end god grund til at der snarest tages fat på at få realiseret disse muligheder. KOM-rapporten kom på et "uheldigt" tidspunkt, nemlig i 2002 lige da arbejdet med Fælles Mål var ved at være afsluttet. Derfor blev det vel kun til to påklistede sider vedrørende kompetencer i det endelige Fælles Mål-hæfte. KOM-rapporten er landet i den berømte skuffe, men måske er der håb – håb om at realiseringen af KOM-rapporten og Fremtidens matematik i folkeskolen (2006) bliver iværksat snarest. Det er nemlig tankevækkende hvor ringe indflydelse folkeskoleloven (1993), Klare Mål og senest Fælles Mål tilsyneladende har haft på matematikundervisningen og de lærebogssystemer der anvendes i den. En påstand, vil nogen med rette sige. Ja, men modbevis den!

Matematik på flere måder

Matematik indgår mere eller mindre skjult i en stor del af hverdagens aktiviteter og udfordringer. Mennesker bruger matematik i deres dagligdag – det være sig på arbejde, i hjemmet, i fritiden og i samfundet. En matematikundervisning der ikke giver eleven kompetencer til at kunne handle matematisk hensigtsmæssigt i dagligdagen, er en fattig matematikundervisning. En vigtig diskurs er derfor at eleven modtager en undervisning der betjener sig af matematik som et middel til at eleven kan tilegne sig løsningsstrategier i hverdags- og arbejdslivet. Forekommer denne måde overhovedet i dagens matematikundervisning?

En sådan matematikundervisning adskiller sig fra den undervisning der bruger hverdagssituationer som middel til at eleven kan løse matematiske opgaver, dvs. de forskelligartede opgaver som kræver matematiske kundskaber og færdigheder. Denne måde findes rundt omkring i undervisningen.

Og den adskiller sig endnu mere fra den undervisning som består i at eleven sættes i stand til at løse forskellige matematikopgaver for at kunne opnå de færdigheder der er nødvendige for at matematikopgaverne kan løses. Midlet er dér matematikopgaver, og målet er at erhverve kundskaber og færdigheder i matematik. Denne måde er nok den fremherskende.

Vi kan ikke undvære nogle af de ovennævnte typer matematikundervisning, men

en undervisning der kun koncentrerer sig om den ene af dem, lader eleverne stå dårligt rustede til at klare samfundets og livets udfordringer.

Lad mig afsluttende vende tilbage til udgangspunktet i Mogens Niss' artikel, nemlig den norske forsker Stieg Mellin-Olsen. Stieg Mellin-Olsen var en god kommunist – og hans samfundssyn kombineret med hans viden om bl.a. matematikundervisningen, dens udformning og de eksamener der lå i forlængelse af den, gjorde at han så matematikundervisningen og dens opgaver som meget samfundsbevarende uden nogen kritisk forholden sig til det kapitalistiske samfund og matematikkens funktion som bevarer af det eksisterende system. Stieg Mellin-Olsen så opgaveløsningen som fremmende en instrumentel læring hvor eleverne først og fremmest gik efter at få gode karakterer, komme på det højeste kursus (niveaudelt skole), selv om de ville få mere ud af at gå på et lavere kursus, eller gik efter at få løst så mange opgaver som muligt selv om disse opgaver ikke tilførte eleven ny læring. Selv om næppe ret mange i dag ønsker at afskaffe det kapitalistiske samfundssystem – og næppe heller mange vil give matematikundervisningen hovedansvaret for at borgerne stemmer som de gør – så kan Stieg Mellin-Olsen fortsat bidrage med synspunkter som vi også i 2007 ville have godt af at lægge os på sinde. En række af disse findes fx i (Mellin-Olsen, 1977).

Referencer

- Hansen, K.F. (1980a). *Regne/matematikundervisningen i folkeskolen*. Dansk psykologisk Forlag.
- Hansen, K.F. (1980b). *Regne/matematik lærebogssystemer*. Dansk psykologisk Forlag.
- Hansen, K.F. (1993). *Erfaringer omkring brug af edb i folkeskolen*. Undervisningsministeriet.
- Mellin-Olsen, S. (1977). *Indlæring som social proces*. Rhodos Stude Serie.
- Niss, M. & Jensen, T.H. (2002). *Kompetencer og matematikæring – Ideer og inspiration til udvikling af matematikundervisningen i Danmark*. Uddannelsesstyrelsens temahæfteserie nr. 18. København: Undervisningsministeriet.
- Udvalget til forberedelse af en handlingsplan for matematik i folkeskolen. (2006). *Fremtidens matematik i folkeskolen*. København: Undervisningsministeriet. www.uvm.dk/06/documents/mat.pdf (lokaliseret 30/3 2007).

Masser af rapporter og strategiplaner – men hvordan ændres praksis i fysiklokalet?

*Helene Sørensen, Institut for Curriculumforskning,
Danmarks Pædagogiske Universitet*

Kommentar til artiklen "Når kulturen ekskluderer – piger i fysikfaget" i MONA, 2007(1)

Anne Bjerregaard Sindings artikel "Når kulturen ekskluderer – piger i fysikfaget" giver et bud på mulige sammenhænge mellem danske pigers manglende interesse og motivation for fysikfaget og tilstedeværelsen af kulturelle opfattelser som ekskluderer piger fra fysik.

Artiklen tager afsæt i den relativt store forskel der er på danske pigers og drenges naturfagspræstationer som de bliver målt i PISA-undersøgelsen. Desuden nævnes det at den danske ROSE-undersøgelse viser forskelle i pigers og drenges udtrykte interesse for og holdninger til naturfagene. ABS har fulgt undervisningen i fysik/kemi i tre 8.-klasser og i tre 9.-klasser i perioder hvor de har haft fysikdelen af faget, og hun har interviewet 13 elever. Herfra præsenteres en række empiriske eksempler der viser hvordan "piger ekskluderes fra fysikfaget", og hvordan "udviklingen af pigernes nærmeste udviklingszone" bliver bremset.

Eksemplerne er meget levende beskrevet og er meget genkendelige for mig der først som kvindelig fysik/kemi-lærer i folkeskolen og siden som uddannelsesforsker har beskæftiget mig med fysik/kemi-undervisning i skolen på praksisniveau.

ABS bruger kulturelle forskelle som teoretisk baggrund og analyseredskab, og det nævnes med henvisning Cathrine Hasses arbejde at fysik på højere læreanstalter i en dansk kontekst er et maskulint rum. ABS skriver i artiklen at de kulturelle opfattelser af fysikfaget internaliseres både hos eleverne og læreren, og at det spiller en rolle for muligheden for at udvikle pigers og drenges fysiklæring.

Denne opfattelse af fysikfaget som et maskulint rum kan uden tvivl være en delvis forklaring på de iagttagelser som ABS har gjort i klasserummet. Det stemmer for så vidt overens med mange af mine erfaringer med elevers interesse for eller måske snarere

deres manglende interesse for at deltage aktivt i undervisningen. Min baggrund for at beskæftige mig forskningsmæssigt med forskelle på pigers og drenges interesse for fysik blev oprindeligt tricket af en dyb undren over at en del piger mødte til fysikundervisningen i 7. klasse med en opfattelse af at det ikke var noget for dem, og at de *aldrig* ville få brug for det. Katrine Jespersen Jensens konklusion i "Det naturlige valg" om at der skal noget særligt til for at piger skal vælge teknisk/naturfaglige uddannelser, passer med mine forskningsresultater om at drenge generelt finder fysik interessant mens pigers interesse er situeret så den vil ophøre i det øjeblik fysikundervisningen ikke længere fanger dem (Jensen, 2006, Sørensen, 1990, 2006).

Men jeg kan tilføje empiriske eksempler på piger som er engagerede i undervisningen, og som er anerkendt for deres dygtighed. I mit ph.d.-projekt "Fysik/kemiundervisningen i folkeskolen – set i pigeperspektiv" valgte jeg at indsamle det empiriske materiale i klasser hvor piger var aktivt engagerede i undervisningen, med henblik på at kunne beskrive hvad der skulle til for at gøre undervisningen inkluderende for piger (Sørensen, 1990). Jeg fandt at medbestemmelse og følelsen af relevans var af betydning for om piger engagerede sig i fysikundervisningen (Sørensen, 1992). Det stemmer meget godt med at ABS foreslår mere vægt på anvendelsesperspektivet som en konkret handlemulighed for at undgå at ekskludere piger fra fysikfaget.

Desværre er det ikke så let at ændre på hvad det er der foregår i "fysiklokalet". Der er meget mere på spil i en undervisning end elevs og lærers "generelle image af fysik". Der er generelle normer og værdier i klasserummet mellem eleverne indbyrdes og mellem lærer og elever, der er forældres forventninger til elevernes skole, der er lærers undervisningsstil, og så er der den lokale opfattelse af hvad undervisning i naturfag indeholder (Sørensen, 2006, 2007).

Yderligere er det sådan at det i snart tyve år har været et af kravene til fysik/kemiundervisningen at der skal lægges vægt på anvendelsesperspektivet i fysikundervisningen. Fysik i skolen er noget ganske andet end videnskabsfaget fysik. Det er et undervisningsfag som er beskrevet i en læseplan med centrale kundskabs- og færdighedsområder, senest da man indførte trinmål og slutmål for fagene. Jeg vil lige gå lidt tilbage i tiden, for den nuværende fagbeskrivelse bygger på en reaktion på en meget fagcentreret undervisning hvor der i fysik blev lagt vægt på de få og grundlæggende lovmæssigheder og på at eleverne skulle arbejde efter det der blev kaldt "den naturvidenskabelige arbejdsmetode". Formålet var at uddanne små videnskabsmænd (Undervisningsministeriet, 1976). Der kom en reaktion på den videnskabscentrerede læseplan i løbet af 1980'erne, hvor undersøgelser også dengang viste at eleverne ikke var interesserede i faget, og at specielt pigerne ikke valgte fysik i gymnasiet (Beyer et al., 1988, Pedersen & Reisby, 1991, Sørensen, 1985). Der var også dengang spørgekemaundersøgelser som ligesom ROSE-undersøgelsen nu viste at piger og drenge har forskellig prioritering af hvilket fagligt indhold der kunne være interessant (Lie

& Sjøberg, 1984, Sørensen, 1986).

Den nuværende beskrivelse af fysik/kemi er en rammebeskrivelse som skulle give mulighed for at vælge emner som kunne interessere alle elever bl.a. med henblik på at fange pigers interesse. I læseplanen for skolefaget fysik/kemi hed det dengang i 1989:

Skolefaget fysik/kemi udspringer af videnskabsfagene fysik og kemi. Det henter endvidere bidrag fra bl.a. astronomi, meteorologi, biokemi og elektronik. Det vil imidlertid være helt forkert at betragte faget som blot en forenklet version af videnskabsfagene. Blandt andet rummer det vigtige elementer af teknologisk, samfundsmæssig og etisk art. Det indeholder i modsætning til videnskabsfagene tydelige værdiforestillinger og forestillinger om livsværdier. Og ikke mindst vigtigt har skolefaget klare opdragelsesmæssige funktioner i forbindelse med sine bidrag til opfyldelsen af skolens formål.

Faget skal således styrke selvtillid og selvkritisk sans, fantasi og kreativitet, indfølelse og ansvarlighed hos eleverne. (Undervisningsministeriet, 1989, s. 12)

I formålet for skolefaget blev det fremhævet at eleverne skulle opleve at fysik og kemi var en del af vor kultur, og målet var at eleverne skulle lære at vurdere og tage stilling til naturvidenskabelige og teknologiske problemer af betydning for den enkelte og samfundet og at tage medansvar for brugen af naturressourcer og teknik. Indholdet blev beskrevet således at fagets perspektiver og begrundelser skulle være en del af undervisningen. Læseplanen blev dengang fremhævet som værende "pigevenlig" – altså lægge vægt på en side af faget hvor man kunne vække piger interesse.

Sådan har den intenderede læseplan været de sidste 20 år! Hvorfor kan ABS så stadig opleve en undervisning som udelukker piger, og hvordan kan det være at hun oplever fysiklærere som afviser piger når de spørger til relevansen af indholdet i undervisningen? Og hvorfor får drenge større opmærksomhed i fysikundervisning – stadigvæk?

Hvis vi skal tale om kulturer, er der her tale om en særlig fysiklærerkultur hvor lærebøgerne bestemmer indholdet, og hvor lærerne underviser som man "plejer". Ser man på opgivelserne til folkeskolens afgangsprøve i fysik/kemi ses det at der stadig opgives de emner som var indholdet i 9. klasse fra før ændringen i 1989 – og i virkeligheden helt tilbage til tiden før 1976-læseplanen hvor jeg startede som fysik/kemi-lærer i skolen.

Det der mangler for at ændre på undervisningspraksis, er udviklingsbaseret efteruddannelse af de lærere som underviser i naturfagene med henblik på udvikling af måden at undervise på.

Der er inden for de sidste år lavet udvalgsarbejder som blandt andet peger på nødvendigheden af skolebaseret udviklingsarbejder (Andersen et al., 2003, Undervisningsministeriet, 2006), og nu er der igen nedsat en kommission til at lave

strategiplan, denne gang for naturvidenskab og sundhed (for øvrigt uden nogen medlemmer med ekspertise på området med køn og naturfag).

PISA-resultaterne og ROSE-undersøgelserne peger på et problem. ABS viser gennem sit forskningsarbejde at noget af problemet ligger i måden der bliver undervist på i fysiktimerne, og i kommunikationen mellem elever og mellem elever og lærer. Indførelsen af skriftlige test i 8. klasse vil forstærke problemerne i undervisningen.

Hvornår får vi den forskningsbaserede skoleudvikling af naturfagskulturen i folkeskolen som er den eneste farbare vej mod ændring af forholdene som de er nu?

Referencer

- Andersen, N.O., Busch, H., Horst, S. & Troelsen, R. (2003). *Fremtidens naturfaglige uddannelser. Naturfag for alle – vision og oplæg til strategi*. København: Undervisningsministeriet.
- Beyer, K., Blegaa, S., Olsen, B., Reich, J. & Vedelsby, M. (1988). *Piger & fysik – og meget mere*. Roskilde: Imfufa, Roskilde Universitetscenter.
- Jensen, C.J. (2006). *Det naturlige valg? En analyse af unges valg af tekniske og naturvidenskabelige fag og uddannelser*. København: Danmarks Pædagogiske Universitet.
- Lie, S. & Sjøberg, S. (1984). *“Myke” jenter i “harde” fag? Om realfag og likestilling*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Pedersen, G. & Reisby, K. (red.). (1991). *Ligeværd-mangfoldighed*. København: Danmarks Lærerhøjskole.
- Sørensen, H. (1985). *Differences in girls' and boys' attitudes toward science and developing strategies for change*. Paper presented at the Third International GASAT conference, London, Chelsea College.
- Sørensen, H. (1986). *Forskelle i pigers og drenges forventninger til og forhåndserfaringer i forbindelse med fysik/ kemi*. København: Kemisk Institut, Danmarks Lærerhøjskole.
- Sørensen, H. (1990). *Fysik- og kemiundervisningen – set i pigeperspektiv*. Danmarks Lærerhøjskole, København.
- Sørensen, H. (1992). Medbestemmelse i fysik/kemi – særlig vigtig for piger. I: H. Nielsen & A.C. Paulsen (red.), *Undervisning i fysik – den konstruktivistiske idé* (s. 15-25). København: Gyldendal.
- Sørensen, H. (2006). *A framework for a gender inclusive science education*. Paper presented at the GASAT 12: Challenging and Changing the Status Quo. Brighton, England.
- Sørensen, H. (2007). *Gender inclusive science education*. I: D. Corrigan, J. Dillon & D. Gunstone (red.), *The re-emergence of values in science education*. Sense Publications.
- Undervisningsministeriet. (1976). *Fysik/kemi, faghæfte nr. 14*.
- Undervisningsministeriet. (1989). *Fysik/kemi 1989/2 undervisningsvejledning for folkeskolen*. Statens Informationstjeneste.
- Undervisningsministeriet. (2006). *Fremtidens naturfag i folkeskolen*. København: Udvalget til forberedelse af en handlingsplan for naturfagene i folkeskolen.

Tværfagligt samarbejde – hvor svært kan det være?

Jens Kristensen, Horsens Gymnasium

Kommentar til artiklen "Udfordringer for det tværfaglige samspil i gymnasiet" i MONA, 2007(1)

Dette er en kommentar til Stine Hansens artikel i det forrige nummer af MONA. Stine Hansen redegør kort i sin artikel for de forskellige opfattelser af – og betegnelser for – tværfaglighed samt for nogle af de glæder og problemer der er ved tværfagligt samarbejde. Jeg vil i denne kommentar komme nærmere ind på vanskelighederne ved tværfagligt samarbejde.

At besværlighederne har været og er store, skyldes naturligvis at en helt ny fagsamarbejdstype skal etableres. Nu er det ikke længere nok at lave traditionelt tværfagligt samarbejde (parallelundervisning) som mange gymnasielærere gennem år og dag har lavet. Nu skal der også være metodologisk sammenhæng og transfer som kan ekspliciteres for eleverne. Ved etableringen af disse transfaglige samarbejder mellem fagene foreligger der ikke i øjeblikket en autoritativt udarbejdet oversigt der skematisk eller terminologisk kan redegøre for integrationstypen, altså for hvordan vi forestiller os at den flerfaglige viden skal se ud.

Når vi taler om tværfagligt samspil, hvad er det så vi mener? Stine Hansen er i sin artikel inde på at der er forskellige betegnelser for tværfaglighed, men hun redegør ikke nærmere for hvad der ligger inden for det kontinuum af fagintegration der optræder i det omtalte projekt som hun deltog i. For at klare begreberne vil jeg i det følgende skitsere fire typer af tværfagligt samarbejde¹:

1a) Den kalejdoskopske model for tværfaglighed uden metodologisk fællesnævner, men med fælles tema. Man "pooler" fagene og håber på en synergieffekt som man ikke tester men ofte kan registrere som et biprodukt i den efterfølgende fagspecifikke undervisning. Et eksempel herpå kan være samlæsning af perioder mellem dansk, historie og filosofi. Fordelen for eleverne ved den kalejdoskopske model er at der samlet

1 De fire kategorier er taget fra en masteropgave i læringsteori, DIG, skrevet af Martha Haahr, Gunvor Severinsen og Jens Kristensen. Overvejelserne bygger på: Finkelthal, Michael (2001) *Interdisciplinarity. Toward the Definition of a Metadiscipline?*

set er færre elementer at holde sammen på, samt at der bliver mulighed for kontekstuelle betragtninger og helhedsdannelser, dog uden at de ekspliciteres i de enkelte fag. Fagene er således hinandens implicitte støtter. Der er naturligvis også mulighed for at ekspliciterer krav til kontekstuelle betragtninger og helhedsbetragtninger.

1b) Den kalejdoskopiske model for tværfaglighed med delvis metodologisk fællesnævner, dog uden fokusering herpå, men med fælles tema. Eksempler herpå ses ofte mellem de naturvidenskabelige fag. Et konkret eksempel kunne være en fysiklærers miniprojekt med biologilæreren hvor temaet kunne hedde: "Hjælp, mine bukser strammer". Matematikken ville her være en naturligt integreret hjælpedisciplin.

2) Den tematisk-metodologiske model hvor temaet og metoden er sammenfaldende. Et eksempel herpå er samarbejdet mellem to eller flere sprogfag om delaspekter inden for grammatikken, fx ordklasser og kasus. Her er SDU's udarbejdede VISL-program et hyppigt brugt medium. I naturvidenskaben kunne et eksempel være et samarbejde mellem kemi, biologi og fysik om dataopsamling.

3) Frakkemodellen hvor ét fags instrumentelle funktion er en nødvendighed for de andre fags projekter. Matematikfaget anvendes ofte i denne version. Situationen kan være den at kemi- eller fysiklæreren er i gang med et emne der kræver eksperimenter og resultater som eleverne på nuværende tidspunkt ikke har lært at databehandle matematisk. Så træder matematikfagkundskaben til og lærer eleverne de nødvendige forudsætninger, så der kan komme gang i databehandlingen. Et andet mere perifert eksempel kan være undervisning i det gyldne snit og Fibonaccis talrække til brug i billed- og litteraturundervisningen.

4) Kombinationsmodellen eller den toleddede model hvor man har fælles tema, og hvor man også har fælles ekspliciteret faglig metode. Denne model kræver mindre for samarbejdet mellem naturvidenskabelige fag end for samarbejdet mellem alle andre fag og for samarbejde på tværs af fagenes fakultetsgrænser. Generelt kræver modellen stort videnskabsteoretisk overskud hos lærerne. En kædedans af ubrudt videnskabsteoretisk fællesforståelse og kommunikation er af praktiske årsager ofte svært at skabe, hvilket er beklageligt på flere måder, men specielt i forhold til sammenhængen i og enheden af det undervisningsforløb som eleverne stilles over for. Modellen er en sammenhængende transfaglig videnskabsteoretisk konstruktion. Kombinationsmodellen er den mest ressourcekrævende type af tværfaglig undervisning, set fra lærerside, men måske også den mest interessante for eleverne, når

fokus er på vidensformer af 2.-4. orden² (Qvortrup, 2001), og det er tilsyneladende denne type fagsamarbejde der ønskes i Almen Studieforbereelse (AT) og studieretningsprojektet i gymnasiet.

Som det fremgår af ovenstående, stiller de forskellige tværfaglige samarbejdsformer forskellige krav til lærerne og til eleverne. Det vanskelige består i, set fra lærerside, at gøre sig selv og eleverne begribeligt hvad det er der fordres af eleverne i det færdige produkt. Sagt på en anden måde, hvordan viser lærerne hvad det er de mener at eleverne skal lære af det tværfaglige arbejde, og hvordan skal lærerne tilrettelægge arbejdet så eleverne opnår viden af højere orden? Reformen lægger op til at eleverne laver projekter efter "kombinationsmodellen" når de kommer til 2. og 3. g. Mindre kan gøre det i 1. g. Hermed er jeg inde på emnet progression som står centralt i gymnasireformen. De 4 former for fagligt samspil er et eksempel på hvad progression betyder, nemlig at eleverne begynder med den kalejdoskopiske model og gradvist nærmer sig kombinationsmodellen.

Som Stine Hansen gør opmærksom på i sin artikel, udgør matematik et særligt problem i det projekt hun var en del af. Matematik optræder ofte i "frakkemodellen", men det er manges opfattelse at eleverne intet matematik lærer af et sådant tværfagligt samarbejde. Vi oplever da også på skolerne at matematik er et meget vanskeligt fag at få med i tværfaglige projekter hvis faget skal indgå i en af de andre modeller der er nævnt ovenfor. Fx er matematik med i studieretningsopgaven i 2. g i de matematiske studieretninger, og der har det vist sig at det er meget vanskeligt at finde egnede emner til projekterne i 2. g. Det vel at mærke projekter hvor matematik ikke bare indgår i "frakkemodellen". En løsning på matematiks – og andre fags – problemer med at lave tværfaglige projekter efter "kombinationsmodellen" kunne være at projekterne tager mere udgangspunkt i videnskabsteori og metode end i emner, således at det er metoderne der binder projekterne sammen. Herved ville det være lettere at se hvad fagene kan bidrage med, både for elever og lærere.

2 Jeg bruger Qvortrup på gymnasieniveau, vel vidende at hans 4 vidensniveauer gælder højere former for viden end man nødvendigvis opnår i gymnasieskolen. Hans vidensniveauer refererer til viden i samfundet som helhed. Når jeg alligevel synes de giver mening, så skyldes det bl.a. at eleverne skal opnå almen dannelse i gymnasiet, og at kategorierne giver et billede af hvad vi forestiller os de skal opnå af viden. Qvortrup præsenterer 4 vidensformer som han har fra Bateson, samt 4 dertilhørende stimuleringsformer, resultater, færdighedskategorier og endelig forventede output-effekter af disse færdighedstyper:

	<i>Stimuleringsform</i>	<i>Resultat</i>	<i>Færdighedskategori</i>	<i>Output-effekt</i>
1.-ordens-viden	Direkte læringsstimulering	Kvalifikationer	Faktuel viden	Proportional effekt
2.-ordens-viden	Appropriation	Kompetence	Refleksivitet	Eksponentiel effekt
3.-ordens-viden	Produktion	Kreativitet	Meta-refleksivitet	Kvantespring
4.-ordens-viden	Social evolution	Kultur	Almen dannelse	Paradigmeskift

Som det fremgår af artiklen og af evalueringen af grundforløbet i det almene gymnasium (Dolin et al., 2006), så lykkes det faktisk for en række elever at binde fagene sammen og opnå den ønskede synergieffekt. I evalueringen af grundforløbet giver eleverne klart udtryk for tilfredshed med Naturvidenskabeligt grundforløb (NV) hvad angår emner og forståelighed. Eleverne oplever at tværfaglige forløb er spændende selv om lærerne i nogle tilfælde står famlende over projekterne. Det er lidt som med humlebien: Den burde egentlig ikke kunne flyve, men den gør det alligevel. Elever og lærere ved ikke præcis hvad de skal opnå, men gør det på trods. Jeg har i AT-projekter som jeg har deltaget i som dansklærer, set hvordan elever gennem fordybelse og arbejde med flere fag har opnået viden af 4. orden, altså det Qvortrup kalder almen dannelse. Det ligner den form for viden som Stine Hansen refererer til i artiklen hvor elever gennem beregninger og refleksioner over disse opnår en viden som de ellers ikke ville have fået.

I artiklen skriver Stine Hansen *“[...] eleverne efterspørger hjælp, men i sidste ende overlades det til dem selv at få inddraget alle fagene og dermed tænke tværfagligt, hvilket sætter eleverne i en urimelig situation.”* Sådan ser det efter min bedste overbevisning ikke ud i hverdagen. Eleverne hjælpes og støttes til at lave problemformuleringer, og gennem systematisk progression i det tværfaglige arbejde lærer de efterhånden at klare sig selv, og ja, så overlades det til dem selv at inddrage de involverede fag. I Stine Hansens projekt var hele 4 fag involveret, hvilket selvklaart måtte have givet eleverne problemer med at få dem alle med. I de fleste projekter er der 2-3 fag involveret, og så er problemet med at få fagene involveret ikke så stort.

Tid betyder meget for implementeringen af gymnasireformen, bl.a. fordi lærerne har brug for tid til kontekstafklaring hver gang de skal i gang med et tværfagligt projekt. Hver gang skal de afklare 1) de ydre rammer for projektet, 2) deres videnskabs-teoretiske tilgang, 3) deres fags subjektive bidrag og 4) deres personlige bidrag til projektet. Lærerne må til hvert projekt italesætte deres tilgang og bidrag til projektet; ellers forspilder de muligheden for en afklaring af hvad de fordrer af eleverne. Der findes ingen faste svar, men der findes mange svarmuligheder, og det er blandt disse at lærerne skal finde deres. Det kræver tid til refleksion.

Stine Hansens undersøgelse er lavet inden reformen er trådt i kraft, og evalueringen af grundforløbet er lavet i første semester efter reformen og omfatter jo alene grundforløbet. Siden er der på kort tid sket meget på skolerne. Det underbygges af rapporten *“Evaluering af arbejdsformer og fagligt samspil i stx, htx og htx efter reformen”* (Frederiksen et al., 2006), hvor et af undersøgelsesresultaterne er at man på skolerne kun lige er kommet i gang med implementering af det faglige samspil, men at man har lært af erfaringerne. Meget er dog stadig uafklaret, såsom hvem der skal rette de tværfaglige projekter i fx NV. Som det er nu, rettes de af to faglærere der hver retter deres del, og sammen giver de en karakter, men ingen tager sig af det tværfaglige. Nu spiller det

tværfaglige måske ikke så stor en rolle i NV, men i studieretningsopgaven i 2. g viser problemerne sig tydeligt. Det er et meget stort problem hvem der skal tage sig af det tværfaglige i disse opgaver. På min skole rettes opgaverne af de 2 vejledere, men ingen af dem tager sig specielt af det tværfaglige – og det er et foreløbigt uløst problem.

I rapporten konkluderes desuden: “[...] lærernes kendskab til indhold og metode fra andre fag kan få en central rolle i de kommende års efteruddannelse”. På Horsens Gymnasium er de naturvidenskabelige lærere p.t. i gang med en intern efteruddannelse hvor faggrupperne på skift fortæller om deres brug af data og datafangst. Det er et eksempel på at fagene kan styrke kendskabet til hinanden mht. viden og metoder. Efteruddannelse i hinandens fag kunne være vejen frem hvis lærerne skal kunne lave tværfagligt samarbejde efter kombinationsmodellen. Det lyder jo besnærende at vi skal lære om hinandens fag, men reformen betyder at vi kan komme til at samarbejde med hele gymnasiets fagrække, og vi kan ikke efteruddanne os i alle gymnasiets fag. Inden for de naturvidenskabelige fag er det efter min mening og erfaring muligt at få et så stort kendskab til hinandens fagområder at vi vil kunne indgå i kombinationsmodellens tværfaglige samarbejde. Dette er muligt om få år hvis der gives tid hertil. Undersøgelserne i (Dolin et al., 2006) viste at lærerne ikke var skeptiske over for et tværfagligt samarbejde, men de manglede tid til møder og til at sætte sig ind i de andre fag.


På skolerne er der behov for afklaring af hvad flerfaglig progression er, ligesom en teoretisk definition af begreberne kompetence og taksonomisk niveau mangler (Frederiksen et al., 2006). Især lærere i de naturvidenskabelige fag er skeptiske over for disse nye begreber og over for tværfagligt samarbejde som det fordres i reformen. En begrebsafklaring ville efter min mening fjerne en del af denne skepsis.

Gymnasireformen lægger op til ændrede arbejdsformer, og en del lærere – især fra de naturvidenskabelige fag – frygter for elevernes faglige kompetence. Sådan konkluderes der i rapporten (Frederiksen et al., 2006), og denne opfattelse overrasker ikke mig idet undersøgelserne i (Dolin et al., 2006) viste at en del lærere i de naturvidenskabelige fag var meget skeptiske inden reformens påbegyndelse. Kemi er det fag der vanskeligst indgår i samarbejde med andre fag, viser undersøgelsen (Frederiksen et al. 2006), mens biologi har lettere ved det. Det er efter min opfattelse en konsekvens af at undervisningen i kemi i højere grad end tilfældet er for biologi, opbygges systematisk og faginternt, altså at faget er mere “indadvendt” end biologi er. Dette er et eksempel på at nogle fag som dansk og samfundsfag lettere indgår i fagsamspil end fx kemi og især matematik. Det betyder dog ikke at disse fag holdes ude af de tværfaglige samspil, men det betyder at vi som lærere i disse fag skal anstrenge os mere for at få fagene til at spille sammen med andre fag. På den anden side har de naturvidenskabelige fag en stor fordel i tværfaglige projekter med hinanden indbyrdes, som fx i NV, fordi de metodologisk og emnemæssigt har forholdsvis let ved tværfagligt samspil.

Tværfagligt samspil er svært, blandt andet fordi lærerne mangler teoretiseringer der beskriver hvad der sker ved det tværfaglige samarbejde, og hvad det er eleverne skal opnå. Tværfagligt samarbejde hvor eleverne opnår højere-ordens-viden, findes på trods heraf; det ved vi fordi vi har set det i praksis. Som Donald Schön skriver, så er praksis ofte mere kompliceret end teorierne kan beskrive. I min oversættelse betyder det fx at vi jo godt kan cykle uden at vi kan beskrive hvordan. Sådan er det p.t. med tværfagligt samspil. Der er behov for en nærmere teoretisk beskrivelse af hvad tværfagligt samspil egentlig betyder. Desuden skal vi som lærere gøre os klart efter hvilken model vi tilrettelægger de faglige samspil. Endelig er der behov for mere tid til refleksion blandt lærerne.

Referencer

- Dolin, J., Hjemsted, K., Jensen, A., Kaspersen, P. & Kristensen, J. (2006). *Evaluering af grundforløbet på stx*. Institut for Filosofi, Pædagogik og religionsstudier, Syddansk Universitet.
- Frederiksen, F., Kaspersen, P. & Wiese, L. (2006). *Evaluering af arbejdsformer og fagligt samspil i stx, hhx og htx efter gymnasireformen*. Institut for Filosofi, Pædagogik og religionsstudier, Syddansk Universitet.
- Schön, D. (2001). *Den reflekterende praktiker*. Klim.
- Qvortrup, L. (2001). *Det lærende samfund*. Gyldendal.



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

Litteratur

Tankevækkende pointer for praktikerne

Anmeldelse:

Morten Blomhøj & Ole Skovsmose (red.):
Kunne det tænkes? – Om matematiklæring

Forlag Mallings Beck, 2006

Af Kjeld Bagger Laursen, Institut for Matematiske Fag, Københavns Universitet

Denne bog er en slags opsummering af hvad der er foregået på Center for Forskning i Matematiklæring. Og det er et ret broget billede der byder sig. Det er ikke så mærkeligt, for matematikdidaktik er et vidtspændende område. Intet fag overhovedet har givet anledning til så mange overvejelser hvad betingelserne for undervisning og læring angår som matematik. Og forskningsindsatsen på feltet er derfor tilsvarende bred. De tolv forfattere har i alt skrevet seksten kapitler om matematikdidaktik – spændende fra folkeskole til universitetsundervisning og voksenundervisning.

Der er mange interessante bidrag – om end bogen bærer præg af at have været ret længe undervejs. Det er ikke nødvendigvis en svaghed, men et sted antydes det fx at et projekt der kørte i 2002/03, er blevet videreført, men der er ingen oplysninger om hvad der er sket. Det er lidt ærgerligt, bl.a. fordi forfatterne selv siger at projektet ikke i første omgang kom helt så langt som de havde regnet



med. Læseren ivrer efter at høre hvad der videre er hændt!

Den lange produktionstid kunne måske også have været brugt til at redigere lidt større stramning ind i teksterne. Her tænker jeg navnlig på at selv om matematikdidaktik er en ret ung disciplin, er det nok ikke nødvendigt at have så mange af bidragyderne til at forklare hvad det hele går ud på.

Som sagt favner bogen en meget stor del af uddannelsessektoren; dog er der ikke så meget om undervisning i “ren” matematik – altså i “matematik for matematiks egen skyld” – selv om Bettina Dahl i sin undersøgelse af hvordan dygtige elever tilegner sig nye matematiske begreber (kapitel 9), beskæftiger sig

med den type undervisnings effekt på begrebstilegnelsen.

Hovedopmærksomheden ligger på matematik i anvendelse – og dermed kommer matematisk modellering til at spille en hovedrolle i antologien. Som Morten Blomhøj udtrykker det (s. 91): “[H]ver gang man i undervisningen anvender matematik på problemstillinger uden for matematik selv, vil der nødvendigvis implicit eller eksplicit være en matematisk model involveret.”

Det giver så en mulighed for at forholde sig til bogen fra en bestemt brugervinkel. Som der står i forordet: “De refleksioner man gør sig som lærer ved tilrettelæggelsen af undervisning i faget er matematikdidaktik”. Lad os stille os an som en læser af bogen der som lærer står foran at skulle køre et undervisningsforløb på universitetsniveau i matematisk modellering (faktisk er dette undertegnedes situation i skrivende stund). Og lad os se hvad denne bog kan give af indsigt ud fra den synsvinkel.

I flere af kapitlerne (fx i Tine Wedeges kapitel 11 om menneskers matematikholdige kompetencer) nævnes en klassifikation af matematisk viden der tillægges Ole Skovsmose:

- matematisk viden som sådan
- “teknologisk” viden, der her skal opfattes som viden om hvordan man laver og anvender matematiske modeller
- “reflektiv” viden, som skal opfattes som den slags indsigt der sætter en i stand til at diskutere modellers

karakter, og de kriterier der bruges i deres konstruktion, anvendelse og evaluering

På mange “klassisk” orienterede universiteter vil den første pind spille en stor rolle i uddannelsesbilledet. Og man kan derfor ikke forvente at et undervisningsforløb i matematisk modellering umiddelbart passer særlig godt ind i det mønster matematikuddannelsen tegner i de studerendes bevidsthed. Et så anvendelsesbaseret forløb, hvor det ikke så meget drejer sig om at skulle lære nye begreber og bevise sætninger om dem, kan være en stor udfordring for alle involverede, også underviseren. Så meget desto stærkere kan behovet for didaktisk støtte fra eksperthold være. I resten af disse kommentarer om bogen vil jeg derfor lade som om jeg er på jagt efter den slags støtte.

Allerede i bogens første kapitel er der muligheder, også for en universitetslærer. Hvis deltagerne er velskolede i den rene matematik, skal modellering som matematisk udfoldelse angribes fra grunden af. Og her er erfaringerne fra et interessant projekt om “Matematik-morgener” måske brugbart. Grundspørgsmålet er: Identificér modelleringsmuligheder i din hverdag – og gennemfør dem! Det må kunne bruges som indgang til emnet, selv for en flok 2.-års-studerende. Ligeledes er problemkredsene omkring et andet af bogens kapitler, nemlig statistisk baserede risikovurderinger samt misbrug af statistik, også noget der kan tages som udgangspunkt for videre arbejde.

Jeg er helt klar over at den jordnære

modelleringslærers synsvinkel ikke yder bogen fuld retfærdighed – dels favner bogen videre, dels er dens sigte jo at viderebringe et godt billede af en matematikdidaktisk forskningsindsats (og oven i købet en der er ydet af en gruppe forskere der ikke har været underlagt et fælles forskningsstema). Sigtet er ikke at give fif og tricks til en kursusansvarlig. Men undertegnedes her anlagte synsvinkel er jo legitim nok, og der inviteres også lidt til den, eftersom en vigtig og i forordet eksplicit formuleret målsætning for matematikdidaktik er “udviklingen af nye muligheder gennem et tæt vekselspil mellem forskning og undervisningspraksis”.

Matematisk modellering er nok den udfoldelse af matematik der har størst umiddelbar effekt uden for faget selv – det er ad den kanal at samfund, mange former for videnskab og i det hele taget menneskers hverdag “mærker” matematik. Det er derfor ikke så mærkeligt at en del af bogens kapitler behandler matematisk modellering, fra de elementære dagligdags hændelser (“hvor lang tid tager det at bruge en tube tandpasta?”) til erhvervs-mæssige spørgsmål om materialeforbrug ved isolering af ventilationsrør – og videre til det en universitetslærer der står foran et undervisningsforløb i modellering, kan fundere over i tilrettelæggelsesfasen, som fx på s. 92 hvor Morten Blomhøj argumenterer konkret for hvorfor undervisningen i matematisk modellering skal tilrettelægges så den “passende ofte organiseres som projektarbejde”.

Det mest direkte svar på netop den

slags spørgsmål får læseren i kapitel 5 hvor Morten Blomhøj skriver om en didaktisk model for matematisk modellering. Her er der en udmærket beskrivelse af hvordan den studerende kun kan lære om modellering ved at modellere, og hvordan modellering er en proces der giver de bedste resultater ved at blive opfattet som en gentagelig cyklus. Som en nødvendig ingrediens i denne cyklus kommer bl.a. formativ evaluering – i det mindste som feedback fra lærer og fra medstuderende – til at spille en fremtrædende rolle. Fx er der et illustrativt eksempel på en (ganske vist rekonstrueret) samtale mellem lærer og studerende. Beskrivelsens autenticitet er åbenlys – baseret som den er på forfatterens undervisningserfaring på feltet.

I øvrigt er der andre behandlinger af formativ evaluering, således i et markant kapitel af Kristine Jess der beskriver et udviklingsprojekt som omfattede en hel kommunes folkeskolematematikundervisning. Her var projektets hensigt flertydig, og projektets konklusioner tilsvarende blandede. Ønsket var dels gennem testopgaver at kvalificere et individualiseret vurderingsgrundlag og derigennem at bibringe lærerne et mere nuanceret og mere fremadrettet billede af den enkelte elevs greb om det aktuelle stof, dels at undersøge om etableringen af et sådant måleinstrument ville ændre lærernes forhold til deres undervisning. Undersøgelsen viser at disse hensigter i nogen grad er blevet indfriet – men “i nogen grad” er ikke særlig let kvantificeret. Og hvad der skete i årene efter ca.


2000, er ikke nævnt.

Selv om den praktiserende underviser er tilbøjelig til let at blive utålmodig når en didaktisk beskrivelse ikke direkte beskæftiger sig med en situation der svarer til hans/hendes, så er det min reaktion på de dele af denne antologi som jeg har berørt her, at der er mange tankevækkende pointer som er værdifulde for mig at have med i min faglige ballast når der snart skal undervises i matematisk modellering.

For at denne omtales snævre fokus ikke skal skjule bogens bredde helt, er der nedenfor en kapiteloversigt. Af den kan det ses direkte at der er mange bidrag jeg ikke har nævnt (dem uden *). Det skal ikke tages som en værdidom. Som sagt, jeg har her anlagt praktikerens snævre synsvinkel. Men nu glæder jeg mig til i al privathed at kunne forholde mig også til de mange andre spændende kapitler.

- MatematikMorgener (Morten Blomhøj & Mikael Skånstrøm)*
- Farlige små tal (Helle Alrø, Morten Blomhøj, Henning Bødtkjær, Ole Skovsmose & Mikael Skånstrøm)*
- Kan en opgave rumme læringens kompleksitet? (Iben Maj Christiansen)
- Deltagernes egne metoder og intentioner? (Lena Lindenskov)
- Mod en didaktisk teori for matematisk modellering (Morten Blomhøj)*
- Undersøgende samarbejde i matematikundervisning (Helle Alrø & Ole Skovsmose)

- Læring mellem dialog, intention, refleksion og kritik (Helle Alrø & Ole Skovsmose)
- Matematikvanskeligheder – hvad er det? (Lene Østergaard Johansen)
- Lær om læring fra dygtige gymnasieelever (Bettina Dahl Søndergaard)*
- Formativ evaluering i matematikundervisningen (Kristine Jess)*
- Menneskers matematikholdige kompetencer (Tine Wedege)*
- Konstruktion af episoder som forskningsmetode (Morten Blomhøj)
- Kritisk forskning – pædagogisk udforskning (Ole Skovsmose)
- Kritisk matematikundervisning – for fremtiden (Ole Skovsmose)
- Diskurser om magt i matematikdidaktisk forskning (Paola Valero)
- Hvorfor stave problematik med q? (Tine Wedege)



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

Nyheder

Naturfagskonferencen 2007: Fremtidens naturfag i den digitale verden

Centre for Undervisningsmidler i Danmark udbyder i samarbejde med Dansk Industri og Center for Anvendt Naturfagsdidaktik tre regionale konferencer i september 2007. Formålet med disse er blandt andet at skabe en tættere dialog for i fællesskab at fremme interessen for de naturvidenskabelige fag. I år er fokus på anvendelse af digitale medier i naturfagene i grundskolen og på ungdomsuddannelserne. Indfaldsvinklerne er mangfoldige, og sigtet med konferencen er at formidle nye input og tanker i naturfagernes digitale verden samt at inspirere til dialog om visioner og begrænsninger i forhold til den konkrete implementering af it-baserede undervisningsmidler.

Kan vi forbedre naturfagsundervisningen ved hjælp af digitale værktøjer til brug i aktiviteter som informationsøgning, simuleringer, dataopsamlinger, oplevelser og udforskning? Hvordan oparbejder vi en evne til kritisk vurdering af netbaserede læremidler og virtuelle rum? Hvordan får vi konkretiseret de metoder og redskaber der falder ind under denne betegnelse?

Blandt oplæggene kan nævnes *“Digitale kompetanser i naturfag”* ved universitetslektor Wenche Erlien, Naturfagssektoren Norge, og *“Science-education in the Digital Age”* ved learning researcher Richard Stanford, Futurelab, Bristol, UK.

Konferencerne er for lærere fra grundskolen og ungdomsuddannelser, repræ-

sentanter for virksomheder og andre uformelle læringsmiljøer og afholdes:

- Mandag den 10. september, 2007: EDB Gruppen A/S, Dusager 5, 8200 Århus N
- Tirsdag den 11. september 2007: ECCO CENTER, ECCO Alleen 4, 6270 Tønder
- Onsdag den 12. september 2007: IBM, Nymøllevej 91, 2800 Kgs. Lyngby

Konferencerne har samme program, og prisen for deltagelse er 990 kr. Tilmelding online via konferencens hjemmeside: www.fremtidensnaturfag.dk senest torsdag den 28. juni 2007. Her findes også det fulde program for konferencerne.

CAND-konference

Den 27. og 28. september 2007 afholder Center for Anvendt Naturfagsdidaktik konference om udvikling af naturfagene i læreruddannelse. Konferencen skal ses i forhold til delprojekt 1.1 Naturfagslærere og didaktisk mødested, Grunduddannelse. Program følger på hjemmesiden: www.cand.nu.

Dansk Naturvidenskabsfestival 2007: Vand og Is

Dansk Naturvidenskabsfestival 2007 afholdes i uge 39, og temaet for årets festival er Vand og Is. Festivalens tema er til for at inspirere til festivalaktiviteter og skabe synergi mellem de mange forskellige aktiviteter og kan blandt andet omhandle alt lige fra drikkevand, rensningsanlæg, sæbebobler, dampmaskiner

og dyrene på havets bund til indlandsis, flødeis og om der er is på Mars.

På hjemmesiden www.naturvidenskabsfestival.dk er det muligt at hente hjælp og inspiration. Der kan indhentes information om Maseeksperimentet 2007 og bestilles foredrag. Herudover kan man bestille trinspecifikke festivalpakker som er "hands on"-eksperimenter til henholdsvis indskoling, mellemtrin og udskoling.

Den officielle åbning af festivalen finder sted på Odense Isstadion mandag den 24. september 2007 kl. 11. Dansk Naturvidenskabs Festival samarbejder med Naturvidenskabeligt Fakultet på Syddansk Universitet om åbningsarrangementet som blandt andet vil byde på "science lounge" og naturvidenskabsformidling i de helt særlige omgivelser.

Evalueringsrapport: Iværksætter i skolen

Projektet "Iværksætter i skolen" er et skoleudviklingsprojekt udarbejdet af Dansk Naturvidenskabsformidling og finansieret af Undervisningsministeriet. Projektet skal forene folkeskolens faglige mål for undervisningen i natur/teknik med pædagogisk udvikling med fokus på elevernes holdning og evne til kreativitet og produktudvikling. Projektets formål var derfor blandt andet at øge interessen for at arbejde kreativt og innovativt med natur/teknik for elever i 6. klasse og at give lærere nye kompetencer i at undervise i innovation og produktudvikling i forbindelse med de naturfaglige fag.

Et eksempel på et undervisningsforløb

kan være at elevteam udtænker ideer og gennemfører et forløb hvor ideerne omsættes til praksis. Projekterne skal munde ud i håndgribelige "produkter" med konkret idé og funktion. Projektet blev etableret i Sønderjyllands og Roskilde Amter. I projektet indgik efteruddannelse af lærere. Projektet blev afsluttet med en udstilling på Danfoss Universe hvor de tre bedste projekter blev belønnet.

Rapporten, der er udarbejdet af lektor Helene Sørensen og projektmedarbejder Finn Horn, Institut for Curriculumforskning, DPU, kan ses på hjemmesiden www.formidling.dk.

Kursus i storytelling for naturfagslærere og -studerende

Fortællingen kan også bruges som formidlingsredskab i naturfagene og er en metode som kan give eleverne en ny tilgang til og interesse for et emne. Experimentarium har derfor sammensat et heldagskursus for naturfagslærere og lærerstuderende i brugen af fortællingen i deres fag.

Kurset har til formål at give både en teoretisk og praktisk indgangsvinkel til emnet storytelling. Der vil være oplæg om hvorfor det er en god ide at bruge fortællinger i naturfagsundervisningen, og deltagerne vil blive taget på tur rundt i fortællingens univers – såvel teoretisk som praktisk. Herudover får deltagerne konkrete redskaber med sig hjem til brug i undervisningen.

Kurset afholdes i forbindelse med et nyt undervisningstilbud på Experi-

mentarium, den interaktive fortælling EGO-TRAP, og afholdes den 3., 11., 19. og 27. september på Experimentarium i tidsrummet kl. 9-15.30.

Sidste tilmeldingsfrist er tre uger før hvert kursus, og prisen er 400 kr., dog ved tilmelding før 1. juli er prisen 200 kr. Tilmeldingen foregår online via hjemmesiden: www.experimentarium.dk, hvor det også er muligt at få flere oplysninger om kurset.

National strategi for styrkelse af natur, teknik og sundhed

Der findes i dag en række initiativer til at fremme interessen for naturvidenskab. Men nu skal der skabes overblik over og sammenhæng i initiativerne. Regeringen har taget initiativ til en national strategi for styrkelse af natur, teknik og sundhed for at få flere unge til at uddanne sig inden for områderne.

Hensigten er at initiativer med forskelligt fokus, forskellige målgrupper, forskellig geografisk placering og varierende økonomisk grundlag skal måles på i hvor høj grad de understøtter og bidrager til regeringens overordnede nationale målsætninger om at øge interessen for og rekrutteringen til de naturfaglige, naturvidenskabelige, tekniske, ingeniørvidenskabelige, sundhedsfaglige og sundhedsvidenskabelige uddannelser samt at sikre et højt, relevant fagligt niveau inden for natur, teknik og sundhed i alle dele af uddannelsessystemet.

Strategien forberedes af en bredt sammensat arbejdsgruppe med deltagere fra de forskellige dele af uddannelses-

systemet (grundskole, gymnasiale uddannelser, erhvervsrettede uddannelser og videregående uddannelser), fra vejledningscentrene, fra forskningsinstitutioner, fra industrien, fra de uformelle læringsmiljøer, fagdidaktiske forskningsmiljøer i ind- og udland samt undervisningsmiddeludviklere inden for natur, teknik og sundhed. Formand for arbejdsgruppen er dekan for naturvidenskab på Københavns Universitet, Nils O. Andersen.

Den nationale strategi skal indtænke eksisterende og allerede besluttede initiativer i en samlet, overordnet strategi og være udgangspunkt for identifikation og prioritering af fremtidige indsatser og sikre fremme af erfarings- og forskningsbaseret udvikling og kvalitetsforbedring af de naturvidenskabsbaserede uddannelser.

Forberedelsen af den nationale strategi skal ske i et tæt samarbejde mellem uddannelses-, forsknings- og vejledningsverdenen, de faglige foreninger, erhvervslivet og de uformelle læringsmiljøer. Desuden skal positive udenlandske erfaringer med formuleringen af en sådan national strategiplan fra for eksempel Sverige, Finland, Norge og Holland indgå som inspiration i arbejdet.

Arbejdsgruppen skal derfor i sit forberedelsesarbejde inddrage de forskellige parter (uddannelses-, forsknings- og vejledningsverdenen, de faglige foreninger, erhvervslivet og de uformelle læringsmiljøer samt relevante udenlandske oplægsholdere) ved at afholde et antal arbejdsende konferencer over temaerne:

- Bedre sammenhæng mellem uformelle og formelle læringsmiljøer
- Bedre sammenhæng mellem erhvervslivet og uddannelserne
- Udvikling af undervisningsindhold og -form og lærernes pædagogiske kompetencer
- Flere kvinder til de tekniske og naturvidenskabelige uddannelser
- Globaliseringsudfordringerne til fremtidens uddannelser inden for natur og teknik.

Læs om arbejdsgruppens medlemmer, pressemeddelelse og kommissorium på hjemmesiden www.nat.ku.dk/nts

NORMA08 i København

Den femte konference om forskning i matematikkens didaktik afholdes 21.-25. april 2008 i København. Konferencen, der

afholdes på engelsk, tiltrækker normalt mellem 100 og 150 forskere i matematikkens didaktik fra de nordiske og baltiske lande samt fra resten af verden.

Konferencen har fire inviterede plenarforedragsholdere: Michèle Artigue (Université Paris VII), Paul Drijvers (Freudenthal Institutet), Eva Jablonka (Luleå Universitet) og Jeppe Skott (Danmarks Pædagogiske Universitet).

Fristen for indlevering af manuskripter som ønskes bedømt mhp. præsentation ved konferencen, er den 15. oktober 2007. Yderligere information kan findes på konferencens hjemmeside som er www.dpu.dk/norma08, eller ved henvendelse til programkomiteen: norma08@ind.ku.dk.

